

Открытое акционерное общество  
«ЦНИИПромзданий»

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОАО «ЦНИИПромзданий»

\_\_\_\_\_ В. В. Гранев

«\_\_\_» августа 2013 г.

ОТЧЕТ

по теме: «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЛАНИРОВАНИЕ  
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ. ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ОЛИМПИАДЫ СОЧИ-2014»  
(промежуточный)

Договор 1/1/S-ISEDС от 05 марта 2013 г.

Обработка данных, полученных на основе анализа исходной ситуации

I этап: «Анализ энергоемкости по отдельным группам теплопотребления  
и электропотребления выбранных представительных объектов  
Олимпиады Сочи-2014»

II этап: «Разработка показателей и критериев сравнительной оценки  
энергоэффективности выбранных представительных объектов  
Олимпиады Сочи-2014»

Руководитель темы

Л. В. Иванихина

Москва, 2013

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

<b>Должность, звание</b>	<b>ФИО, главы отчета</b>
Заведующий сектором, к.т.н., руководитель темы	Иванихина Л. В. (введение, заключение)
Руководитель группы	Наумов А. А. (гл. 1, 2)
Заведующий сектором, к.т.н.	Серов С. Ф. (гл. 2)
Главный специалист	Суханова Е. С. (гл. 2, 3)
Ведущий инженер	Ефремов В. В. (гл. 2, 3)
Ведущий инженер	Мельникова Е. А., (гл. 2, 3)
Инженер	Судбина О. С., (гл. 2, 3)
Аспирант	Капко Д. В. (гл. 1, 2)

## РЕФЕРАТ

Отчет 107 с., 10 рис., 41 табл., 21 источник, 3 приложения

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, МАРКИРОВКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ, УДЕЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ЭНЕРГИИ, ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ХОЛОДОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ОСВЕЩЕНИЕ, ЛЕДОВЫЕ АРЕНА, ГОСТИНИЦЫ, ОФИСНЫЕ ЗДАНИЯ

Выполнен анализ исходных данных для оценки энергоэффективности выбранных представительных объектов Олимпиады Сочи-2014:

- большой ледовой арены;
- гостиничного комплекса;
- офисного комплекса.

Проведена обработка и выполнены расчеты характеристик энергопотребления всех основных инженерных систем: отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, водоснабжения, освещения.

Представлены таблицы и графики энергетических характеристик объектов.

Разработаны перечень и методика определения показателей и критериев сравнительной оценки энергоэффективности.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. Исходные данные по проектной документации представительных объектов Олимпиады Сочи-2014 для анализа энергоемкости по отдельным группам теплопотребления и электропотребления.....	7
1.1 Большая ледовая арена.....	7
1.2 Гостиничный комплекс .....	35
1.3 Офисный комплекс .....	43
2 Анализ энергоемкости по отдельным группам теплопотребления и электропотребления представительных объектов Олимпиады Сочи-2014 Таблицы энергопотребления.....	54
2.1 Большая ледовая арена.....	54
2.2 Гостиничный комплекс .....	64
2.3 Офисный комплекс .....	68
3. Разработка показателей и критериев сравнительной оценки энергоэффективности выбранных представительных объектов Олимпиады Сочи-2014.....	75
3.1 Перечень и определение показателей и критериев энергоэффективности и зданий и сооружений.....	75
3.2 Показатели энергопотребления и энергоэффективности .....	76
3.3 Правила установления удельных показателей энергопотребления.....	77
3.4 Требования энергоэффективности зданий .....	87
3.5 Энергетический паспорт здания.....	89
3.6 Классы энергетической эффективности зданий .....	89
Заключение .....	91
Список использованных источников .....	92
Приложение А. Характеристика отопительно-вентиляционного оборудования Большой ледовой арены	
Приложение Б. Характеристика отопительно-вентиляционного оборудования гостиничного комплекса	
Приложение В. Характеристика отопительно-вентиляционного оборудования офисного комплекса	

## **ВВЕДЕНИЕ**

На данном этапе работы выполнен анализ и обработка данных по энергопотреблению проектов представительных объектов зимней Олимпиады Сочи–2014:

- большой ледовой арены;
- гостиничного комплекса;
- офисного здания.

Проанализированы показатели энергопотребления всех основных инженерных систем:

- отопления;
- теплоснабжения, вентиляции;
- горячего и холодного водоснабжения;
- холодоснабжения и кондиционирования воздуха;
- освещения.

Анализ и обработка данных проводилась для характерных режимов эксплуатации. Так для ледовой арены рассмотрена энергоемкость здания для режимов соревнования, тренировок, массового катания, технического обслуживания. Для гостиницы и офисного здания рассмотрены режимы различной заполняемости и продолжительности рабочей смены (для офисного здания).

При анализе исходных данных, представленных в проектах зданий, рассматривались как тепловые нагрузки, так и электрические.

Во второй части отчета представлены показатели и критерии сравнительной оценки энергоэффективности представительных объектов и методика их расчета.

Сравнительная оценка и методика расчета показателей энергоэффективности выполнена на основе следующих источников:

- СП 60.13330.2011 и СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха»;
- СП 50.13330.2011 и СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;
- СП 31.112.2007 «Физкультурно-спортивные залы», часть 3 «Крытые ледовые арены»;
- Стандарт СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания»;
- EN 15203-2005 «Энергетические характеристики зданий. Полное потребление энергии и определение номинальных энергетических параметров»;
- EN 15326-1-2007 «Системы отопления зданий. Методика расчета энергопотребления и эффективности систем»;
- EN 15603-2008 «Энергетические характеристики зданий. Общее использование энергии и определение номинальных энергетических характеристик».

На последующем заключительном этапе предусмотрена оценка энергоэффективности представительных объектов Олимпиады Сочи-2014, включая определение потенциала снижения выбросов парниковых газов и разработку рекомендаций по повышению энергоэффективности зданий с учетом цены жизненного цикла объектов.

# 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ОЛИМПИАДЫ СОЧИ-2014 ДЛЯ АНАЛИЗА ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ГРУППАМ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

## 1.1 Большая ледовая арена

### Общая пояснительная записка

Основные показатели:

Площадь застройки – 52511,7 м<sup>2</sup>

Площадь здания – 96115,0 м<sup>2</sup>

Площадь здания ниже 0,000 – 48869,0 м<sup>2</sup>

Площадь здания выше 0,000 – 47246,0 м<sup>2</sup>

Строительный объем - 969898,83 м<sup>3</sup>

Строительный объем ниже 0,000 – 390952,0 м<sup>3</sup>

001 – ледовая арена, зона блитчер-трибун – 1990,53м<sup>2</sup>, 001/1 – пространство блитчер-трибун 2224,85 м<sup>2</sup>; 00228 – тренировочная арена, трибуна для зрителей – 1924,58 м<sup>2</sup>

*Потребности в электроэнергии составляют:*

- установочная мощность 14447 кВт

- потребляемая мощность 7395 кВт

- Sp 8070 кВА

*Работа в постолимпийский период:*

- Максимальная пропускная способность комплекса 50 чел/смена – учебно-тренировочный процесс по хоккею с шайбой; 100 чел/смена – соревнования по хоккею с шайбой; 120 чел/смена на одну аренду- массовое катание;

- Продолжительность одной смены – 2 часа;

- Часы работы спортивной зоны комплекса с 7:00 до 23:00.

*Вспомогательные помещения ледового дворца запроектированы в соответствии с основными технологическими показателями:*

- Общая пропускная способность комплекса на время проведения Олимпийских игр 300 чел/смена – 12 команд по 25 человек;

- Единовременная максимальная пропускная способность ледовой арены на время проведения Олимпийских игр 100 чел/смена – 4 команды по 5 человек;

- Единовременная максимальная пропускная способность тренировочной ледовой арены на время проведения тренировок во время Олимпийских игр 50 чел/смена – 2 команды по 25 человек;

- Общее количество зрительных мест – 12000, в том числе 120 мест для зрителей МГН на инвалидных колясках.

Таблица 1.1 – Водопотребление и водоотведение большой ледовой арены

Наименование расхода	Расход (м <sup>3</sup> /сут)
Водопровод В1	610,41
В том числе:	
Горячее ТЗ	154,97
Канализация К1	650,55 (46,06 л/с)
В том числе:	
Канализация К3	275,76
Конденсат	266,0
Канализация К2	1300 л/с
Технический водопровод	
Противопожарный водопровод В2	160 л/с (1731 м <sup>3</sup> /сут)
Полив территории	28,6
Ландшафтное орошение	950,0

#### Водопровод холодной воды В1

1. Повысительная установка Vario с частотным преобразователем Wilo-Comfort-Vario COR-4 MVIE 1602-06-2G/VR-EB G=90,51м<sup>3</sup>/ч; H=6,4м; N=2,2кВт (3 рабочих, 1 резервный).

#### Система канализации К1

- 2х насосная откачивающая установка Wilo Drainlift L 2/15 Q=1-19м<sup>3</sup>/ч, H=12м (6 шт)
- 2х насосная откачивающая установка Wilo Drainlift L 2/20 Q=28м<sup>3</sup>/ч, H=12м (1 шт)
- Насосная установка перекачивания сточных вод Q=5,7м<sup>3</sup>/ч, H=8м, N=0,4кВт SOLO-LIFT+WC-1 GRUNDFOS
- Насосная установка перекачивания сточных вод Q=3,6м<sup>3</sup>/ч, H=5,5м, N=0,4кВт SOLO-LIFT+D-1 GRUNDFOS
- Насосная установка перекачивания сточных вод Q=5,7м<sup>3</sup>/ч, H=8м, N=0,4кВт SOLO-LIFT+WC-3 GRUNDFOS

#### Система канализации К2

- 2х насосная откачивающая установка Wilo Drainlift XXL 1040-2/8,4 Q=110 м<sup>3</sup>/ч, H=12м, N=8,4 кВт (5 шт)
- Погружной насос Wilo EMV KS 15 ES (GG) Q=25м<sup>3</sup>/ч, H=12м, N=1,3кВт (1 рабочий, 1 резервный)
- Погружной насос Wilo TS 50H 111/11 Q=10-14м<sup>3</sup>/ч, H=12м, N=1,1-1,5кВт (1 рабочий, 1 резервный)



4. Погружной насос Wilo TS 50H 111/11  $Q=12\text{м}^3/\text{ч}$ ,  $H=12\text{м}$ ,  $N=1,1\text{кВт}$  (1 рабочий, 1 резервный)

Система канализации КЗ

1. 2х насосная откачивающая установка Wilo Drainlift L 2/15  $Q=7,36-12,45\text{м}^3/\text{ч}$ ,  $H=12\text{м}$ ,  $N=8\text{кВт}$  (2 шт)

Система канализации 1К1н

1. Погружной насос Wilo – Drain MTS 40 E 23 14/12  $Q=10\text{м}^3/\text{ч}$ ,  $H=12\text{м}$  (1 рабочий, 1 резервный)

### Отопление

- коридоры, венткамеры, вспомогательные и технические помещения на отм. ниже 0,000 – радиаторное с горизонтальной двухтрубной разводкой;

- тренерские, раздевалки – четырехтрубные фанкойлы;

- на входных группах – ВТЗ с водяным нагревателем Defender XW

На тренировочной арене для предотвращения появления конденсата на металлоконструкциях в районе перекрытия устанавливаются воздушно-тепловые отопительные приборы Volcano VR1.

Таблица 1.2

Система	Тепловая нагрузка, кВт	Температурный график, °С
Отопление радиаторное	334,4	90/65
Отопление конвекторное	354,2	90/65
Теплоснабжение фанкойлов	258,36	90/65
Теплоснабжение вентиляции (1 подогрев)	2684,9	90/65
Теплоснабжение Volcano		
Теплоснабжение вентиляции (2 подогрев)	2140,3	50/30
Система таяния снега	150	50/30
Теплые полы (душевые)	63,3	50/30
ВТЗ	819	90/65

### Вентиляция

#### Помещение ледового зала с трибунами на 12000 посадочных мест

Расчёт кондиционирования, осушки воздуха выполнен для следующих режимов:

**1. Режим соревнований** со зрителями при 100% заполнении трибун со следующими параметрами внутреннего воздуха:

Холодный период

$$t_{\text{вн.}} = +18^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне трибун)} \quad \varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 60\%$$

$$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия)}$$

$$\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 50\%$$

Переходный период

$$t_{\text{вн.}} = +18^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне трибун) } \quad \varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 60\%$$

$$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия) }$$

$$\varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 55\%$$

Теплый период

$$t_{\text{вн.}} = +25^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне трибун) } \quad \varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 60\%$$

$$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия) }$$

$$\varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 55\%$$

## **2. Тренировочного режима со следующими параметрами внутреннего воздуха:**

Холодный период

$$t_{\text{вн.}} = +14^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне трибун) } \quad \varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 60\%$$

$$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия) }$$

$$\varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 50\%$$

Переходный период

$$t_{\text{вн.}} = +14^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне трибун) } \quad \varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 60\%$$

$$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия) }$$

$$\varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 55\%$$

Теплый период

$$t_{\text{вн.}} = +26^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне трибун) } \quad \varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 60\%$$

$$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия) }$$

$$\varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 55\%$$

## **3. Режимы трансформации со следующими параметрами внутреннего воздуха:**

Холодный период

$$t_{\text{вн.}} = +18^{\circ}\text{C} \quad \varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 50\%$$

Переходный период

$$t_{\text{вн.}} = +18^{\circ}\text{C} \quad \varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 65\%$$

Теплый период

$$t_{\text{вн.}} = +26^{\circ}\text{C} \quad \varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 65\%$$

### **Помещение тренировочного ледового зала**

Расчёт кондиционирования, осушки воздуха выполнен для следующих режимов:

**1. Режим соревнований** со зрителями при 100% заполнении трибун со следующими параметрами внутреннего воздуха:

Холодный период

$$t_{\text{вн.}} = +18^{\circ}\text{C} \text{ ( в зоне трибун) } \quad \varphi^{\text{max}}_{\text{доп.}} \leq 60\%$$

$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C}$  (в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия)

$$\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 50\%$$

Переходный период

$t_{\text{вн.}} = +18^{\circ}\text{C}$  (в зоне трибун)  $\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 60\%$

$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C}$  (в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия)

$$\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 55\%$$

Теплый период

$t_{\text{вн.}} = +25^{\circ}\text{C}$  (в зоне трибун)  $\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 60\%$

$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C}$  (в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия)

$$\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 55\%$$

**2. Тренировочного режима со следующими параметрами внутреннего воздуха:**

$t_{\text{вн.}} = +14^{\circ}\text{C}$  (в зоне трибун)  $\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 60\%$

$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C}$  (в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия)

$$\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 50\%$$

Переходный период

$t_{\text{вн.}} = +14^{\circ}\text{C}$  (в зоне трибун)  $\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 60\%$

$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C}$  (в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия)

$$\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 55\%$$

Теплый период

$t_{\text{вн.}} = +26^{\circ}\text{C}$  (в зоне трибун)  $\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 60\%$

$t_{\text{вн.}} = +8^{\circ}\text{C}$  (в зоне ледовой площадки на высоте 1,5 м. от поверхности ледового покрытия)

$$\varphi_{\text{доп.}}^{\text{max}} \leq 55\%$$

Принятые значения температуры и влажности для расчётов и проектных решений по установкам СКВ рассматриваются как средние величины по всему объёму залов.

Максимально допустимые значения влажности воздуха определены из расчёта недопущения конденсации на поверхности потолка и строительных конструкций, охлаждаемых за счёт лучистого теплообмена с поверхностью льда.

**Зал с трибунами на 12000 п.м.**

K1/B1, K2/B2, K3/B3, K4/B4, K5/B5, K6/B6, K7/B7, K8/B8, K9/B9, K10/B10, K11/B11, K12/B12. Приточный воздух подается в зал из верхней и нижней зон:

- над трибунами – из потолочных воздухораспределителей в зоне фермы над трибунами и над спортивной площадкой (70% от общего объема систем K3/B3-K10/B10, 100% от объема систем K1/B1, K2/B2, K11/B11, K12/B12;

- в зону нижних трибун – из-под телескопически складывающихся трибун – блитеров (30 % от общего объема систем К3/В3-К10/В10)

Вытяжка – из верхней зоны (70%), из зоны трибун – 30%.

Дополнительная осушка внутреннего воздуха предусматривается в 2х автономных сорбционных осушителях (установка ОУ1, ОУ2), работающих совместно с установками кондиционирования К11/В11, К12/В12.

Установки К1/В1-К10/В10 по 50 000 м<sup>3</sup>/ч каждая, К11/В11 и К12/В12 – 10 000 м<sup>3</sup>/ч.

Состав установок К11/В11, К12/В12:

- смесительная секция с приемным и рециркуляционным клапанами, оборудованными электроприводами;

- фильтр F3;

- фильтр F7;

- воздухонагреватель 1го подогрева – 95/70С;

- секция отбора воздуха на адсорбционный осушитель;

- воздухоохладитель 6/11С;

- центробежный вентилятор;

- шумоглушитель;

- вентилятор рециркуляционный – вытяжной.

Состав установок К1/В1 – К10/В10:

- фильтр F3;

- фильтр F7;

- рециркуляционная секция;

- электрический воздухонагреватель;

- воздухоохладитель 6/11С;

- воздухонагреватель – вода с параметрами 50/30С.

ОУ1, ОУ2 – автономные осушители 8000 м<sup>3</sup>/ч.

*Явные теплопритоки на трибунах:*

В зимний период – 1128000 Вт

Переходный – 1128000 Вт

Летний – 733200 Вт

*Полные теплопритоки:*

Зимний – 1692000 Вт

Переходный – 1692000 Вт

Летний – 1635600 Вт

Явные теплопритоки от спортсменов – 8250 Вт

Полные теплопритоки от спортсменов – 14500 Вт

*Влаговыделения от зрителей (40% женщин):*

Зимний – 846 кг/ч

Переходный - 846 кг/ч

Летний – 1297,2 кг/ч

*Теплопритоки от освещения:*

Режим «соревнования» - 300800 Вт;

Режим «тренировки» - 260000 Вт.

Теплопритоки от ограждающих конструкций в зимний период – 64622 Вт; в переходный – 8734 Вт; в летний – 8566 Вт.

*Теплопотери на лед:*

Зима и переходный период в режиме «соревнования» - 171216 Вт; лето – 239208 Вт.

Зима и переходный период в режиме «тренировки» - 164730 Вт; лето – 239208 Вт.

Минимальное количество наружного воздуха, подаваемого в зрительный зал системой кондиционирования, принято в соответствии с гигиеническими требованиями из расчета 20 м<sup>3</sup>/час на зрителя (12000 чел) и 80 м<sup>3</sup>/час на спортсмена (50 чел) и составляет в течение всего года  $L_{\text{прит}}^{\text{нар}}=244000 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Согласно таблице воздушно-тепловых балансов максимальная тепловая нагрузка при режиме «соревнования» составляет 1231100 Вт.

Расход приточного воздуха в этом случае будет составлять :

$$L_{\text{прит}}=3,6 \cdot 1231100 / 1,2 \cdot (26-17)=410400 \text{ м}^3/\text{час}$$

Максимальные тепловые нагрузки при режиме «Трансформация» составляет 1406566 Вт.

Расход приточного воздуха в этом случае будет составлять:

$$L_{\text{прит}}=3,6 \cdot 1406566 / 1,2 \cdot (26-17)=469000 \text{ м}^3/\text{час}$$

### **Помещение ледового зала с трибунами на 12000 п.м.**

*Холодный период года ( $-3^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{нар}} \leq +10^{\circ}\text{C}$ )*

Режим 1.1. Спортивные соревнования при 100% заполнении трибун:

- Работают установки К3/В3 – К10/В10. Температура приточного воздуха регулируется в зависимости от температуры воздуха в зоне обслуживаемых ей трибун

- К3/В3 - К10/В10  $15^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{пр}} \leq +17^{\circ}\text{C}$

- Расход приточного воздуха на каждую из установок К3/В3 – К10/В10  $L_{\text{пр}}=50000 \text{ м}^3/\text{час}$

- Расход наружного воздуха составляет  $30000 \text{ м}^3/\text{час}$

- Работает калорифер

- Расход приточного воздуха на каждую из установок К11/В11 – К12/В12  $L_{\text{пр}}=10000 \text{ м}^3/\text{час}$

- Расход наружного воздуха на каждую из установок К11/В11 – К12/В12 2000 м<sup>3</sup>/час
- Установки К1/В1; К2/В2; ОУ1; ОУ2 не работают.

#### Режим 1.2. Тренировочный режим

- Работают установки К4/В4; К5/В5; К8/В8; К9/В9 в режиме плавного регулирования подачи наружного воздуха для ассимиляции теплоизбытков при данном режиме. Температура приточного воздуха регулируется в зависимости от температуры воздуха в зоне ледового поля

- К4/В4, К5/В5, К8/В8, К9/В9  $15^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{пр}} \leq +21^{\circ}\text{C}$

- Расход приточного воздуха на каждую из установок К4/В4, К5/В5, К8/В8, К9/В9  $L_{\text{пр}}=50000\text{м}^3/\text{час}$

- Работает калорифер

- Установки К11/В11, К12/В12 работают в режиме совместно с установками К4/В4, К5/В5, К8/В8, К9/В9

- Расход приточного воздуха на каждую из установок К11/В11, К12/В12  $L_{\text{пр}}=10000\text{м}^3/\text{час}$ , расход наружного воздуха при этом 2000 м<sup>3</sup>/час

- Установки К1/В1, К2/В2, К3/В3, К6/В6, К7/В7, К10/В10, ОУ1, ОУ2 не работают.

#### Режим 1.3. Режим «Трансформации»

- Работают установки К1/В1 – К10/В10. Температура приточного воздуха регулируется в зависимости от температуры воздуха в зоне обслуживаемых ей трибун.  $L_{\text{пр}}=50000\text{м}^3/\text{час}$

- Расход наружного воздуха составляет  $L_{\text{нар}}=24400\text{м}^3/\text{час}$

- Работает калорифер

- Установки К11/В11; К12/В12; ОУ1; ОУ2 не работают.

#### Режим 1.4. Нерабочий «спящий» режим

- Работают установки К11/В11, К12/В12 в режиме воздушного отопления (частичная рециркуляция). Температура приточного воздуха регулируется в зависимости от температуры воздуха в зоне обслуживаемых ей трибун.

- К3/В3, К5/В5  $15^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{пр}} \leq +17^{\circ}\text{C}$ ; включается при необходимости

- Расход приточного воздуха на каждую из установок К3/В3, К5/В5  $L_{\text{пр}}=50000\text{м}^3/\text{час}$

- Работает калорифер

- Установки К3/В3 – К6/В6; К9/В9 – К12/В12, ОУ1; ОУ2 не работают.

*Теплый период года ( $t_{\text{нар}} \geq +10^{\circ}\text{C}$ )*

#### Режим 2.1. Спортивные соревнования при 100% заполнении трибун

- Работают установки К3/В3 – К10/В10. Температура приточного воздуха регулируется в зависимости от температуры воздуха в зоне обслуживаемых ей трибун

- К3/В3 - К10/В10  $15^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{пр}} \leq +23^{\circ}\text{C}$

- Расход приточного воздуха на каждую из установок К3/В3 – К10/В10  $L_{\text{пр}}=50000\text{м}^3/\text{час}$

- Расход наружного воздуха составляет  $30000\text{м}^3/\text{час}$
- Работает воздухоохладитель
- Работает калорифер
- Установки К11/В11, К12/В12 работают в режиме осушки совместно с установками адсорбционных осушителей ОУ1, ОУ2 с постоянной разницей температуры между приточной струей и температурой воздуха в помещении ледового зала.

- Расход приточного воздуха на каждую из установок К11/В11 – К12/В12  $L_{\text{пр}}=10000\text{м}^3/\text{час}$
- Установки К1/В1; К2/В2 не работают.

#### Режим 2.2. Тренировочный режим

- Работают установки К11/В11; К12/В12 в режиме осушения воздуха (рециркуляция). Температура приточного воздуха регулируется в зависимости от температуры воздуха в зоне ледового поля

- К11/В11; К12/В12  $15^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{пр}} \leq +23^{\circ}\text{C}$

- Расход приточного воздуха на каждую из установок К4/В4; К5/В5; К8/В8, К9/В9  $L_{\text{пр}}=50000\text{м}^3/\text{час}$

- Работает воздухоохладитель

- Работает 2-ой подогрев

- Установки К11/В11, К12/В12 работают в режиме осушки совместно с установками адсорбционных осушителей ОУ1, ОУ2 с постоянной разницей температуры между приточной струей и температурой воздуха в помещении ледового зала.

- Расход приточного воздуха на каждую из установок К11/В11, К12/В12  $L_{\text{пр}}=10000\text{м}^3/\text{час}$ ; расход наружного воздуха при этом для каждой установки составляет  $2000-8000\text{ м}^3/\text{час}$

- Установки К1/В1, К2/В2, К3/В3, К6/В6, К7/В7, К10/В10 не работают.

#### Режим 2.3. Режим «Трансформации»

- Работают установки К1/В1 – К10/В10. Температура приточного воздуха регулируется в зависимости от температуры воздуха в зоне обслуживаемых ей трибун.  $L_{\text{пр}}=50000\text{м}^3/\text{час}$

- К1/В1 - К10/В10  $15^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{пр}} \leq +23^{\circ}\text{C}$

- Расход наружного воздуха составляет  $L_{\text{нар}}=24400\text{м}^3/\text{час}$

- Работает воздухоохладитель

- Установки ОУ1; ОУ2 не работают.

#### Режим 2.4. Нерабочий «спящий» режим

- Работают установки К11/В11, К12/В12 в режиме воздушного отопления (рециркуляция) совместно с адсорбционными осушителями воздуха ОУ1, ОУ2.

- Установки К1/В1 – К10/В10 не работают.

## **Тренировочный зал**

Нагрузки на элементы установки кондиционирования (нагрев, охлаждение) зависят от времени года, вида проводимых мероприятий и заполняемости трибун.

В нерабочее время (ночное) установки К13/В13, ОУЗ не работают, теплотери на лед в этот период компенсируются воздушным отоплением.

Условие эксплуатации зала со льдом и, соответственно, установок обработки воздуха в каждый период года делятся на 2 режима:

*Холодный период года ( $-3^{\circ}\text{C} \leq t_{\text{нар}} \leq +10^{\circ}\text{C}$ )*

### Режим 1.1. Тренировочный режим

- Работает установка К13/В13  $L_{\text{пр}}=12000\text{м}^3/\text{час}$ , в том числе расход наружного воздуха  $6000\text{ м}^3/\text{час}$

- Работает 1-ый подогрев
- Осушитель ОУЗ не работает
- Агрегаты воздушного отопления работают.

*Теплый период года ( $t_{\text{нар}} \geq +10^{\circ}\text{C}$ )*

### Режим 2.1. Тренировочный режим

- Работает установка К13/В13  $L_{\text{пр}}=12000\text{м}^3/\text{час}$ , в том числе расход наружного воздуха  $6000\text{ м}^3/\text{час}$

- Работает 2-ой подогрев, работает воздухоохладитель.
- Осушитель ОУЗ работает
- Агрегаты воздушного отопления работают.

При неработающих вентиляторных установках во всех режимах все воздушные клапаны этих установок должны быть закрыты.

### **Экономия энергоресурсов:**

1) Автоматическая оптимизация параметров обработки воздуха в зависимости от режима эксплуатации помещений;

2) Поддержание нормированных параметров микроклимата в помещениях по датчикам  $\text{CO}_2$  (большой зал ледовой арены и фойе в зависимости от заполненности), по датчикам  $\text{CO}$  (подземная парковка и кольцевая дорога)

3) Утилизация теплоты вытяжного воздуха для подогрева приточного воздуха с помощью роторных рекуператоров, установленных в центральных кондиционерах

4) Использование тепла с кондиционеров холодильных машин для подогрева приточного воздуха в калориферах 2го подогрева при осушке приточного воздуха в теплый период, в холодный период – для подогрева приточного воздуха



5) Компенсация теплопоступлений в главном фойе регулируется по зонам, в зависимости от времени суток

6) Автоматическое снижение воздухообмена в незадействованных раздевках

7) Подпор приточного воздуха в залах и фойе с целью уменьшения инфильтрации наружного воздуха

8) Использование рециркуляционного воздуха

9) Подбор вентиляторов с максимальным КПД.

### **Отопление**

Отопление коридоров, венткамер, вспомогательных и технических помещений на отметке ниже 0,000 радиаторное с горизонтальной двухтрубной разводкой. Радиаторы алюминиевые Calidor S500.

Уравнивание гидравлических сопротивлений на ветках отопления осуществляется при помощи автоматических балансировочных клапанов типа ASV-PV и ASV-M, MSV-F2.

Система радиаторного водяного отопления на отметках ниже отм.0,000 разбита на три независимых контура с отключением в ИТП. Система отопления (далее с.о.)

-с.о.№1- отопление тренировочной арены;

-с.о.№2- отопление коридоров, вспомогательных и технических помещений тренировочной арены.

-с.о.№3- большой ледовой арены с коридорами, вспомогательными и техническими помещениями.

Теплоноситель системы отопления, горячая вода от ИТП с температурным графиком Т1/Т2- 90/65.

На отметке 15.450 в помещениях вент камер для поддержания положительных температур установлены алюминиевые радиаторы Calidor S500 запитанные от системы теплоснабжения I –го подогрева с температурой теплоносителя 90/65.

На всех радиаторах системы водяного отопления устанавливаются термостатические клапаны «DT» и термоголовки «B» Heimeier термоголовка предназначена для установки в общественных местах и имеет защиту от несанкционированного регулирования.

На отметке 22.040 в помещениях кроссовых установлены, электроконвекторы Thermor 750 BT Evidence с электронным термостатом, позволяющим в автоматическом режиме поддерживать заданную температуру в помещении.

По периметру холла на отметке 0,000 вдоль наружных стен предусмотрено конвекторное отопление (встроенное в пол). Конвектора установлены двух типов Eva KT с естественной и Eva KB80 с принудительной циркуляцией воздуха.

Eva KB80 устанавливаются в районах входных групп. Теплоноситель горячая вода с температурой 90/65. Конвекторное отопление ввиду больших отапливаемых площадей и следственно не равномерности температуры в помещении, разбито на 12 зон с автоматическим регулированием отдельно по температуре каждой зоны.

В качестве отопительных приборов в тренерских, раздевалках, vip зон устанавливаются 4-х трубные фанкойлы. Основная магистраль теплоснабжения фанкойлов двухтрубная с попутным движением теплоносителя проложена под перекрытием кольцевой дороги. Теплоноситель горячая вода с температурой 90/65.

На входных группах устанавливаются воздушно тепловые завесы с водяным нагревателем Defender XW, каждая завеса оборудуется датчиком обратной воды для защиты от замораживания. Теплоноситель горячая вода с температурой 90/65.

Для комфорта посетителей в душевых массажных и медицинских помещениях устанавливаются водяные теплые полы, с автоматической регулировкой температуры пола по каждому помещению. Контуров теплых полов выполняются из металлопластиковых труб Ø16, Ø20.

После чистки льда большой ледовой арены и тренировочной арены образовывается снег который необходимо утилизировать. Для решения данной задачи в полу помещений ледоуборочных машин предусмотрены приямки с водоводяными нагревателями. Теплоноситель горячая вода с температурой 50/30.

Теплоснабжение приточных вент систем осуществляется от ИТП теплоносителем с параметрами 90/65- I подогрев, 50/30- II подогрев. Подключение приточных установок осуществляется через смесительные узлы обеспечивающих качественную регулировку теплоносителя при помощи системы автоматики.

Магистрали системы теплоснабжения I подогрева под перекрытием кольцевой дороги прокладываются в одной изоляции с трубопроводом водяного пожаротушения для предотвращения замерзания воды при отрицательных температурах.

На тренировочной арене для предотвращения появления конденсата на металлоконструкциях в районе перекрытия устанавливаются воздушно-тепловые отопительные приборы Volcano VR1.

Таблица 1.3

Система	Тепловая нагрузка, кВт	Температурный график T1/T2 °C
Отопление радиаторное	334,4 кВт	90/65
Отопление конвекторное	354,2 кВт	90/65
Теплоснабжение фанкойлов	258,36	90/65

Система	Тепловая нагрузка, кВт	Температурный график T1/T2 °С
Теплоснабжение вентиляции I подогрев Теплоснабжение Volcano	2684,9 кВт	90/65
Теплоснабжение вентиляции II подогрев	2140,3	50/30
Система таяния снега	150	50/30
Теплые полы	63,3	50/30
Воздушно-тепловые завесы	819	90/65

### Энергетический паспорт здания

Расчетные условия:

$t_{вн}$  для расчета теплозащиты – 20°C

$t_{вн}$  для расчета отопления – 20°C

расчетная температура наружного воздуха – -3°C

$z_{от.п}=92$

средняя температура наружного воздуха за отопительный период 6,4°C

градусосутки 1251 °С·сут

Таблица 1.4

№	Показатель	Обозначение и размерность показателя	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
Геометрические показатели				
1	Общая площадь наружных ограждающих конструкций, в том числе:	$A_e^{sum}, м^2$	-	109277,9
	- наружных стен, выходящих во внутренний двор	$A_{w1}, м^2$	-	8874,5
	- наружных стен, выходящих на наружный фасад	$A_{w2}, м^2$	-	750
	- цокольных стен	$A_{w3}, м^2$	-	1331
	- стен в грунте	$A_{w4}, м^2$	-	2400
	- инверсионное покрытие пристроек	$A_{c1}, м^2$	-	26570
	- покрытие над кассовым залом и холодильным центром	$A_{c2}, м^2$	-	461
	- газонное покрытие над кассовым залом и холодильным центром	$A_{c3}, м^2$	-	1080

№	Показатель	Обозначение и размерность показателя	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
	- покрытие купола	$A_{c4}, \text{м}^2$	-	22583
	- пол технического пояса – покрытие купола	$A_{c5}, \text{м}^2$	-	2140
	- полов, нависающих над проездами	$A_{f1}, \text{м}^2$	-	2329
	- полов по грунту	$A_{f2}, \text{м}^2$	-	33561,6
	- окон и витражей	$A_F, \text{м}^2$	-	7069,8
	- входных дверей и ворот	$A_{ed}, \text{м}^2$	-	128
12	Площадь отапливаемых помещений	$A_h, \text{м}^2$	-	96115
13	Полезная площадь	$A_k, \text{м}^2$	-	96115
15	Расчётная площадь	$A_r, \text{м}^2$	-	67280,5
17	Отапливаемый объем	$V_h, \text{м}^3$	-	969898,89
18	Коэффициент остекленности фасада с учетом витража	P	0,25	0,389
Теплотехнические показатели				
20	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений	$R_0^r, \frac{\text{м}^2 \text{С}}{\text{Вт}}$		
	- наружных стен, выходящих во внутренний двор	$R_{w1}, \text{м}^2$	1,58	1,33
	- наружных стен, выходящих на наружный фасад	$R_{w2}, \text{м}^2$	1,58	1,191
	- цокольных стен	$R_{w3}, \text{м}^2$	1,58	1,325
	- стен в грунте	$R_{w4}, \text{м}^2$	1,58	3,39
	- инверсионное покрытие пристроек	$R_{c1}, \text{м}^2$	2,10	3,816
	- покрытие над кассовым залом и холодильным центром	$R_{c2}, \text{м}^2$	2,10	4,065
	- газонное покрытие над кассовым залом и холодильным центром	$R_{c3}, \text{м}^2$	2,10	6,36
	- покрытие купола	$R_{c4}, \text{м}^2$	2,10	2,667
	- пол технического пояса – покрытие купола	$R_{c5}, \text{м}^2$	2,10	3,338
	- полов, нависающих над проездами	$R_{f1}, \text{м}^2$	2,10	2,227
	- полов по грунту	$R_{f2}, \text{м}^2$	2,10	4,612
	- окон и витражей	$R_F, \text{м}^2$	0,51	0,51
	- входных дверей и ворот	$R_{ed}, \text{м}^2$	0,23	0,30

№	Показатель	Обозначение и размерность показателя	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
21	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{tr}$ , Вт/(м <sup>2</sup> С)	0,596	0,439
22	Кратность воздухообмена	$n_a$ , 1/ч	-	0,387
23	Приведенный (условный) инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{taf}$ , Вт/(м <sup>2</sup> С)	-	1,01
24	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m$ , Вт/(м <sup>2</sup> С)	-	1,449
Энергетические показатели				
25	Общие теплотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_h$ , МДж	-	22663061
26	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$Q_{int}$ , Вт/(м <sup>2</sup> )	-	8,3
27	Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	$Q_{int}$ , МДж	-	4438833
28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s$ , МДж	-	1703083
29	Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_h^y$ , МДж	-	19974676
30	Расчетный коэффициент энергетической эффективности системы центрального теплоснабжения здания от источника теплоты	$E_o^{des}$	-	0,5
32	Коэффициент эффективности авторегулирования	$\zeta$	-	0,95
33	Коэффициент учета встречного теплового потока	k	-	1

№	Показатель	Обозначение и размерность показателя	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
34	Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	$\beta_h$	-	1,11
Комплексные показатели				
35	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$ , кДж/(м <sup>2</sup> Ссут)	20	16,5

### Заключение

1. Расчетный показатель компактности 0,112 ниже допустимого значения для зданий в 6 этажей – 0,32.

2. Здание запроектировано с отношением площади окон к площади стен, включая окна, значением 0,389, что выше рекомендовано 0,25, поэтому в нем приняты окна с сопротивлением теплопередаче 0,51 м<sup>2</sup>С/Вт

3. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи наружных ограждений 0,439 ниже требуемого 0,596, рассчитанный в соответствии с нормами табл.4 СНИП 23-02-2003.

4. Нормы воздухопроницаемости удовлетворены

5. Принятые объемно-планировочные решения здания, конструктивные решения ограждений и решения инженерных систем позволили выдержать удельный расход тепловой энергии системами отопления в здании не выше нормы (16,5 < 20)

6. Таким образом, проект теплозащитных свойств здания удовлетворяет нормативным требованиям по потребительским подходам. Класс энергоэффективности теплозащиты здания – «высокий».

### Тепловой пункт

Таблица 1.5 – Расчетные тепловые потоки

Наименование расхода	Расход тепла при режимах, МВт (Гкал/час)			
	Максимальный зимний период (-3°C)	Средняя температура самого холодного периода (+1°C)	Средняя температура отопительного периода (+6,4°C)	Летний период (+26,6°C)
Системы водяного и воздушного (фанкойлы) отопления	1,705 (1,466)	1,380 (1,187)	0,942 (0,810)	-
Вентиляция (1 подогрев) и ВТЗ	4,041 (3,475)	3,271 (2,813)	2,230 (1,918)	-
Вентиляция (2 подогрев), технология таяния снега, теплые полы	2,570 (2,210)*	2,080 (1,789)*	1,419 (1,220)*	1,198 (1,030)*

Наименование расхода	Расход тепла при режимах, МВт (Гкал/час)			
	Максимальный зимний период (-3°C)	Средняя температура самого холодного периода (+1°C)	Средняя температура отопительного периода (+6,4°C)	Летний период (+26,6°C)
ГВС	2,000 (1,720)**	2,000 (1,720)**	2,000 (1,720)**	2,000 (1,720)**
ИТОГО	10,316 (8,871)	8,731 (7,509)	6,591 (5,668)	3,198 (2,750)
Утилизация тепла от холодильных машин ледового поля и кондиционирования				
Вентиляция (2 подогрев), технология таяния снега, теплые полы	1,285 (1,105)* Утилизация теплоты от ХМ ледового поля	1,285 (1,105)* Утилизация теплоты от ХМ ледового поля	1,285 (1,105)* Утилизация теплоты от ХМ ледового поля	1,285 (1,105)* Утилизация теплоты от ХМ ледового поля
ГВС (1 ступень)	1,0 (0,86)** Утилизация теплоты от ХМ кондиционир-я	1,0 (0,86)** Утилизация теплоты от ХМ кондиционир-я	1,0 (0,86)** Утилизация теплоты от ХМ кондиционир-я	1,0 (0,86)** Утилизация теплоты от ХМ кондиционир-я
ИТОГО	2,285 (1,965)	2,285 (1,965)	2,285 (1,965)	2,285 (1,965)

\*, \*\* - при работающих холодильных машинах тепловая нагрузка на котельную снижается на величину производительности теплоутилизаторов.

Температура теплоносителя внутреннего контура:

- система водяного и воздушного отопления 90/65С
- теплоснабжение систем вентиляции (1 подогрев) и ВТЗ – 90/65С
- теплоснабжение систем вентиляции (2 подогрев) и теплые полы -50/30С
- ГВС 60С

Источником теплоснабжения является проектируемая газовая котельная с параметрами теплоносителя:

- в подающем трубопроводе (вода) T1=115 С, давление в точке присоединения к тепловым сетям 0.5МПа;
- в обратном трубопроводе (вода) T2=70 С, давление в точке присоединения к тепловым сетям 0.25МПа.

Тепловой схемой ИТП предусматривается независимое присоединение системы водяного и воздушного (фанкойлы) отопления через пластинчатые теплообменники фирмы «Ридан» со 100% резервированием тепловой нагрузки, независимое присоединение теплоснабжения систем вентиляции (I подогрев) и воздушно-тепловых завес через пластинчатые теплообменники фирмы «Ридан» со 100% резервированием тепловой нагрузки, независимое присоединение теплоснабжения технологии таяния снега, теплоснабжения систем вентиляции (II подогрев) и теплых полов через пластинчатые теплообменники фирмы «Ридан» из расчета 100% покрытия тепловой нагрузки от

тепловых сетей и 50% покрытия тепловой нагрузки от утилизаторов тепла хладомашин ледового поля, а также независимое двухступенчатое присоединение системы ГВС из расчета 100% покрытия тепловой нагрузки от тепловых сетей и 50% покрытия тепловой нагрузки от хладомашин кондиционирования.

Тепловой схемой ИТП предусматривается погодное регулирование отпуска тепловой энергии на отопление и вентиляцию, а также постоянное поддержание температуры теплоносителя внутреннего контура на систему теплых полов и 2-го подогрева приточных систем вентиляции, постоянное поддержание температуры системы ГВС.

На обратных трубопроводах систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха перед пластинчатыми теплообменниками предусмотрена установка насосных станций, обеспечивающих циркуляцию теплоносителя внутренних контуров с учетом гидравлического сопротивления систем.

На вводе в ИТП предусмотрена установка стальной запорной арматуры, абонентских грязевиков и сетчатых фильтров для гравитационного осаждения твердых частиц. Для определения необходимости прочистки фильтров по перепаду давления на трубопроводах предусматриваются штуцеры, отбирающие импульс давления и передающие их через трубки к манометру.

Для определения расхода тепловой энергии проектом предусматривается установка тепловычислителя, вычисляющего потребление тепла, основываясь на измеряемом расходе расходомерами и разности температур от пары датчиков на подающем и обратном трубопроводах.

Для защиты теплосети от гидравлического разрегулирования и поддержания постоянного перепада давления предусматривается установка регулятора перепада давления.

Подпитка внутренних контуров систем отопления, теплоснабжения систем вентиляции и технологии предусматривается от водоподготовительного оборудования (см. раздел ВК) при помощи подпиточных насосов, автоматически включающихся при падении давления в системах. Для устранения колебаний давления после подпиточных насосов предусматривается установка регуляторов давления после себя. Нормально закрытые соленоидные клапаны, установленные на трубопроводах подпитки, заблокированы с работой подпиточных насосов. Для определения объема теплоносителя, расходуемого для заполнения систем, а также эксплуатационного либо аварийного потребления теплоносителя, предусматривается установка водомера подпитки.

Для компенсации амплитуды теплового расширения теплоносителя предусмотрена установка расширительных мембранных баков с устойчивым газовым наполнением, а также установка предохранительных клапанов, рассчитанных на максимально допустимое давление в системе.

#### **Тепловая схема ИТП:**

- независимое присоединение системы водяного и воздушного отопления через пластинчатый теплообменник фирмы «Ридан» со 100% резервированием тепловой нагрузки;



- независимое присоединение теплоснабжения систем вентиляции (1 подогрев) и ВТЗ через пластинчатый теплообменник фирмы «Ридан» со 100% резервированием тепловой нагрузки;

- независимое присоединение теплоснабжения технологии таяния снега, теплоснабжения систем вентиляции (2 подогрев) и теплых полов через пластинчатый теплообменник фирмы «Ридан» из расчета 100% покрытия тепловой нагрузки от тепловых сетей и 50% покрытия тепловой нагрузки от утилизаторов тепла ХМ ледового поля;

- независимое 2х ступенчатое присоединение систем ГВС из расчета 100% покрытия тепловой нагрузки от тепловых сетей и 50% покрытия тепловой нагрузки от ХМ кондиционирования

ИТП – качественное (погодное) регулирование отпуска тепловой энергии на отопление и вентиляцию, а также постоянное поддержание температуры теплоносителя внутреннего контура на систему теплых полов и 2 подогрева приточных систем вентиляции, постоянное поддержание температуры системы ГВС.

#### *Оборудование теплового пункта*

1. Теплообменник пластинчатый системы отопления  $Q=1,466$  Гкал/ч (2 шт) ЗАО «Ридан»
2. Теплообменник пластинчатый системы вентиляции  $Q=3,494$  Гкал/ч (2 шт) ЗАО «Ридан»
3. Теплообменник пластинчатый системы теплых полов  $Q=1,105$  Гкал/ч (1 шт) ЗАО «Ридан»
4. Теплообменник пластинчатый системы теплых полов  $Q=2,210$  Гкал/ч (2 шт) ЗАО «Ридан»
5. Теплообменник пластинчатый системы ГВС 1 ступени (утилизация)  $Q=0,86$  Гкал/ч (1 шт) ЗАО «Ридан»
6. Теплообменник пластинчатый системы ГВС 1 ступени  $Q=0,86$  Гкал/ч (1 шт) ЗАО «Ридан»
7. Теплообменник пластинчатый системы ГВС 2 ступени  $Q=0,86$  Гкал/ч (1 шт) ЗАО «Ридан»
8. Насосная установка с 3 насосами  $G=58,64$  м<sup>3</sup>/ч;  $H=0,18$  МПа;  $N=2,2 \times 3$  УНВО 3 ЗМНС 40-125 ГРАНФЛОУ (ООО «АДЛ-НН»)
9. Насосная установка с 4 насосами  $G=198,65$  м<sup>3</sup>/ч;  $H=0,3$  МПа;  $N=11 \times 4$  УНВО 4 ЗМНС 50-160 ГРАНФЛОУ (ООО «АДЛ-НН»)
10. Насосная установка с 4 насосами  $G=154,3$  м<sup>3</sup>/ч;  $H=0,3$  МПа;  $N=5,5 \times 4$  УНВ 4 ЗМ 50-160 ГРАНФЛОУ (ООО «АДЛ-НН»)
11. Насосная установка с 3 насосами  $G=9,62$  м<sup>3</sup>/ч;  $H=0,21$  МПа;  $N=0,37 \times 3$  УНВО 3 CDX 70/05-160 ГРАНФЛОУ (ООО «АДЛ-НН»)
12. Насос подпиточного контура отопления  $G=1,2$  м<sup>3</sup>/ч;  $H=0,23$  МПа;  $N=1,5$  кВт ТР 40-230/2 (2 шт) Grundfoss

13. Насос подпиточного контура вентиляции  $G=2,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $H=0,23 \text{ МПа}$ ;  $N=1,5 \text{ кВт}$  TP 40-270/2 (2 шт) Grundfoss

14. Насос подпиточного контура теплых полов  $G=2,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $H=0,23 \text{ МПа}$ ;  $N=1,5 \text{ кВт}$  TP 40-270/2 (2 шт) Grundfoss

15. Насос подмешивающий системы 2ого подогрева вентиляции  $G=2,14 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $H=0,21 \text{ МПа}$ ;  $N=7,5 \text{ кВт}$  TPE 80-250/2 (1 шт) Grundfoss

16. Насос подмешивающий системы теплоснабжения ямы для таяния снега  $G=85 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $H=0,21 \text{ МПа}$ ;  $N=1,5 \text{ кВт}$  TPE 40-270/2 (1 шт) Grundfoss

### **Холодоснабжение**

#### *Система охлаждения ледовых площадок*

- холодильная машина  $Q_x=529,1 \text{ кВт}$ ;  $N=400 \text{ кВт}$ ; температура холодоносителя 11/14 C; температура теплоносителя 41/46 C; R 507. PAC233S (3шт)

- охладитель жидкости  $Q=408,3 \text{ кВт}$ , температура теплоносителя 46/41C EHL90F 354A H 4VENT (6 шт)

- насос теплоносителя расходом  $168 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напором 34 м, электродвигатель  $N=30\text{кВт}$ , GN 80-160/3002 G1 (4 шт)

- насос воды  $105 \text{ м}^3/\text{ч}$ , 28,1м, 1,1кВт, Movitec VF 18-1 (2 шт)

- теплообменник оттайки  $Q=700\text{кВт}$ ; 90/6C; 30/35C (1 шт)

- теплообменник  $Q=600\text{кВт}$ , 46/41C; 37/42C (2 шт)

- самовсасывающий насос  $18 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; 28,4м; 4кВт; Etaprime 50-160 (2 шт)

#### *Система кондиционирования воздуха*

- холодильная машина  $Q_x=2300 \text{ кВт}$ ;  $N=516 \text{ кВт}$ ; температура холодоносителя 6/11 C; температура теплоносителя 37/42 C; R 134A. YKLSLSP8SCPG (4шт)

- охладитель жидкости  $Q=712,6 \text{ кВт}$ , температура теплоносителя 42/37C, EAL9N6252AH SPEC FIN PITCH 1,8 MN (16 шт)

- насос теплоносителя расходом  $475 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напором 36,4 м, электродвигатель  $N=75\text{кВт}$ , Etanorm G 150-400 G 11 (5 шт)

- насос холодоносителя  $395 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; 47м; 75кВт; Etanorm G 150/400 G11 (5шт)

- насос заправки системы водой  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ , 12,3м, 0,55кВт, Movitec VF 04-2 (1 шт)

### **Наружное электроосвещение**

Мощность установок наружного освещения территории:

$P_{уст}=139,4 \text{ кВт}$ ;  $P_p=139,4 \text{ кВт}$ .

Мощность установок кровельного освещения здания:

$P_{уст}=169,8 \text{ кВт}$ ;  $P_p=67,9 \text{ кВт}$ .

Питание части светильников наружного освещения территории предусматривается от солнечных батарей ООО «Хевел», суммарная установочная мощность батарей составляет 26,75 кВт, при емкости аккумулирующих батарей 3000 Ач (декоративная подсветка на весь темный период суток).

Мощность светильников наружного освещения, подключаемого к установке солнечных батарей составляет:

$P_{уст}=17,4$  кВт;  $P_p=17,4$  кВт.

*Управление наружным и кровельным освещением*

Предусмотрено 2 режима включения осветительной установки:

1 режим – праздничный (в здании большой ледовой арены проходят соревнования и зрелищные мероприятия, на территории находится до 12000 человек)

2 режим – будничный (на территории находится только гуляющие)

В 1 режиме работают все осветительные приборы, мощность осветительной установки с учетом потерь в ПРА – 139,4 кВт.

Во 2 режиме работают:

- встроенная в мощение вокруг здания и шахты подъемника светильники in.ground 150 (питание от солнечных батарей)

- встроенные в мощение линейные светильник instalight 1060 (питание от солнечных батарей)

- настенные и встраиваемые в стену светильники METRIC (питание от солнечных батарей)

- установленные на откосе вдоль дорожек и пандусов светильники MP 860 (питание от солнечных батарей)

- прожекторы A2 MAXI, установленные на опорах с мобильными «коронами» (40 шт - по 5 шт на опоре)

Мощность осветительной установки с учетом потерь в ПРА – 63 кВт.

### **Освещение тренировочной арены**

Таблица 1.6 – Режимы освещения тренировочной ледовой арены

Нормируемые параметры	Среднее значение освещенности (Е <sub>ср</sub> ), лк
Режим 1 – Хоккей с шайбой; проведение национальных/клубных соревнований без телевизионной трансляции	
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	750
Режим 2 – Хоккей с шайбой, проведение тренировок	
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	400
Режим 3 – Дежурное освещение	
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	100

Нормируемые параметры	Среднее значение освещенности (Е <sub>ср</sub> ), лк
Режим 4 – Эвакуационное освещение	
Горизонтальная освещенность на полу основных проходов, лк	0,5

Таблица 1.7 – Описание осветительной установки

Режим	Количество осветительных приборов, шт.	Мощность источника света в 1 осветительном приборе, кВт	Суммарная мощность с учетом потерь в ПРА, кВт
1	88	0,4	40,48
2	48	0,4	22,08
3	10	0,4	4,6
4	3	0,2	0,6
Максимальная нагрузка: режим 1+4	88	0,4	49,08
	3	0,2	

Тепловые потери металлогалогенных ламп составляют 75% от мощности.

Максимальные тепловые потери – 31 кВт.

### Освещение главной арены

Таблица 1.8 – Режимы освещения

Нормируемые параметры	Среднее значение освещенности (Е <sub>ср</sub> ), лк	Коэффициенты неравномерности	
		Е <sub>мин</sub> :Е <sub>ср</sub> Не менее	Е <sub>мин</sub> :Е <sub>макс</sub> Не менее
Режим 1 – Хоккей с шайбой; проведение национальных и международных соревнований с телевизионной трансляцией высокой четкости			
Вертикальная освещенность на высоте 1,5м в плоскостях, ориентированных в сторону главной камеры, лк	2000	0,7	0,6
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	-	0,8	0,7
Режим 2 – Хоккей с шайбой; обеспечение непрерывной телетрансляции при аварийном отключении электроэнергии			
Вертикальная освещенность на высоте 1,5м в плоскостях, ориентированных в сторону главной камеры, лк	1000	0,6	0,4
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	-	0,7	0,6
Режим 3 – хоккей с шайбой; проведение национальных соревнований без телевизионной трансляции			
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	1200	0,7	0,6

Нормируемые параметры	Среднее значение освещенности (Еср), лк	Коэффициенты неравномерности	
		Емин:Еср Не менее	Емин:Емакс Не менее
Режим 4 – Баскетбол, теннис; проведение национальных и международных соревнований с телевизионной трансляцией высокой четкости			
Вертикальная освещенность на высоте 1,5м в плоскостях, ориентированных в сторону главной камеры, лк	2000	0,7	0,6
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	-	0,8	0,7
Режим 5 – Баскетбол, теннис; обеспечение непрерывной телетрансляции при аварийном отключении электроэнергии			
Вертикальная освещенность на высоте 1,5м в плоскостях, ориентированных в сторону главной камеры, лк	1000	0,6	0,4
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	-	0,7	0,6
Режим 6 – Баскетбол, теннис; проведение национальных соревнований без телевизионной трансляции			
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	1200	0,7	0,6
Режим 7 – Бокс; проведение национальных и международных соревнований с телевизионной трансляцией высокой четкости			
Вертикальная освещенность на высоте 1,5м в плоскостях, ориентированных в сторону главной камеры, лк	2000	0,7	0,6
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	-	0,8	0,7
Режим 8 – Бокс; проведение национальных соревнований без телевизионной трансляции			
Вертикальная освещенность на высоте 1,5м в плоскостях, перпендикулярных осям, лк	1000	-	-
Горизонтальная освещенность на поверхности игровой площадки, лк	2000	0,8	0,6
Режим 9 – Дежурное освещение			
Горизонтальная освещенность на поверхности ледовой арены, лк	100	-	-
Режим 10 – Освещение трибун			
Горизонтальная освещенность на поверхности трибун, лк	50	-	-
Режим 11 – Аварийное (эвакуационное) освещение			
Горизонтальная освещенность на полу основных проходов, лк	25	-	-

В режимах с телевизионной трансляцией средняя освещенность первых 12 зрительских рядов должна составлять 25-30 % от средней освещенности игровой площадки.

Таблица 1.9 – Описание осветительной установки

Режим	Количество осветительных приборов, шт.	Мощность источника света в 1 осветительном приборе, кВт	Суммарная мощность с учетом потерь в ПРА, кВт
1	256	1,0	294,4
2	136	1,0	156,4
3	80	1,0	92
4	192	1,0	220,8
5	112	1,0	128,8
6	64	1,0	73,6
7	48	1,0	55,2
8	24	1,0	27,6
9	16	1,0	18,4
10	64	0,4	29,5
11	32	0,4	18,16
	83	0,036	
Освещение ходовых мостиков	250	0,036	10,35
Максимальная нагрузка	256	1,0	334,25
	64	0,4	
	250	0,036	

Тепловые потери газозарядных металлогалогенных ламп составляют 75% от мощности.

Максимальные теплотери – 251 кВт.

### **Электрическое освещение**

Освещение главной арены состоит из трех систем:

- система освещения ледового поля;
- система освещения трибун;
- система освещения мостиков обслуживания.

#### *Система освещения ледового поля*

168 прожекторов R3 MAXI (Siteco) с металлогалогенной лампой 1000 Вт с блоком мгновенного перезажигания лампы.

134 прожектора R3 MAXI (Siteco) с металлогалогенной лампой 1000 Вт с обычным ПРА.

Прожектора устанавливаются мостики обслуживания.

#### *Система освещения трибун*

32 прожектора A2 MIDI/S2 MIDI (Siteco) с металлогалогенной лампой 400 Вт с блоком мгновенного перезажигания лампы.

32 прожектора A2 MIDI/S2 MIDI (Siteco) с металлогалогенной лампой 400 Вт с обычным ПРА.

Прожектора устанавливаются мостики обслуживания.

#### *Система освещения мостиков обслуживания*

250 светильников MONSUN 1xT26/36 Вт с люминесцентной лампой мощностью 36 Вт.

Светильники устанавливаются на ограждении мостиков с шагом 4м.

### Силовое оборудование

4 шт источник бесперебойного питания Powerare 9390 “on-line” с двойным преобразованием 3ф/3ф 80кВА/72кВт.

Комплект аккумуляторных батарей в батарейном шкафу на 10 мин автономной работы.

### Вертикальный транспорт

26 единиц оборудования вертикального транспорта: 6 эскалаторов и 20 лифтов.

Лифты:

Л1, Л2, Л3, Л4 (1000 кг) – 17,9 кВт.

Л5, Л8, Л12, Л13, Л15 (1000 кг) – 6 кВт

Л6, Л11 (450 кг) – 2,8 кВт

Л7, Л10 (2000 кг) – 10,7 кВт

Л9, Л14, Л16 (1000 кг) – 6,6 кВт

Л17, Л18, Л19, Л20 (630 кг) – 2,8 кВт.

### Электроснабжение технологического оборудования хладоцентра

Таблица 1.10 – Таблица электрических нагрузок

№	Наименование потребителей	Руст, кВт	Кол-во	Руст, сумм	Коф-т	Ррасч, кВт	COS	S, кВА	Ток ном., А
Холодоснабжение ледовых полей									
Секция 1ТП									
1	Щит холодильной машины ЩУ ХМ 1.1	400	1	400	0,7	280	0,8	350	530,3
2	Щит холодильной машины ЩУ ХМ 1.2	400	1	400	0,7	280	0,8	350	530,3
3	Насосы холодо-снабжения	37	2	74	0,7	51,8	0,8	64,75	98,4
4	Насосы теплоснабжения	30	2	60	0,7	42	0,8	52,5	79,55
5	Насосы утилизации	11	1	11	0,5	5,5	0,8	6,88	10,42
6	Сухой охладитель 3,6x4	14,4	3	43,2	0,7	30,24	0,8	37,8	57,27
7	Насос заправки	0,75	1	0,75	0	0	0,8	0	0
8	Самовсасывающий насос	4	1	4	0	0	0,8	0	0
9	Щит автоматики ЩА 1.3 (АВР)	8	1	8	0	0	0,9	0	0
	ИТОГО Секция 1ТП			1000,95	0,69	689,54	0,8	861,93	1305,95

№	Наименование потребителей	Руст, кВт	Кол-во	Руст, сумм	Коф-т	Ррасч, кВт	COS	S, кВА	Ток ном., А
Секция 2ТП									
1	Щит холодильной машины ЩУ ХМ 1.1	400	1	400	0,85	340	0,8	425	643,95
2	Насосы холодо-снабжения	37	2	74	0,7	51,8	0,8	64,75	98,4
3	Насосы теплоснабжения	30	2	60	0,7	42	0,8	52,5	79,55
4	Насосы утилизации	11	2	22	0,5	11	0,8	13,75	20,83
5	Сухой охладитель 3,6x4	14,4	3	43,2	0,7	30,24	0,8	37,8	57,27
6	Насос заправки	0,75	1	0,75	0	0	0,8	0	0
7	Самовсасывающий насос	4	1	4	0	0	0,8	0	0
8	Заправочная станция	3	1	3	0	0	0,8	0	0
9	Щит автоматики ЩА 1.3 (АВР)	8	1	8	1	8	0,9	8,89	13,47
10	Щит собственных нужд ХЦ	20	1	20	0,6	12	0,9	13,33	20,2
	ИТОГО Секция 2ТП			634,95	0,78	495,04	0,8	616,02	933,37
	ИТОГО Нагрузка на ТП			1635,9	0,72	1184,6	0,8	1477,95	2239,31
	Нагрузка на ТП аварийный режим (в работе 2 ХМ)							870	1318,18
Холодоснабжение системы вентиляции									
Секция 1ТП									
1	Щит холодильной машины ХМ 2.1	516	1	516	0,7	361,2	0,8	451,5	684,09
2	Щит холодильной машины ХМ 2.2	516	1	516	0,7	361,2	0,8	451,5	684,09
3	Насосы холодо-снабжения	75	2	150	0,85	127,5	0,8	159,38	241,48
4	Насосы теплоснабжения	75	3	225	0,7	157,5	0,8	196,88	298,3
5	Сухой охладитель 1,7x10	17	8	136	0,7	95,2	0,8	119	180,3
6	Щит автоматики ЩА2 (АВР)	8	1	8	1	8	0,9	8,89	13,47
7	Щит собственных нужд ввод 2	20	1	20	0,5	10	0,9	11,11	16,84
	ИТОГО Секция 1ТП			1571	0,71	1120,6	0,8	1398,25	2118,56



Установленная мощность электрооборудования  $P_{уст}=3406,2$  кВт

Расчетная мощность электрооборудования  $P_{расч}=2128,14$  кВт

$S_{расч}=2658,81$  кВА

#### **Теплоснабжение воздушно-тепловых завес (спецификация)**

Насос циркуляционный UPS 25-80 180 , N=190Вт, Grundfos (12 шт)

Воздушно-тепловая завеса DEFENDER XW EUROHEAT (92 шт)

#### **Отопление конвекторное (спецификация)**

1. Насос циркуляционный UPS 25-55 180, N=105 Вт (8шт)

2. Насос циркуляционный UPS 25-60 130, N=90 Вт (2шт)

3. Конвектор Eva KT L=2,5м, Q=1,4кВт (78 шт)

4. Конвектор Eva KB 80 L=2м, Q=3,69кВт (12 шт)

5. Конвектор Eva KB 80 L=2,5м, Q=4,78кВт (42 шт)

#### **Отопление. Теплоснабжение систем вентиляции, теплоснабжение систем таяния снега, теплоснабжение воздушно-отопительных агрегатов, теплоснабжение хладоцентра, теплоснабжение ВПУ (спецификация)**

1. Насос циркуляционный UPS 15-40 130, N=45 Вт (13шт)

2. Насос циркуляционный UPS 25-120 180, N=235 Вт (5шт)

3. Насос циркуляционный UPS 25-40 130, N=60 Вт (9шт)

4. Насос циркуляционный UPS 32-55 200, N=115 Вт (6шт)

5. Насос циркуляционный UPS 40-50 f250, N=245 Вт (15шт)

6. Воздушно-отопительный агрегат VOLCANO VR1 (4 шт)

#### **Отопление радиаторное (спецификация)**

Электроконвектор N=750 Вт THERMOR 750 Вт EVIDENCE (4 шт)

#### **Холодоснабжение (система кондиционирования воздуха) (спецификация)**

Сплит-системы R410A

1. RSK35G/FTXS35G Daikin (1 рабочий + 1 резервный): кроссовое помещение 0055, 00385, 00386, 034а, 063а, 422, 494, 482, 427а; аппаратная ОТУ ФО России 00140/2; телекоммуникационное помещение 00156, 2057, 2075, 2089, 2094, 3146, 3148, 3150, 3152; помещение для размещения оборудования КЦСКС 00177, 00217, 1052, 1079, 1126, 1158, 1205.

2. RR125BW/FHQ125B (2 рабочих + 2 резервных): центральный узел связи 0097, аппаратная ССОИ 052, аппаратная ТВ и табло раб. зала 446, ТАС 491.

3. RR100BW/FHQ100B (2 рабочих + 2 резервных): ред. узел связи 00120

4. RKS60F/FTKS60F (1 рабочий + 1 резервный): узел ввода связи 00122, 00351; помещение звукоаппаратной 447

5. RKS60F/FTKS60F (1 рабочий): кабинет заведующего 0387/3

6. FAQ100B/RR100BV/W (1 рабочий): пост охраны и видеонаблюдение 035
7. RR125BW/FHQ125B (1 рабочий + 1 резервный): размещение оборудования систем безопасности 036; центральная диспетчерская ССОИ 051; электрощитовая 515, 516
8. RKS71F/FTKS71F (1 рабочий + 1 резервный): штаб милиции 055
9. RKS71F/FTKS71F (1 рабочий): оперативный штаб 062; электрощитовая 507, 508, 509, 510
10. RKS50G/FTXS50G (1 рабочий + 1 резервный): электрощитовая 1055, 1061,
11. RKS25G/FTXS25G (1 рабочий): электрощитовая 1077, 1070; звукоаппаратная
12. RKS50G/FTXS50G (1 рабочий): электрощитовая 1101,1125,445; диммерная
13. RKS20G/FTXS20G (1 рабочий + 1 резервный): помещение для размещения оборудования КЦСКС 1206, 1207, 1208
14. RKS20G/FTXS20G (1 рабочий): электрощитовая 2059, 2060, 2071, 2072, 2090, 2095, 3147, 3149, 3151, 3153, 427, 492, 488; телекоммуникационное помещение 517, 518, 519, 520

#### **Вытяжные системы (спецификация)**

- V19.1 вытяжная установка (10500 м<sup>3</sup>/час) YMA-0890H-1400W Johnson Control
- V21.1 канальный вентилятор КТ-70-40-6 Systemair
- V24.1, 25.1, 30.1, 32.1, 54.1, 72.1, 73.1 канальный вентилятор КТ-60-30-4 Systemair
- V27.1 Канальный вентилятор КТ-50-30-4 Systemair
- V28.1, 31.1 Кухонный вытяжной вентилятор MUB062-630D4-K2 Systemair
- V29.1 вытяжная установка (4900м<sup>3</sup>/час) YMA-0770H-1000W
- V34.1 канальный вентилятор КТ-80-50-6 Systemair
- V38.1 канальный вентилятор K160M Systemair
- V39.1 канальный вентилятор K250L Systemair
- V40.1, V70.1, V99.1, V100.1 канальный вентилятор K160XL Systemair
- V41.1 вытяжная установка (17490 м<sup>3</sup>/час) YMA-1330H-1900W
- V42.1 вытяжная установка (9100 м<sup>3</sup>/час) YMA-0930H-1450W
- V43.1 вытяжная установка (9100 м<sup>3</sup>/час) YMA-0890H-1450W
- V44.1 вытяжная установка (16300 м<sup>3</sup>/час) YMA-1210H-1750W
- V45.1, 46.1 вытяжная установка (24500 м<sup>3</sup>/час) YMA-1530H-2150W
- V47.1, 77.1 вытяжная установка (14600 м<sup>3</sup>/час) YMA-1130H-1600W
- V48.1, 49.1 шумоизолированный канальный вентилятор KVKE315M Systemair
- V50.1, 51.1 шумоизолированный канальный вентилятор RSI 60-35L3 Systemair
- V52.1, 53.1 канальный вентилятор K200L Systemair
- V55.1, 71.1, 117.1 канальный вентилятор KE-60-35-6 Systemair
- V65.1, 69.1, 79.1, 80.1, 118.1 канальный вентилятор K100XL Systemair

V66.1, 67.1 канальный вентилятор КТ 50-25-4 Systemair  
V74.1 вытяжная установка (16300 м<sup>3</sup>/час) YMA-1210H-1750W  
V75.1, 76.1 вытяжная установка (24500 м<sup>3</sup>/час) YMA-1530H-2150W  
V78.1 вытяжная установка (11100 м<sup>3</sup>/час) YMA-0970H-1400W  
V81.1, V87.1 – 90.1, 116.1 канальный вентилятор KE-40-20-4 Systemair  
V91.1 вытяжная установка (4400 м<sup>3</sup>/час) YMA-0730H-1000W  
V92.1 вытяжная установка (6575 м<sup>3</sup>/час) YMA-0810H-1250W  
V93.1 вытяжная установка (8700 м<sup>3</sup>/час) YMA-0850H-1350W  
V94.1 вытяжная установка (8700 м<sup>3</sup>/час) YMA-0770H-1250W  
V95.1 вытяжная установка (8700 м<sup>3</sup>/час) YMA-0770H-1000W  
V96.1, 98.1 канальный вентилятор КТ-60-35-4 Systemair  
V97.1 канальный вентилятор КТ-70-40-4 Systemair  
V101.1 – 102.1 кухонный вытяжной вентилятор MUB062 560DV-K2  
V103.1, 105.1-109.1, 111.1, 113.1-115.1 осевой вентилятор AR450E4 Systemair  
V104.1, 112.1 осевой вентилятор AR200E2-K Systemair  
V110.1 осевой вентилятор AR400E4-K Systemair

*Характеристика отопительно-вентиляционного оборудования Большой ледовой арены приведена в приложении А.*

## **1.2 Гостиничный комплекс**

### **Общая пояснительная записка**

*Краткая характеристика здания отеля*

1. Здание главного корпуса гостиничного комплекса:

- общая площадь здания – 18169 м<sup>2</sup>
- строительный объем – 77000 м<sup>3</sup>
- площадь застройки – 7000 м<sup>2</sup>
- этажность – 6 этажей и 2 подземных

2. Здание гостиничного корпуса с парковкой и СПА-центра с бассейном с восточной стороны:

- общая площадь здания – 10130 м<sup>2</sup>
- строительный объем – 33600 м<sup>3</sup>
- площадь застройки – 2600 м<sup>2</sup>
- количество машиномест – 46
- этажность - 7

3. Здание центрального гостиничного корпуса с парковкой:

- общая площадь здания – 7200 м<sup>2</sup>
- строительный объем – 28800 м<sup>3</sup>
- площадь застройки – 2200 м<sup>2</sup>
- количество машиномест – 34
- этажность – 6 этажей

4. Здание гостиничного корпуса с парковкой с западной стороны:

- общая площадь здания – 5050 м<sup>2</sup>
- строительный объем – 24000 м<sup>3</sup>
- площадь застройки – 1800 м<sup>2</sup>
- количество машиномест – 33
- этажность – 6 этажей.

*Основные технико-экономические показатели*

Площадь застройки – 20700 м<sup>2</sup>

Общая площадь – 43950 м<sup>2</sup>

Общая площадь террас – 17900 м<sup>2</sup>

Строительный объем – 220000 м<sup>3</sup>

*Вентиляция*

Для номеров отеля, тренажерного зала, помещения бассейна запроектированы механические системы приточно-вытяжной вентиляции с перекрестно-точным рекуператором. Запроектированы установки компании VTS с установленными шумоглушителями на приточных и вытяжных воздуховодах. Забор воздуха осуществляется через наружные решетки, установленные в венткамере на цокольном этаже. Выброс воздуха осуществляется в атмосферу через зонт, установленный на кровле. Очистка выбросов предусмотрена входящими в комплект вытяжной установки фильтрами типа EU4.

Проектом предусматривается установка вентиляторов компании Swegon с роторным рекуператором; для помещения бассейна система приточно-вытяжной вентиляции с перекрестно-точным рекуператором (установка компании Menerga).

Для помещения бассейна предусматривается двухступенчатый подогрев воздуха, для исключения выпадения конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций.

Для горячего цеха запроектирована установка напольных вентиляторов компании VTS, установленных в венткамере на цокольном этаже.

Для технических помещений запроектирована установка канальных и крышных вентиляторов компании Systemair, установленных в венткамере на цокольном этаже и на кровле. Выброс воздуха осуществляется через кровлю.

Для достижения в помещениях нормируемых температур в летнее время запроектирована установка системы кондиционирования воздуха.

Для охлаждения наружного воздуха и подачи его в помещения запроектирована система «чиллер-фанкойл». Чиллеры с центробежными вентиляторами устанавливаются на цокольном этаже. От чиллера охлаждающая жидкость идет на теплообменник приточной установки, где она охлаждает наружный воздух, и на фанкойлы, установленные в коридорах. Фанкойлы позволяют регулировать температуру в помещении индивидуально.

В качестве оборудования для системы кондиционирования запроектирована установка чиллеров Wesper охлаждением с помощью центробежных вентиляторов. Данный чиллер может использоваться также в качестве «теплового насоса». Забор и выброс воздуха для чиллера осуществляется через наружные решетки, установленные на цокольном этаже. Насосная станция для перекачки охлаждающей жидкости входит в комплект чиллера. Для регулировки расхода охлаждающей жидкости на магистралях устанавливаются балансировочные клапаны.

Для санузлов помещений запроектирована установка бытового вентилятора Systemair BF-100, установленная под потолком. Выброс воздуха осуществляется через торцевую стену.

Таблица 1.11 – Электроосвещение

Наименование	Требования
Паркинг	Рабочее освещение (100 лк), аварийное (эвакуационное) освещение (10 лк)
Ресторан, бар	Рабочее освещение всех помещений от 150 до 300 лк в зависимости от назначения помещений и архитектурных решений. Аварийное освещение (эвакуационное и безопасности) – 10лк
Помещения администрации	Рабочее освещение всех помещений от 300 до 400 лк
Коридоры, вестибюли	Рабочее освещение всех помещений от 100 до 200 лк
Помещения номерного фонда	Рабочее освещение всех помещений от 75 до 300 лк в зависимости от назначения помещения и архитектурных решений
Технологические помещения	Рабочее освещение всех помещений от 100 до 150 лк
Серверная, помещение коммуникационного оборудования	Рабочее освещение всех помещений от 300 до 400 лк

Таблица 1.12 – Водоснабжение

№	Наименование	Водопотребление, м <sup>3</sup> /сут		Водоотведение, м <sup>3</sup> /сут	Потери, м <sup>3</sup> /сут
		ХВС	ГВС		
1	Хоз.-пит. водопровод	199,41	144,83	327,992	16,25
1.1	Бытовые нужды	183,16	144,83	327,992	-
1.1.1	Гостиничный комплекс	181,65	148,4	325,05	-
1.1.2	Здание пожарного депо	1,49	1,42	2,91	-
1.1.3	КПП	0,021	0,011	0,032	-

№	Наименование	Водопотребление, м <sup>3</sup> /сут		Водоотведение, м <sup>3</sup> /сут	Потери, м <sup>3</sup> /сут
		ХВС	ГВС		
1.2	Поливка газонов (5000 м <sup>2</sup> )	15,0	-	-	15,0
1.3	Поливка тротуаров и проездов (2500 м <sup>2</sup> )	1,25	-	-	1,25
	Итого	344,25		327,992	16,25

Хозяйственно-питьевое водоснабжение:

Помещение водомерного узла №1 гостиничного корпуса: напор обеспечивается насосной установкой фирмы “Grundfos” Hudro MPC-E/S 2CR45-03 с расходом воды 92,42 м<sup>3</sup>/ч, напором 47 м и мощностью 11 кВт каждая (2 рабочих и один резервный) в комплекте с защитой от сухого хода, со шкафом управления Control.

Помещение водомерного узла №2 главного корпуса: напор обеспечивается насосной установкой фирмы “Grundfos” Hudro MPC-E 3CR32-06 с расходом воды 92,42 м<sup>3</sup>/ч, напором 53 м и мощностью 11 кВт каждая (2 рабочих и один резервный) в комплекте с защитой от сухого хода, со шкафом управления Control.

Описание системы горячего водоснабжения:

Система ГВС закрытая. Проектная температура горячей воды 55°С.

Для обеспечения требуемых расходов воды проектом предусматривается установка двух электрических водонагревателей “OSO 17R Maxi” мощностью 20 кВт и объемом 1000 л.

*Водоотведение*

- Канализационная насосная станция Multilift MD1.80.80.22.4.50.D/400 с двумя насосами; q=11,3 л/с; N=2,2 кВт

- Канализационная насосная станция Multilift MD1.80.80.40.4.51.D/400 с двумя насосами; q=8,3 л/с; N=4,0 кВт

- Канализационная насосная станция Sanicubic2Classic; q=2,0 л/с; N=1,5 кВт

- Канализационная насосная станция Sololift+WC-3; q=5,5 м<sup>3</sup>/ч; N=0,4 кВт

- Канализационная насосная станция LiftwayB с насосом AP12.40.04.A1; q=2 л/с; N=0,4 кВт

Хоз.-быт. канализация и производственная канализация (К1 и К3) – 411,57 м<sup>3</sup>/сут; 92,42 м<sup>3</sup>/ч; 45,24 л/с. В том числе производственная канализация (К3) – 219,02 м<sup>3</sup>/сут; 29,54 м<sup>3</sup>/ч; 10,26 л/с.

В венткамерах, помещениях насосных и ИТП предусмотрены насосы Unilift KP250; q=4 м<sup>3</sup>/ч; H=6,5 м; N=0,29 кВт.

*Теплоснабжение*

Теплоснабжение отдельно стоящих зданий на территории гостиничного комплекса централизованное – от котельной.

Теплоноситель в наружных тепловых сетях – вода с параметрами 85/60С при расчетной температуре наружного воздуха -15С.

Системы отопления в зданиях замкнутые двухтрубные.

Расчетные тепловые нагрузки:

- на отопление 2602000 Вт (2237317 ккал/ч);
- на вентиляцию 594500 Вт (511178 ккал/ч);
- на теплообменник бассейна 632000 Вт (543422 ккал/ч);
- на теплоснабжение теплого пола 50000Вт (42992 ккал/ч);
- на нужды ГВС 2401600 Вт (2065004 ккал/ч);

Общая расчетная мощность котельной 6280100 Вт (5399913 ккал/ч).

Расход тепла на ВТЗ 615000 Вт (528805 ккал/ч).

Расход холода (в теплый период года) 2476000 Вт (2128977 ккал/ч).

Установленная мощность электродвигателей 178,56 кВт.

Температура местных систем:

- отопление 80/60С;
- теплоснабжение систем вентиляции 85/60С;
- теплоснабжение теплообменника бассейна 85/60С;
- теплоснабжение системы теплого пола 85/60С;
- теплоснабжение системы ГВС 85/60С.

В системе горячего водоснабжения водопроводная вода нагревается до 60С.

Проектом предусмотрено независимое присоединение к городским тепловым сетям системы отопления. Системы теплоснабжения напольного отопления, теплоснабжения теплообменника бассейна, теплоснабжения вентиляционных установок присоединяются к тепловым сетям по зависимой схеме. Так же проектом предусмотрено автоматическое регулирование температуры теплоносителя системы отопления и теплоснабжения теплообменных аппаратов системы ГВС, поддержание постоянного давления в тепловых сетях, учет потребляемой тепловой энергии с помощью узла учета. В узле учета применяется счетчик КМ-5. Средства автоматизации и контроля позволяют организовать работу узла управления без постоянного обслуживающего персонала (с пребыванием обслуживающего персонала не более 50% рабочего дня).

Проектом предусмотрена установка:

- двух теплообменников отопления по 100% нагрузке каждый;
- двух теплообменников ГВС по 100% нагрузке каждый;
- двух циркуляционных насосов отопления;

- одного циркуляционного насоса теплоснабжения вентиляции;
- двух циркуляционных насосов ГВС;
- двух подпиточных насосов системы отопления;
- одного циркуляционного насоса на систему теплоснабжения теплообменников бассейна;
- одного циркуляционного насоса теплоснабжения системы теплого пола.

В качестве циркуляционных насосов использованы насосы фирмы “Grundfos” с частотными регуляторами.

#### *Технологические решения. Технология питания*

Гостиничный комплекс включает в себя:

- жилая зона (260 мест). Здания отелей с подземной парковкой на 107 машиномест. Спортивно-оздоровительный центр; столовая для персонала, ресторан на 400 посадочных мест и банкетный зал с единым административным подчинением.

- международная зона – зоны обслуживания и зона для спортсменов и официальных лиц, а также гостей олимпийской деревни подземной парковкой на 18 машиномест.

- служебная зона – помещения для вспомогательных служб.

#### Режим работы гостиничного комплекса

Круглогодично.

Режим рабочего времени персонала технических, эксплуатационных служб. Охраны, дежурных смен служб, предприятий общепита:

- круглосуточно, без выходных и праздничных дней;
- 2 смены по 12 часов, по графику.

Режим рабочего времени административно-управленческого персонала:

- 1 смена, 8 часов;
- с понедельника по пятницу, с двумя выходными.

Ресторан - 400 посадочных мест, банкетный зал – 250 посадочных мест.

#### Режим работы гаража

Круглогодично, круглосуточно.

Режим работы работающих в гараже – односменный, 250 рабочих дней в году. Продолжительность рабочей смены – 8 часов. Количество работающих в гараже – 5 человек.

Спортивные залы на отметке -3,600. Максимальная единовременная вместимость фитнес-зала - 30 человек; спортзала – 28 человек; гимнастического зала – 26 человек.

*Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности*

Общие теплопотери через ограждающую оболочку за отопительный период:

$$Q_h=14950941 \text{ МДж}$$



Удельные тепловые тепловыделения в здании:

$$q_{\text{int}}=11,6 \text{ Вт/м}^2$$

Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период:

$$Q_{\text{int}}=3853543 \text{ МДж}$$

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период:

$$Q_s=843027 \text{ МДж}$$

Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период:

$$Q_h^y=12648864 \text{ МДж}$$

Удельный расход тепловой энергии на отопление здания:

$$q_h^{\text{des}}=27 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$$

В целях экономии тепловых ресурсов в проекте предусмотрена установка автоматических терморегуляторов на отопительных приборах системы электрического отопления здания. В узлах управления конвекторами, тепловентиляторами, электрическим нагревом пола предусмотрена установка терморегуляторов и термометров.

Проектом предусмотрены следующие меры уменьшения потребления электроэнергии:

- применение светильников с люминесцентными лампами;
- внедрение системы диспетчеризации и автоматизированного учета электроэнергии;
- уменьшение потерь электроэнергии за счет оптимизации схем и режимов работы оборудования;
- сечения кабельных линий выбраны таким образом, что обеспечены минимальные потери напряжения и мощности;
- выравнивание нагрузок фаз в сетях 380/220 В;
- применено высокотехнологическое оборудование;
- обеспечение качества электроэнергии по ГОСТ 13109-97.

$$\text{Полезная площадь} - 39235 \text{ м}^2$$

$$\text{Расчетная площадь} - 24806 \text{ м}^2$$

$$\text{Отапливаемый объем} - 177827 \text{ м}^3$$

$$\text{Коэффициент остекленности фасада} - 0,14 \text{ (требуемый } 0,25)$$

$$\text{Показатель компактности здания} - 0,22 \text{ (требуемый } 0,32)$$

Таблица 1.13

Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	R, $\frac{м^2С}{Вт}$	Rтреб, $\frac{м^2С}{Вт}$
Наружные стены тип 1	11240,6	2,1	1,57
Наружные стены тип 2	3722,5	1,8	1,25
Наружные стены тип 3	6182	2,15	1,46
Окна, балконные двери и витражи	3277	0,56	0,35
Входные двери, ворота	80	0,67	0,50
Скатное покрытие	4367,5	3,63	3,52
Плоское покрытие	3952,8	2,15	2,12
Перекрытие над гаражом	2589,6	1,89	1,78
Полы по грунту	3912	7,32	-
Суммарная площадь	39324		

Таблица 1.14

Показатель	Обозначение и размерность показателя	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{tr}$ , Вт/(м <sup>2</sup> С)	-	0,54
Кратность воздухообмена	$n_a$ , 1/ч	-	0,83
Приведенный (условный) инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{inf}$ , Вт/(м <sup>2</sup> С)	-	1,13
Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m$ , Вт/(м <sup>2</sup> С)	-	1,67
Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_h$ , МДж	-	14950941
Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{int}$ , Вт/(м <sup>2</sup> )	-	11,6
Бытовые тепlopоступления в здание за отопительный период	$Q_{int}$ , МДж	-	3853543
Тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s$ , МДж	-	843027
Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_h^y$ , МДж	-	12648864
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$ , кДж/(м <sup>2</sup> Ссут)	29	27

### Заключение

Категория энергетической эффективности – С (нормальный).

Характеристика отопительно-вентиляционного оборудования гостиничного комплекса приведена в приложении Б.

### 1.3 Офисный комплекс

#### Общая пояснительная записка

Офисные работники – 1918 человек, численность служебного персонала и охраны – 67 человек.

Режим работы – 8 часов в день, 5 дней в неделю.

#### ИТП

Нагрузки на сети теплоснабжения:

- отопление – 0,85 Гкал/ч;
- вентиляция – 0,175 Гкал/ч;
- ГВС – 0,31 Гкал/ч;
- воздушная завеса -0,075 Гкал/ч;

Итого – 1,410 Гкал/ч.

Оборудование:

- циркуляционный насос системы отопления G=40,6 м<sup>3</sup>/ч, H=21,5м (TP 65-260/2, Grundfos) - 2 шт;
- циркуляционный насос системы вентиляции G=68,0 м<sup>3</sup>/ч, H=20,2м (TP 80-240/2, Grundfos) -2 шт;
- циркуляционный насос системы кондиционирования G=30,6 м<sup>3</sup>/ч, H=19,1м (TP 50-230/4, Grundfos) -2 шт;
- циркуляционный насос системы ГВС G=12,3 м<sup>3</sup>/ч, H=16,3м (TP 32-200/2, Grundfos) -2 шт;
- подпиточный насос G=3,0 м<sup>3</sup>/ч, H=19,1м (CR 3-4, Grundfos) -2 шт;
- водонагреватель N=30кВт (17 REX 100; OSO) – 4 шт.

Таблица 1.15 – Техничко-экономические показатели проектируемых объектов капитального строительства

Наименование показателей	Количество	Единицы измерения
Общая площадь земельного участка	1,5	га
Площадь застройки	6900	м <sup>2</sup>
Площадь благоустройства:		
Твердое покрытие	7420	
Площадь озеленения	680	м <sup>2</sup>
Площадь озеленения крыш	925	
Общая площадь здания	42934	
Строительный объем здания	195068,79	м <sup>3</sup>
Подземный этаж	40262,44	
Этажи 01-09	150778,21	м <sup>3</sup>
Технический этаж	4028,14	
Этажность	9	Этажи
Этажность пристроек	2	Этажи

Наименование показателей	Количество	Единицы измерения
Верхняя отметка здания	42,8	м
Отметка по БСВ	48,8	м
Общая площадь фасада	16195	м <sup>2</sup>
Соотношение закрытых элементов/остекления, 2-9 этажи	62/38	%
Фасад технического этажа	858	м <sup>2</sup>
Количество машиномест	17	м/м
Из них 10% для МГН		
VIP м/м	10	
М/м на территории участка	18	
Количество служащих	1918	чел
Количество посетителей	400	

### *Теплоснабжение*

ИТП в подвале на отметке -4,650. Системы отопления и теплоснабжения калориферов присоединяются по независимой схеме через пластинчатые теплообменники, обеспечивающие температуру в местной системе отопления 85/60°С, в системе теплоснабжения калориферов первого подогрева приточных установок 85/60°С, второго подогрева приточных установок 60/40°С. В узле ввода устанавливаются приборы учета тепловой энергии.

### *Отопление*

Система отопления №1 – двухтрубная, с нижней разводкой магистралей, комбинированная: частично с вертикальными стояками, частично – горизонтальными.

Системы отопления №2, 3 и 4 – двухтрубные, с нижней разводкой магистралей, с лучевой скрытой разводкой труб в конструкции пола. Вертикальные стояки и распределительные коллекторы с отключающей и регулирующей арматурой располагаются в шахтах в коридорах.

Отопительные приборы – стальные панельные фирмы «Керми», в технических помещениях – регистры из гладких труб.

Регулирование теплоотдачи нагревательных приборов: центральное – по температурному графику, местное – с помощью термостатических вентилей “Danfoss”, установленных перед каждым нагревательным прибором.

В помещениях автостоянки отопление осуществляется воздушно-отопительными агрегатами.

Общий расход тепла на отопление здания 641 кВт.

### *Вентиляция*

Офисные помещения и переговорные: механическая приточно-вытяжная вентиляция с обработкой приточного воздуха в центральных кондиционерах, в которых наружный воздух очищается в фильтрах грубой и тонкой очистки, и далее в зимнее время нагревается и увлажняется, а в летнее время охлаждается и осушается. Вытяжные установки размещаются в верхнем техническом этаже.

Для снятия избыточных тепловыделений установлены автономные кондиционеры – доводчики (фанкойлы). В помещениях конференц-залов запроектирована система центрального кондиционирования воздуха из расчета подачи наружного воздуха по санитарной норме 30 м<sup>3</sup>/час на 1 человека.

Холодоснабжение здания осуществляется от двух групп холодильных машин, обслуживающих разные группы помещений. Холодильные машины размещаются на кровле здания над техническим этажом на отметке 40,350. Насосное и теплообменное оборудование размещается в отдельном помещении в техническом этаже на отметке 36,050.

Общий расход тепла на вентиляцию здания 2256 кВт.

#### *Водоснабжение*

Предусматривается установка счетчиков для учета потребления горячей и холодной воды для офисной части и столовой. Расчетное водопотребление составляет 114,72 м<sup>3</sup>/сут, в том числе 73,28 м<sup>3</sup>/сут – холодной воды и 41,44 м<sup>3</sup>/сут – горячей воды.

Таблица 1.16 – Максимальные расходы в системах водоснабжения

Водопотребители	Расходы воды								
	Q <sub>общ</sub>			Q <sub>хол</sub>			Q <sub>гор</sub>		
	м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /ч	л/с	м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /ч	л/с	м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /ч	л/с
Офисное здание	114,72	26,36	9,46	73,28	16,94	6,11	41,44	10,51	4,02

Расход тепла на горячее водоснабжение – 0,58 Гкал.

Установка ПД с частотным преобразователем (2 раб., 1 резервный) Q=36,3 м<sup>3</sup>/ч, H=58,9 м COR-3 MVI 1607-6/SKW.

#### *Водоотведение*

- канализационная насосная установка Wilo Drainlift L 2/15, Q=30 м<sup>3</sup>/час; H=10м; N=3,8 кВт – 2 шт;

- канализационная насосная установка Wilo Drainlift TMP 40/8, Q=5,5 м<sup>3</sup>/час; H=6м; N=0,45 кВт - 1 шт;

- дренажный насос Wilo Drain TS 40/14; Q=2 м<sup>3</sup>/час; H=12 м; N=1,1 кВт – 10 шт (1 раб.);

- дренажный насос Wilo Drain TS 50 H 111/11; Q=7,8 м<sup>3</sup>/час; H=12 м; N=1,5 кВт – 2 шт (2 раб.);

- дренажный насос Wilo Drain TMT 30-0,05 GG; Q=6 м<sup>3</sup>/час; H=11 м; N=0,55 кВт – 11 шт (3 раб.);

- дренажный насос Wilo Drain TS 50 H 122/15; Q=20 м<sup>3</sup>/час; H=13 м; N=2,0 кВт – 8 шт (2 раб.).

Таблица 1.17 – Характеристика оборудования холодильных станций

Обознач.	Кол-во	Наименование оборудования	Энергетические характеристики (на единицу оборудования)	Электрические характеристики (на единицу оборудования)	Примечание
XM 1-01 XM 1-02 XM 1-03	3	Воздухоохлаждаемая холодильная машина Series R TRANE RTAC 350 SE STD Хладагент R134a	Qхол=1046 кВт	Nраб=390,8кВт	2 раб., 1 резерв (кругло- годи́чно)
HX 1-01 HX 1-02 HX 1-03	3	Насос циркуляционный Grundfos TPE 100-390/2, внешний контур (гликоль)	Q=200 м3/ч	Nраб=22,0кВт	2 рабочих, 1 резервный
HX 1-04 HX 1-05 HX 1-06	3	Насос циркуляционный Grundfos TPE 100-390/2, внутренний контур (вода)	Q=180 м3/ч	Nраб=22,0кВт	2 рабочих, 1 резервный
XM 2-01 XM 2-02 XM 2-03 XM 2-04	4	Воздухоохлаждаемая холодильная машина Series R TRANE RTAC 300 SE STD Хладагент R134a	Qхол=942 кВт	Nраб=344,9кВт	4 рабочих (лето), 2 рабочих (зима)
HX 2-01 HX 2-02 HX 2-03 HX 2-04 HX 2-05	5	Насос циркуляционный Grundfos TPE 100-390/2, внешний контур (гликоль)	Q=180 м3/ч	Nраб=22,0кВт	4 рабочих, 1 резервный
HX 2-06 HX 2-07 HX 2-08	3	Насос циркуляционный Grundfos TPE 100-360/2, внутренний контур вентиляция (вода)	Q=155 м3/ч	Nраб=18,5кВт	2 рабочих, 1 резервный
HX 2-09 HX 2-10 HX 2-11	3	Насос циркуляционный Grundfos TPE 100-390/2, внутренний контур фанкойлы (вода)	Q=195 м3/ч	Nраб=22,0кВт	2 рабочих, 1 резервный
НПГ	1	Насос системы подпитки гликолиевых контуров Grundfos CR 3-13	Q=2 м3/ч	Nmax=1,1кВт	Периодического действия
НПВ	1	Насос системы подпитки водяных контуров Grundfos CR 3-13	Q=2 м3/ч	Nmax=1,1кВт	Периодического действия

## Электроснабжение

Основными электроприемниками являются:

- электрическое освещение;
- электрооборудование столовой;
- потребители офисных помещений;
- потребители инженерных систем.

Суммарная установочная мощность электроприемников составляет  $P_u=8599$  кВт,  $P_p=6877,5$  кВт. В том числе:

- освещение  $P_u=832$  кВт,  $P_p=775$  кВт;
- холодильный центр:  $P_u=2300$  кВт  $P_p=2300$  кВт;
- электрооборудование серверных и дата-центров:  $P_u=1120$  кВт,  $P_p=1120$  кВт.

Таблица 1.18 – Прецизионные кондиционеры СИАТ

№ систем	Количество	Наименование обслуживаемого помещения	Обозначение установки, характеристики
К16-К16р	2	ИБП	Magister CW030, $Q_x=31$ кВт, $N=1,27$ кВт
К17-К17р	2	ИБП	Magister CW030, $Q_x=28$ кВт, $N=1,27$ кВт
К18-К18р	2	ГРЩ	Expair2 CW016, $Q_x=15$ кВт, $N=0,75$ кВт
К19-К19р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=8$ кВт, $N=0,55$ кВт
К20-К20р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=8$ кВт, $N=0,55$ кВт
К21-К21р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=9$ кВт, $N=0,55$ кВт
К22-К22р	2	Аппаратная специальной связи	Expair2 CW012, $Q_x=8$ кВт, $N=0,55$ кВт
К23-К23р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=8$ кВт, $N=0,55$ кВт
К24-К24р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=8$ кВт, $N=0,55$ кВт
К25-К25р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=8$ кВт, $N=0,55$ кВт
К26-К26р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=10$ кВт, $N=0,55$ кВт
К27-К27р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=8$ кВт, $N=0,55$ кВт
К28-К28р	2	Кроссовая	Expair2 CW016, $Q_x=12$ кВт, $N=0,75$ кВт
К29-К29р	2	Кроссовая	Expair2 CW016, $Q_x=11$ кВт, $N=0,75$ кВт
К30-К30р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=9,5$ кВт, $N=0,55$ кВт
К31-К31р	2	Кроссовая	Expair2 CW016, $Q_x=11$ кВт, $N=0,75$ кВт
К32-К32р	2	Кроссовая	Expair2 CW016, $Q_x=12$ кВт, $N=0,75$ кВт
К33-К33р	2	Серверная СМИС	Expair2 CW012, $Q_x=8$ кВт, $N=0,55$ кВт
К34-К34р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=7,5$ кВт, $N=0,55$ кВт
К35-К35р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=8$ кВт, $N=0,55$ кВт
К36-К36р	2	Кроссовая	Expair2 CW012, $Q_x=9,5$ кВт, $N=0,55$ кВт

## Энергосбережение

Мероприятия по энергосбережению:

- применение утеплителей наружных ограждений с низким коэффициентом теплопроводности;
- терморегулирующие клапаны с термостатическими элементами для системы отопления;

- изоляция магистральных трубопроводов систем отопления и теплоснабжения, холодоснабжения;
- использование датчиков температуры для автоматического поддержания температуры приточного воздуха приточных установок;
- использование систем кондиционирования воздуха с рециркуляцией для экономии тепла в холодное время года и экономии холода в теплое время;
- использование тепла вытяжного воздуха для предварительного нагрева наружного воздуха в системах кондиционирования с роторными рекуператорами;
- автоматическое включение воздушно-тепловых завес по датчикам температуры;
- все приточные установки предусматриваются в комплекте с регулирующим узлом расхода теплоносителя и аппаратурой автоматики, обеспечивающей автоматическое поддержание постоянства температуры приточного воздуха;
- учет тепловой энергии, потребляемой зданием, производится путем установки расходомеров на подающем и обратном трубопроводах на вводе в здание;
- установка водосберегающей сантехнической аппаратуры, системы обнаружения протечек.

### **Энергетический паспорт здания**

#### *Строительные и энергетические показатели*

$t_{вн} = 20^{\circ}\text{C}$ , для лестниц -  $18^{\circ}\text{C}$ .

$t_{н} = -3^{\circ}\text{C}$

$z_{от} = 72$  суток

зона влажности – влажная

средняя температура за отопительный период  $6,4^{\circ}\text{C}$

Градусо-сутки отопительного периода  $979^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ .

Общая площадь наружных ограждений  $30057\text{ м}^2$

Общая площадь  $43350\text{ м}^2$

Полезная площадь (без автостоянки)  $31574\text{ м}^2$

Площадь расчетная  $24861\text{ м}^2$

Строительный объем  $201872\text{ м}^3$

Объем отапливаемый (без автостоянки)  $177759\text{ м}^3$

Коэффициент остекления фасадов  $0,63$

Показатель компактности здания  $0,17$



Таблица 1.18 – Наружные ограждающие конструкции здания

Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	R, $\frac{m^2C}{Вт}$	R <sub>треб</sub> , $\frac{m^2C}{Вт}$
Наружные стены тип 1	5299	4,32	1,49
Наружные стены тип 2 (техэтаж)	312	2,08	1,41
Внутренние стены (+5/+16)	971	1,34	0,86
Окна	9796	0,56	0,25
Покрытие тип 1 (главный вход)	13	2,24	1,99
Покрытие тип 2 (террасы)	896	5,02	1,99
Покрытие тип 3 (озелененные пристройки)	1869	5,02	1,99
Покрытие тип 4 (над 9 этажом)	2331	5,02	1,99
Покрытие тип 5 (над техническим этажом)	869	4,99	1,88
Покрытие над подземным этажом	136	3,95	1,99
Двери входные витражные	124	0,56	0,35
Двери входные глухие	30	0,94	0,35
Перекрытие над автостоянкой (+5/+20)	3284	0,80	1,07
Стены и полы по грунту	3926	7,21	
Суммарная площадь	30057		

Таблица 1.19

Показатель	Обозначение и размерность показателя	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{tr}$ , Вт/(м <sup>2</sup> С)	-	0,905
Кратность воздухообмена	n <sub>в</sub> , 1/ч	-	0,21
Приведенный (условный) инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания	$K_m^{inf}$ , Вт/(м <sup>2</sup> С)	-	0,363
Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_m$ , Вт/(м <sup>2</sup> С)	-	1,268
Общие теплотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_h$ , МДж	-	3224720
Удельные бытовые тепловыделения в здании	$Q_{int}$ , Вт/(м <sup>2</sup> )	-	5,0
Бытовые тепlopоступления в здание за отопительный период	$Q_{int}$ , МДж	-	771628
Тепlopоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s$ , МДж	-	1077544
Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_h^y$ , МДж	-	2055866
Расчетный коэффициент энергетической эффективности системы центрального теплоснабжения здания от источника теплоты	$E_o^{des}$	-	0,8

Показатель	Обозначение и размерность показателя	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
Коэффициент эффективности авторегулирования	$\zeta$	-	0,95
Коэффициент учета встречного теплового потока	k	-	1
Коэффициент учета дополнительного теплоснабжения	$\beta_h$	-	1,13
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_h^{des}$ , кДж/(м <sup>2</sup> Ссут)	80	66,1

### Заключение

Таким образом, проект теплозащитных свойств здания удовлетворяет нормативным требованиям по потребительским подходам. Класс энергоэффективности теплозащиты здания – «высокий».

### Электроснабжение здания

Установленная электрическая нагрузка здания в период проведения игр составит  $P_y=7655,2$  кВт, единовременная –  $P_p=6272,8$  кВт.

Таблица 1.20 – Расчета электрических нагрузок

Потребитель	$P_y$ , кВт	$P_p$ , кВт	$\cos\phi$	$S_p$ , кВА
ГРШ 1 ТП1				
Секция 1 (панель 4)				
Зарядное устройство стартерной батареи ДГУ	0,5	0,5	0,9	
ВРУ 7	103,7	98,8	0,94	
Итого по панели 4:	104,2	99,3	0,94	105,6
Панель 7 (ДГУ)				
Холодильная машина ХМ1-02 (рабочая)	397,9	397,9	0,8	
Щит 9-1ЩСВЛ (лифты, дымоудаление, подпор) (резервный ввод)	349,2	-	0,65	
Итого по панели 7:	400,1	399,8	0,94	425,3
Панель 8 (ИБП)				
Оборудование рабочих мест	484,6	484,6	0,98	494,5
Итого по секции 1	988,9	983,7	0,94	1046,5
Секция 2 (панель 5)				
Щит 9-1ЩСВЛ (лифты, дымоудаление, подпор) (резервный ввод)	349,2	83,5	0,65	
Щит ЩЗД (задвигки)	4,16	4,16	0,81	
Насосы циркуляционные НХ2-01 – НХ2-04, НХ2-08, НХ2-11	110,0	110,0	0,80	
Насосы НПП, НПВ	2,2	2,2	0,65	

Потребитель	Р <sub>у</sub> , кВт	Р <sub>р</sub> , кВт	COСф	Sp, кВА
Насос циркуляционные НХ2-05 – НХ2-07, НХ2-09, НХ2-10	132,0	132,0	0,80	
Холодильная машина ХМ2-01 (рабочая)	350,5	350,5	0,8	
Холодильная машина ХМ2-02 (рабочая)	350,5	350,5	0,8	
ВРУ	98,3	86,6	0,94	
Итого по секции 2:	1396,9	1119,5	0,94	1191,0
ГРЩ 2 ТП2				
Секция 1 (панель 4)				
Зарядное устройство стартерной батареи ДГУ	0,5	0,5	0,80	
ВРУ1	270,9	133,7	0,94	
ВРУ2	183,9	141,3	0,94	
Итого по панели 4	455,3	275,5	0,94	293,1
Панель 7 (ДГУ)				
Вентиляция дымоудаление	78,5	-	0,8	
Автоматика дымоудаления	10,5	10,5	0,9	
Автоматика вентсистем	11,1	11,1	0,9	
Газовое пожаротушение	9,9	9,9	0,9	
Видеонаблюдение, СКУД	41,2	41,2	0,9	
Диспетчерская	44,1	44,1	0,9	
Холодильная машина ХМ1-01 (рабочая)	397,9	397,9	0,8	
Холодильная машина ХМ1-03 (резервная)	397,9	397,9	0,8	
Насосная пожаротушения (резервный ввод)	216,2	-	0,8	
Итого по панели 7	593,3	504,8	0,94	
Панель 8 (ИБП)				
Оборудование рабочих мест	285,9	285,9	0,98	
Итого по секции 1	1333,6	1066,2	0,94	1134,3
Секция 2 (панель 5)				
Насосная пожаротушения (рабочий ввод)	216,2	5,2	0,8	
Насосы циркуляционные НХ1-01 – НХ1-06	88,0	88,0	0,8	
Холодильная машина ХМ2-03 (рабочая)	350,5	350,5	0,8	
Холодильная машина ХМ2-04 (рабочая)	350,5	350,5	0,8	
ВРУ1	183,0	144,75	0,94	
ВРУ2	160,8	149,1	0,94	
Итого по секции 2	1349,0	1088,1	0,94	1157,6
ГРЩ 3 ТП 3				
Секция 1 (панель 4)				
ВРУ 3	249,0	137,9	0,94	
ВРУ 4	131,3	101,2	0,94	
ВРУ 5	236,6	131,9	0,94	
ВРУ 6	183,64	139,9	0,94	
ВРУ конференц-зал	61,9	61,9	0,94	
ВРУ автостоянка	188,1	148,2	0,94	
ВРУ столовая	165,0	132,0	0,94	
ВРУ ИТП	73,15	72,9	0,96	

Потребитель	Р <sub>у</sub> , кВт	Р <sub>р</sub> , кВт	cosφ	Sp, кВА
ВРУ центральный штаб	77,25	65,6	0,94	
Наружное освещение (П-1ЩНО, 1-2ЩНО)	13,26	13,26	0,85	
Итого по секции 1	1379,3	1004,8	0,94	1068,9
Секция 2 (панель 5)				
ВРУ 3	172,0	133,5	0,94	
ВРУ 4	148,8	126,7	0,94	
ВРУ 5	165,8	129,5	0,94	
ВРУ 6	137,74	132,7	0,94	
ВРУ конференц-зал	62,9	61,7	0,94	
ВРУ автостоянка	169,9	134,7	0,94	
ВРУ столовая	172,5	138,0	0,94	
ВРУ ИТП	96,25	82,35	0,96	
ВРУ центральный штаб	70,3	60,0	0,94	
Наружное освещение (П-2ЩНО, 1-1ЩНО)	11,27	11,27	0,85	
Итого по секции 2	1207,5	1010,5	0,94	1075,0
ИТОГО по ГРЩ				
РТП ГРЩ 1	2385,8	2103,2	0,94	2237,4
ТП 1 ГРЩ 2	2682,6	2154,3	0,94	2291,8
ТП 2 ГРЩ 3	2586,8	2015,3	0,94	2143,9
Всего по объекту	7655,2	6272,8	0,94	6673,2

На период регламентных отключений сети ГВС предусмотрены водонагреватели общей мощностью 120 кВт.

#### *Освещение*

Аварийное – 10лк по основным проходам.

В проекте принимаются светильники с люминесцентными лампами.

Величины освещенности приняты по МГСН 2.06-99.

Для экономичного расходования электроэнергии предусматриваются следующие технические решения:

- применение в качестве основных источников света газоразрядных (люминесцентных) и светодиодных ламп для внутреннего освещения;
- применение преобразователей частоты в управлении двигателями насосных агрегатов;
- сокращение суммарной длины кабельно-проводниковых материалов в электрощитовых за счет размещения групповых электрощитов вблизи «центра нагрузок» обслуживаемых зон;
- централизованное управление электроосвещением, позволяющее рационально регулировать потребление в зависимости от времени суток;

- применение датчиков присутствия и датчиков освещенности, что позволяет более рационально освещать рабочие помещения;

- выделение дежурного освещения, составляющего 5% от рабочего освещения и используемого в ночной период, при отсутствии людей в здании.

*Характеристика отопительно-вентиляционного оборудования офисного комплекса приведена в приложении В.*

## 2 АНАЛИЗ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ГРУППАМ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ОЛИМПИАДЫ СОЧИ-2014. ТАБЛИЦЫ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

### 2.1 Большая ледовая арена

Анализ исходных данных по энергетическим нагрузкам ледовой арены показал:

1. Уровень теплозащиты наружных ограждений для отдельных элементов не соответствует требуемым значениям по СП 50-13330-2012; так: по стенам значения сопротивления теплопередачи ниже требуемых на 16025%; однако ряд конструкций покрытий существенно превышают требуемые значения сопротивления теплопередачи (в 2-3 раза). В целом приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания на 26% ниже требуемого значения, что характеризует достаточно высокий уровень теплозащиты ограждений.

2. В табл. 2.1 приведены данные по отопительной мощности в среднеотопительный период для характерных режимов эксплуатации арены, а также среднеотопительная удельная нагрузка.

Таблица 2.1 – Тепловые нагрузки на отопление и вентиляцию при разных режимах эксплуатации ледовой арены\*

Режим эксплуатации	Отопительная мощность при $t_n = +6,4^{\circ}\text{C}$ (среднеотопительный режим), кВт	Среднеотопительная нагрузка, Вт/м <sup>2</sup>
Соревнование	4591	11,3
Тренировки	3752	9,2
Трансформация	4766	11,7
Дежурный (спящий)	1307	3,2

\*Показатель ГСОП = 1251 (°C.сут.)

В качестве базового примем годовое распределение режимов:

- соревнования - 1500 час.;
- тренировки - 2500 час.;
- трансформация - 1760 час.;
- дежурный (спящий) - 3000 час.

Для базового варианта удельный расход энергии на отопление и вентиляцию составит 51,61 кВт-ч/м<sup>2</sup> год. По данным, представленным в проекте, удельная отопительная нагрузка составляет 16,5 кДж/(м<sup>3</sup> °C сут.) или 47,14 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

К сожалению, режим эксплуатации в проектных данных отсутствует.

3. Характеристики энергетических нагрузок на горячее водоснабжение приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Тепловые нагрузки на горячее водоснабжение при разных режимах эксплуатации ледовой арены

Режим эксплуатации	Тепловая мощность в рабочем режиме, кВт	Среднегодовая нагрузка, Вт/м <sup>2</sup>
Соревнование	2000/1000*	2,98/0,94**
Тренировки	1200/1000	1,81/0,92
Трансформация	1800/1000	2,68/0,90
Дежурный (спящий)	100/100	0,18/0,18

\* - числитель – общая мощность, знаменатель – в т.ч. за счет утилизации;

\*\* - числитель – общий показатель, знаменатель – за счет утилизации.

Для принятого базового режима эксплуатации удельная характеристика энергопотребления на горячее водоснабжение составит 8,42 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

Следует отметить, что общая потребность в горячем водоснабжении составляет 14,26 кВт-ч/м<sup>2</sup> год, а за счет утилизации теплоты, выделяемой конденсаторными блоками холодильных машин, удалось сэкономить – 5,84 кВт-ч/м<sup>2</sup> год (41%).

4. Нагрузки технологического холодоснабжения на охлаждение ледяных полей приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3 – Нагрузки технологического холодоснабжения ледовой арены\*

Режим	Холод, кВт	Рабочая электрическая нагрузка, кВт	Среднегодовая нагрузка, Вт/м <sup>2</sup> *
Намораживание льда	1820*	1184,6*	887,4
Соревнование	205	133,4	12,2
Тренировки	202	131,3	12,0
Дежурный (спящий)	170	110,5	10,1

\* Число часов работы в году ~96.

Принимая во внимание, что смена льда будет производиться 1 раз в год на период трансформации, удельный расход энергии на технологическое холодоснабжение составит 143,6 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

5. Нагрузки холодоснабжения для систем кондиционирования воздуха приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Нагрузки холодоснабжения для СКВ ледовой арены (без серверных)

Режим	Холод, кВт	Рабочая электрическая нагрузка, кВт	Среднегодовая нагрузка, Вт/м <sup>2</sup> *
Соревнование	2167	1120,6	5,2
Тренировки	984	493,7	2,3
Трансформация	2320	1164,1	5,4
Дежурный (спящий)	217	108,9	0,5

\* Градусосутки периода охлаждения приняты 766 (гр. Сутки)

Годовая удельная нагрузка холодоснабжения для СКВ для заданного базового режима эксплуатации составит 24,55 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

6. Холодоснабжение помещений с постоянными тепловыделениями обеспечивается постоянно (табл. 2.5).

Таблица 2.5 – Расход электроэнергии на автономные системы кондиционирования воздуха помещений с постоянными тепловыделениями

Установленная электрическая мощность, кВт	Годовое потребление электроэнергии, кВт-ч	Удельное годовое потребление электроэнергии, кВт-ч/м <sup>2</sup>
160,41	64765	0,674

Таким образом, суммарный общий показатель энергопотребления всеми системами холодоснабжения составит – 168,8 кВт-ч/м<sup>2</sup> год, причем основная доля энергопотребления приходится на технологический холод – 85%.

Таблица 2.6 – Характеристики насосных установок ледовой арены

Марка	Кол-во, шт.	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, МПа	Мощность		
				Установленная, кВт	Расчетная, кВт	Удельная, Вт/м <sup>3</sup> /ч
ЦТП (включая ХВС и ГВС)						
3MHS 40-125	3	58,64	0,18	2,2	1,54	26,3
3MHS 50-160	4	198,65	0,3	11,0	7,7	38,8
3M 50-160	4	154,30	0,3	5,5	3,85	27,0
CDX 70/05-160	3	9,62	0,21	0,37	0,30	32,8
Холодильный центр						
GN 8-160/3002	4	168	0,34	30,0	21,0	125,0
G 150-400 G11	5	475	0,364	75,0	52,5	112,0
G 150/400 G11	5	395	0,47	75,0	52,5	133,0



Марка	Кол-во, шт.	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, МПа	Мощность		
				Установленная, кВт	Расчетная, кВт	Удельная, Вт/м <sup>3</sup> /ч
Теплоснабжение завес						
UPS 25-80-180	12	2,0	0,012	0,19	0,135	67,5
Отопление						
UPS 25-55-180	8	3,0	0,032	0,105	0,085	28,3
UPS 25-60-130	2	2,0	0,03	0,09	0,06	30,0

Эти показатели характеризуют энергоэффективность трубопроводов сетей теплоснабжения и холодоснабжения.

g, Вт/м<sup>3</sup> в час

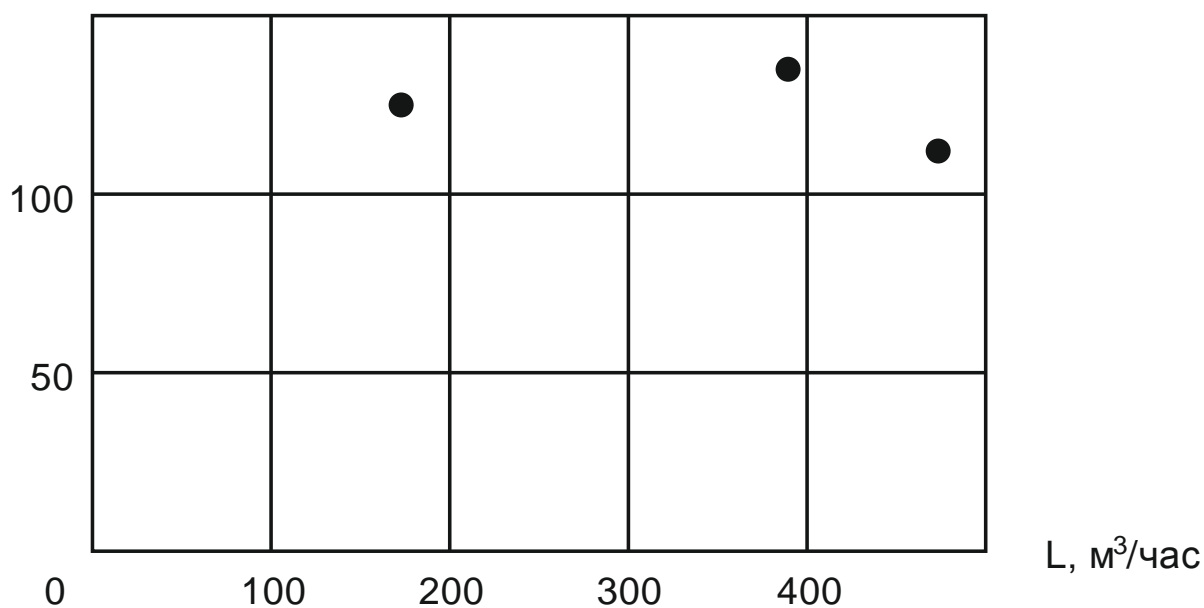


Рисунок 2.1 – Удельные расходы электрической энергии в трубопроводных сетях холодоснабжения ледовой арены

g, Вт/м<sup>3</sup> в час

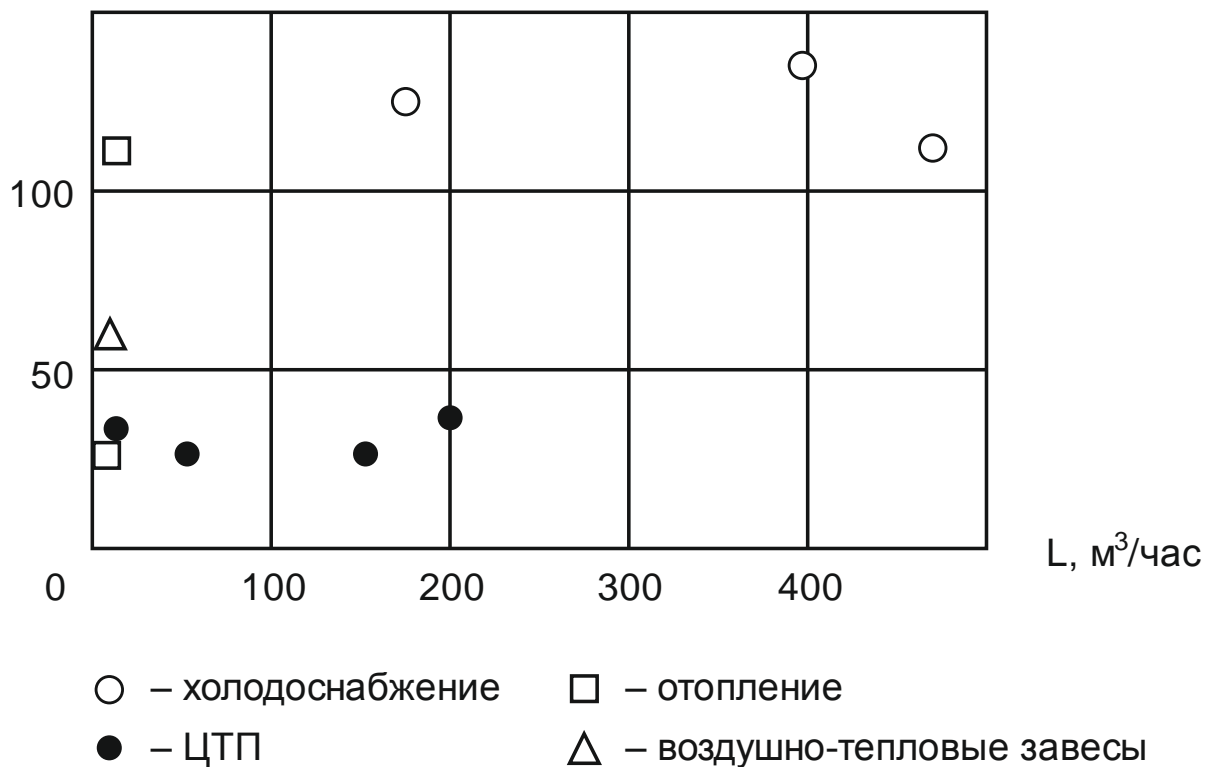


Рисунок 2.2 – Удельные расходы электрической энергии трубопроводных сетей ледовой арены

Среднегодовые показатели энергопотребления приводов насосов приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7 – Электрические нагрузки на привод насосов ледовой арены

Режим эксплуатации	Рабочая мощность двигателей насосов, кВт		Среднегодовая удельная нагрузка, Вт/м <sup>2</sup>
	Лето	Зима	
Соревнование	273	41	1,74
Тренировки	210	36	1,36
Трансформация	273	41	1,74
Дежурный (спящий)	63	30	0,52
Режим замораживания льда	210	210*	0,04

\* Продолжительность 96 часов

С учетом базового режима эксплуатации ледовой арены удельный расход электроэнергии на привод насосов составит 11 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

7. Характеристики вентиляционного оборудования ледовой арены приведены в табл. 2.8 и на рис. 2.3 и 2.4.

Таблица 2.8 – Характеристики вентустановок ледовой арены

Обозначение	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, Ра	Мощность		
			Установленная, кВт	Расчетная, кВт	Удельная, Вт/м <sup>3</sup> /ч
K1/B1-K20/B10	50000/40000	500/500	37/18,5	29,6/14,8	0,59/0,37
K11/B11-K12/B12	10000/8500	500/500	7,5/3,0	6,0/2,4	0,6/0,28
K13/B13	12000/12000	500/500	7,5/4,0	6,0/3,2	0,5/0,27
K14/B14	9560/8400	500/500	7,5/5,5	6,0/4,4	0,63/0,46
K15/B15	11500/10300	500/500	7,5/5,5	6,4/4,8	0,56/0,47
K16/B16	39300/36200	500/500	22,0/15,0	17,6/12,0	0,48/0,33
K17/B17	16300/16000	500/500	11,0/7,5	8,8/6,0	0,54/0,38
K18/B18	7550/7400	500/500	5,5/4,0	4,4/3,2	0,58/0,43
K19/B19	7560/6400	500/500	5,5/3,0	4,4/2,4	0,58/0,38
K20/B20	10200/5600	500/500	7,5/3,0	6,0/2,4	0,59/0,43
K21	6090	500	4,0	3,2	0,53
K22/B22	18140/10530	500/500	15/5,5	12,8/4,4	0,71/0,42
K23/B23	3810/3590	500/500	3,0/2,2	2,4/1,8	0,63/0,50
K24/B60	28900/36900	500/500	15,0/18,5	12/14,8	0,42/0,40
K25/B61	35100/56000	500/500	18,5/30	28,0/24,0	0,80/0,43
K26/B63	40000/62000	500/500	22,0/30,0	17,6/24,0	0,44/0,39
K28	3500	500	1,88	1,5	0,43
K29	2700	500	1,88	1,5	0,56
K30/B83	1260/2260	500/500	0,75/1,1	0,6/0,9	0,48/0,4
K31/B56	60000/55000	500/500	37,0/22,0	29,6/17,6	0,49/0,32
K32/B57	60000/55000	500/500	37,0/22,0	29,6/17,6	0,49/0,32
K33/B58	60000/55000	500/500	27,0/22,0	29,6/17,6	0,49/0,32
K34/B59	60000/55000	500/500	27,0/22,0	29,6/17,6	0,49/0,32
K35/B84	840/3260	500/500	1,1/2,2	0,9/1,8	1,0/0,55
K36/B85	1500/3200	500/500	1,1/2,2	0,9/1,8	0,6/0,55
K37/B86	2540/4400	500/500	1,5/2,2	1,2/1,8	0,47/0,41
K38/B64	7000/10300	500/500	4,0/5,5	3,2/4,4	0,46/0,43
П1/B35	3750/4900	500/500	2,2/3,0	1,8/2,4	0,48/0,49
П3/B36	2850/3050	500/500	1,5/1,5	1,2/1,2	0,42/0,40
П4/B37	9500/9500	500/500	5,5/5,5	4,4/4,2	0,46/0,43
П5	450	300	0,573	0,46	1,02
П6	4900	300	2,2	1,7	0,35
П7	705	300	0,573	0,46	0,65

Продолжение таблицы 2.8

Обозначение	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, Ра	Мощность		
			Установленная, кВт	Расчетная, кВт	Удельная, Вт/м <sup>3</sup> /ч
П8	300	300	0,106	0,09	0,30
П9	280	300	0,106	0,09	0,32
П10	500	300	0,573	0,46	1,28
П11	900	300	0,573	0,46	0,51
П12	1100	300	0,573	0,46	0,42
П13	2900	300	1,08	0,82	0,28
П14	1450	300	1,048	0,81	0,56
П15	1000	300	0,573	0,46	0,46
П16	3300	300	1,08	0,82	0,25
П17	2800	300	1,08	0,82	0,29
П18	600	300	0,573	0,46	0,77
П19	600	300	0,573	0,46	0,77
П20	600	300	0,573	0,46	0,36
В17	160	250	0,06	0,05	0,31
В21	330	250	0,1	0,08	0,24
В22	2395	250	1,36	1,01	0,42
В23	645	250	0,25	0,2	0,31
В33	300	250	0,1	0,08	0,27
В36	80	250	0,06	0,05	0,63
В62	170	250	0,06	0,05	0,29
В67	210	250	0,1	0,08	0,38
В82	900	250	0,32	0,25	0,28
В83	230	250	0,1	0,08	0,36
В84	220	250	0,06	0,05	0,23
В85	150	250	0,1	0,08	0,53
В19.1	10500	Нет данных	7,5	6	0,57
В21.1	Нет данных	Нет данных	1,628	1,3	-
В24.1, 25.1, 30.1, 32.1, 54.1, 72.1, 73.1	Нет данных	Нет данных	1,36	1,088	-
В27.1	Нет данных	Нет данных	0,789	0,63	-
В28.1, 31.1	Нет данных	Нет данных	3,348	2,678	-
В29.1	4900	Нет данных	3,0	2,4	0,49
В34.1	Нет данных	Нет данных	2,668	2,134	-
В38.1	Нет данных	Нет данных	0,06	0,048	-

Продолжение таблицы 2.8

Обозначение	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, Ра	Мощность		
			Установленная, кВт	Расчетная, кВт	Удельная, Вт/м <sup>3</sup> /ч
В 39.1	Нет данных	Нет данных	0,157	0,126	-
В40.1, 70.1, 99.1, 100.1	Нет данных	Нет данных	0,1	0,08	-
В41.1	17490	Нет данных	15	12	0,686
В42.1	9100	Нет данных	7,5	6	0,659
В43.1	9100	Нет данных	7,5	6	0,659
В44.1	16300	Нет данных	11	8,8	0,54
В45.1, 46.1	24500	Нет данных	15	12	0,49
В47.1, 77.1	14600	Нет данных	7,5	6	0,41
В 48.1, 49.1	Нет данных	Нет данных	0,285	0,228	-
В 50.1, 51.1	Нет данных	Нет данных	0,665	0,532	-
В 52.1, 53.1	Нет данных	Нет данных	0,159	0,127	-
В 55.1, 71.1, 117.1	Нет данных	Нет данных	0,562	0,45	-
В 65.1, 69.1, 79.1, 80.1, 118.1	Нет данных	Нет данных	0,059	0,047	-
В 66.1, 67.1	Нет данных	Нет данных	0,565	0,452	-
В74.1	16300	Нет данных	11	8,8	0,54
В75.1, 76.1	24500	Нет данных	15	12	0,49
В78.1	11100	Нет данных	7,5	6	0,54
В81.1, 87.1 90.1, 116.1	Нет данных	Нет данных	0,248	0,2	-
В91.1	4400	Нет данных	2,2	1,76	0,4
В92.1	6575	Нет данных	4	3,2	0,487
В93.1 – 95.1	8700	Нет данных	5,5	4,4	0,506
В 96.1, 98.1	Нет данных	Нет данных	2,474	1,98	-
В 97.1	Нет данных	Нет данных	3,616	2,89	-
В 101.1 – 102.1	Нет данных	Нет данных	2,338	1,87	-
В 103.1, 105.1 – 109.1, 111.1, 113.1 – 115.1	Нет данных	Нет данных	0,352	0,282	-
В 104.1, 112.1	Нет данных	Нет данных	0,071	0,057	-
В 110.1	Нет данных	Нет данных	0,16	0,128	-
А1-А4 ТВ	5500	-	0,61	0,49	0,09
У1-У92 Т3	1900	-	0,22	0,18	0,09
У97-У104 Т3	2100	-	0,3	0,24	0,11

$g, \text{Вт/м}^3 \text{ в час}$

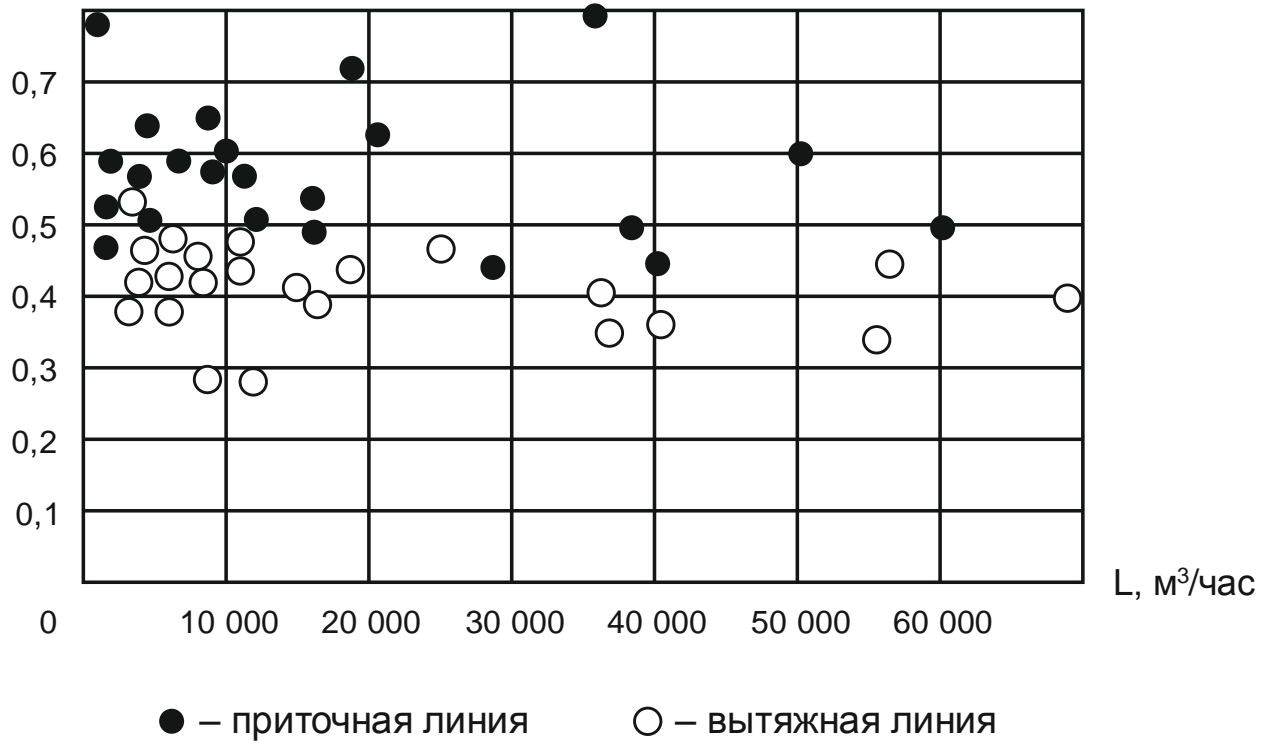


Рисунок 2.3 – Удельные расходы электрической энергии в вентустановках с утилизаторами теплоты ледовой арены

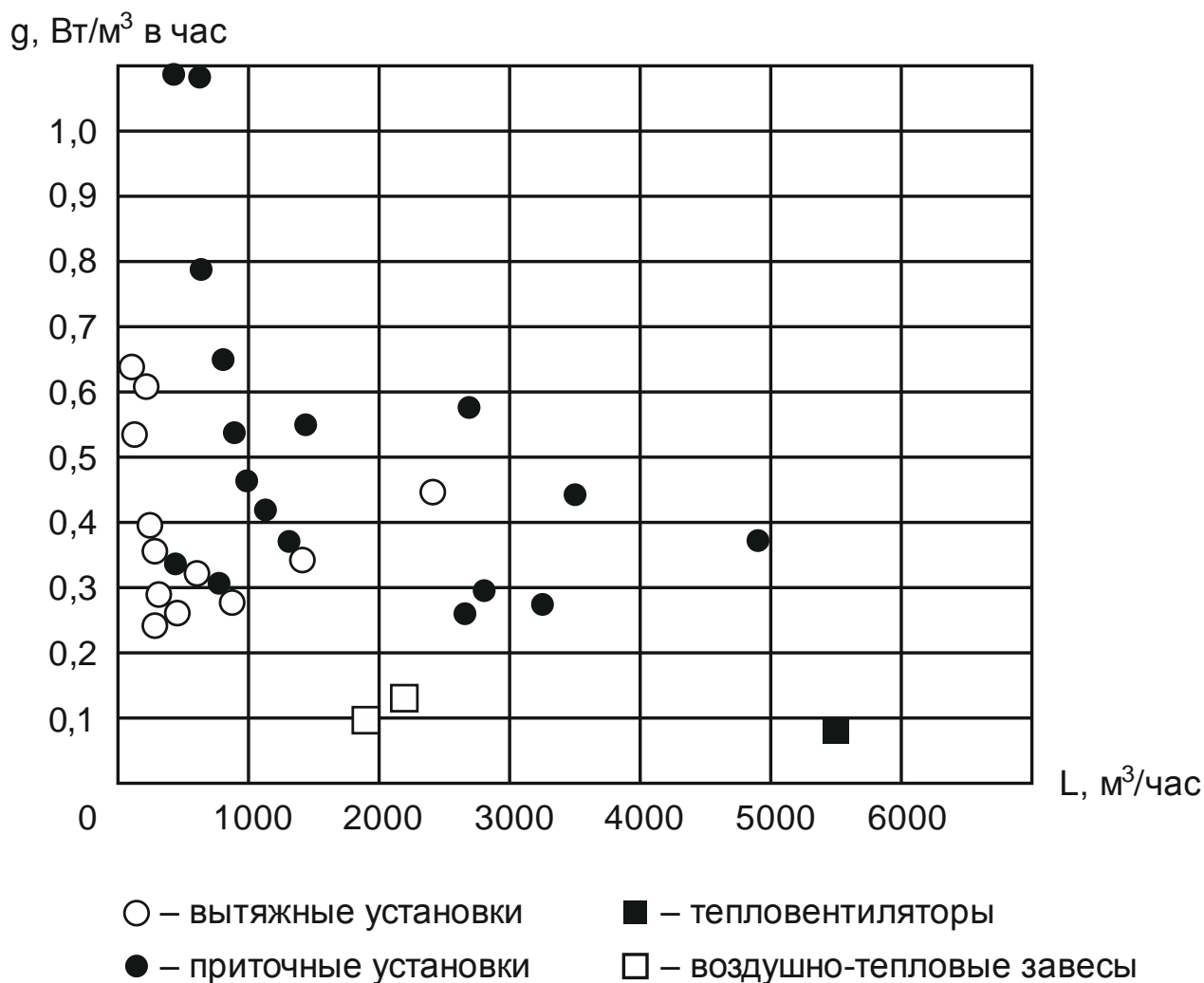


Рисунок 2.4 – Удельные расходы электрической энергии ледовой арены

Удельные расходы электроэнергии в приточных установках составляют от 0,3 до 1,1 Вт/м<sup>3</sup> в час, а вытяжных от 0,2 до 0,65 Вт/м<sup>3</sup> в час.

Тепловентиляторы и воздушные завесы имеют характеристики на уровне 0,08-0,12 Вт/м<sup>3</sup> в час.

Энергетические нагрузки вентустановок для характерных режимов эксплуатации ледовой арены приведены в табл. 2.9.

Таблица 2.9 – Электрические нагрузки на привод вентиляторов ледовой арены

Режим эксплуатации	Рабочая мощность двигателей насосов, кВт	Среднегодовая удельная нагрузка, Вт/м <sup>2</sup>
Соревнование	890,5	8,3
Тренировки	492,2	4,6
Трансформация	890,5	8,3
Дежурный (спящий)	96,8	0,9

Удельная нагрузка для базового режима для вентустановок составляет 41,25 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

8. Характеристики энергоемкости систем освещения ледовой арены для различных режимов эксплуатации приведены в табл. 2.10.

Таблица 2.10 – Расход электроэнергии на освещение

Режим эксплуатации	Электрическая мощность в рабочем режиме, кВт	Среднегодовая нагрузка, Вт/м <sup>2</sup>
Соревнование	2486*	25,9
Тренировки	2225*	23,15
Трансформация	2188*	22,76
Дежурный режим	247,9	2,58

\* Рабочий коэффициент искусственного освещения в среднегодовом режиме в период с 7:00 до 23:00 принят 0,95.

Удельный показатель расхода электроэнергии на освещение в базовом режиме принят 144,53 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

## 2.2 Гостиничный комплекс

Анализ исходных данных по энергетическим нагрузкам гостиничного комплекса показал:

1. Уровень теплозащиты наружных ограждений в целом удовлетворяет требованиям нормативных документов – превышение сопротивления теплопередаче по отдельным конструкциям составляет 5-25%.

2. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания составляет 27 кДж/(м<sup>3</sup> °С сут.), что чуть ниже нормативных требований (29 кДж/(м<sup>3</sup> °С сут.). По этому показателю здание по СП 50-13330 «Теплозащита зданий» относится к классу энергоэффективности «нормальный».

3. Суточный расход горячей воды в здании принят 148,4 м<sup>3</sup>/сутки. Расход горячей воды для номерного фонда должен составлять 70 л в сутки на одного проживающего или при 100% заполнении гостиницы 77 м<sup>3</sup>/сутки. Принимая полную загруженность ресторанов утром и 50% в вечернее время расход горячей воды для кухни должен составлять 20 м<sup>3</sup>/сутки. Таким образом заявленный расход горячей воды представляется завышенным даже с учетом водных процедур в бассейне и СПА.

Удельный расход горячей воды при 100% загрузки гостиницы – 80 кВт-ч/м<sup>2</sup> год, при 70% загрузки – 56 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

4. В гостинице предусмотрена система холодоснабжения по модели «чиллер-фанкойл». В представленной документации стадии «П» отсутствуют энергетические характеристики центра холодоснабжения.



В характеристиках систем вентиляции представлена общая расчетная нагрузка на охлаждение приточного воздуха в размере – 783,6 кВт.

По экспертной оценке установленная мощность холодильных машин может составлять 110-130 Вт/м<sup>2</sup>, а удельный показатель по холоду – 90-100 кВт-ч/м<sup>2</sup> год. Удельный расход электроэнергии – 45-50 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

5. Расход электроэнергии на привод циркуляционных насосов теплоснабжения, водоснабжения, холодоснабжения в представленной документации стадии «П» отсутствует.

По экспертной оценке он может быть принят в размере 2-3 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

Вентиляционные характеристики представлены в табл. 2.22 и на рис. 2.5 и 2.6. Установленная электрическая мощность приводов вентиляторов составляет – 168,5 кВт, потребляемая – 134,8 кВт. Общее годовое электропотребление составляет при 100% загрузке гостиницы 1.180.848 кВт-ч или в удельных показателях 26,9 кВт-ч/м<sup>2</sup> год при 70% загрузке соответственно 18,8 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

Удельные показатели расхода электроэнергии в системах вентиляции для рекуперационных установок составляют по притоку – около 0,4 Вт-ч/м<sup>3</sup> в час, по вытяжке – 0,3 Вт/м<sup>3</sup> в час.

6. Энергетические характеристики систем освещения в представленной документации стадии «П» отсутствуют.

По экспертной оценке удельный расход электроэнергии в гостинице может быть принят 70-75 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

Таблица 2.11 – Характеристики вентиляционных установок гостиницы

Обозначение	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, Ра	Мощность		
			Установленная, кВт	Рабочая, кВт	Удельная, Вт/м <sup>3</sup> /ч
П1/В1	17300/12365	720/710	8,5/6,0	6,8/4,8	0,39/0,39
П2/В5	9700/9700	600/600	5,5/4,5	4,4/3,6	0,45/0,37
П3/В6	5600/7500	400/400	4,7/3,3	3,8/2,6	0,68/0,35
П5/В11	18100/18100	460/460	8,5/6,0	6,8/2,8	0,38/0,27
П12/В21	18200/18200	550/550	8,5/6,0	6,8/4,8	0,37/0,26
П13/В22	18100/18100	460/460	8,5/6,0	6,8/4,8	0,38/0,27
П15/В25	18560/18560	400/400	8,5/6,0	6,8/4,8	0,37/0,26
П16/В26	16000/16000	400/400	8,5/6,0	6,8/4,8	0,43/0,30
П17/В27	16000/16000	400/400	8,5/6,0	6,8/4,8	0,43/0,30
П18/В29	9000/9000	380/380	5,5/4,5	4,4/3,6	0,49/0,40
П4	2500	450	1,9	1,5	0,6
П6	1200	280	1,0	0,8	0,67

Продолжение таблицы 2.11

Обозначение	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, Ра	Мощность		
			Установленная, кВт	Рабочая, кВт	Удельная, Вт/м <sup>3</sup> /ч
П7	3300	350	1,9	1,5	0,45
П8	1800	510	1,0	0,8	0,44
П9	3000	400	1,9	1,5	0,5
П10	3200	380	1,9	1,5	0,47
П11	3200	400	1,0	0,8	0,25
В2	2810	630	1,0	0,8	0,28
В3	655	550	0,4	0,3	0,46
В4	2000	300	0,4	0,3	0,15
В7	8600	460	2,0	2,4	0,28
В8	150	300	0,06	0,05	0,33
В9	300	300	0,1	0,08	0,27
В10	2800	450	0,7	0,6	0,21
В12	1600	400	0,4	0,3	0,19
В13	4000	300	1,1	0,88	0,22
В14	1600	400	0,4	0,3	0,19
В15	3000	350	0,7	0,6	0,200
В16	1600	400	0,4	0,3	0,19
В17	4000	300	1,1	0,88	0,22
В18	1600	400	0,4	0,3	0,19
В19	1000	250	0,4	0,3	0,30
В20	4000	300	1,1	0,88	0,22
У1 Т3	1800	-	0,6	0,5	0,28
У2 Т3	1800	-	0,6	0,5	0,28
У3 Т3	5700	-	3,7	3,5	0,61

g, Вт/м<sup>3</sup> в час

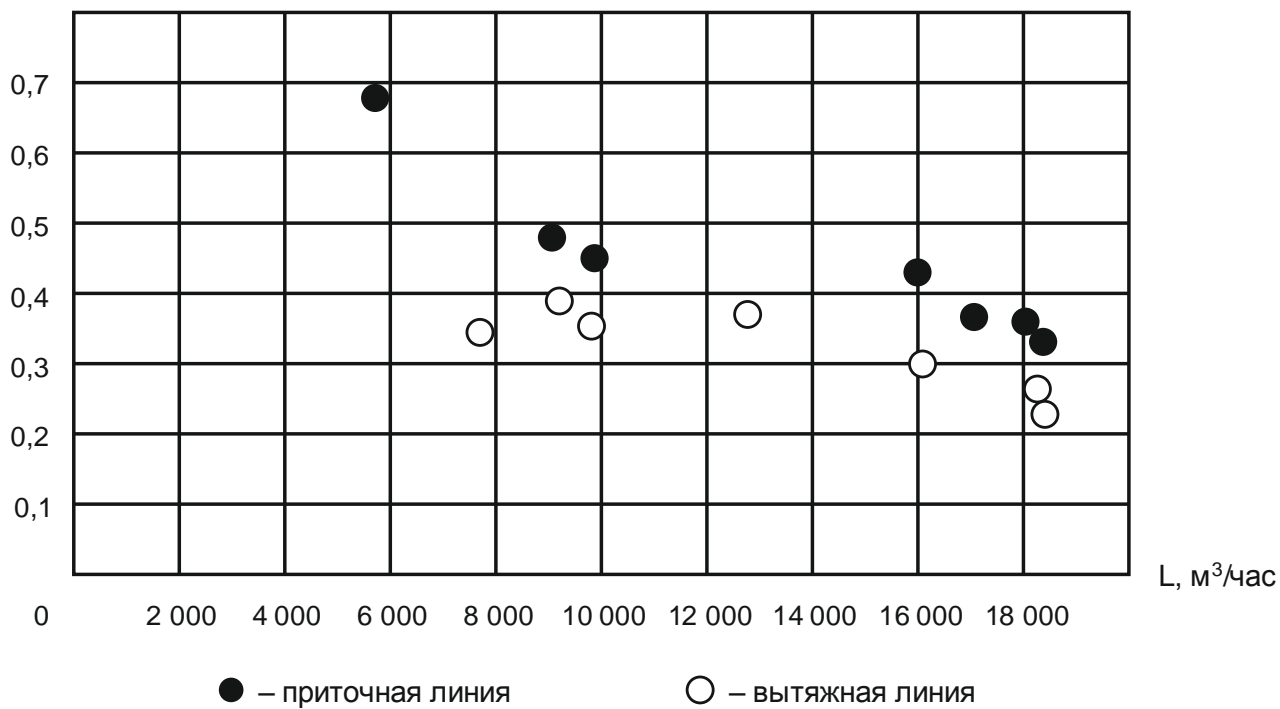


Рисунок 2.5 – Удельные расходы электрической энергии в вентустановках с утилизаторами тепла гостиницы

g, Вт/м<sup>3</sup> в час

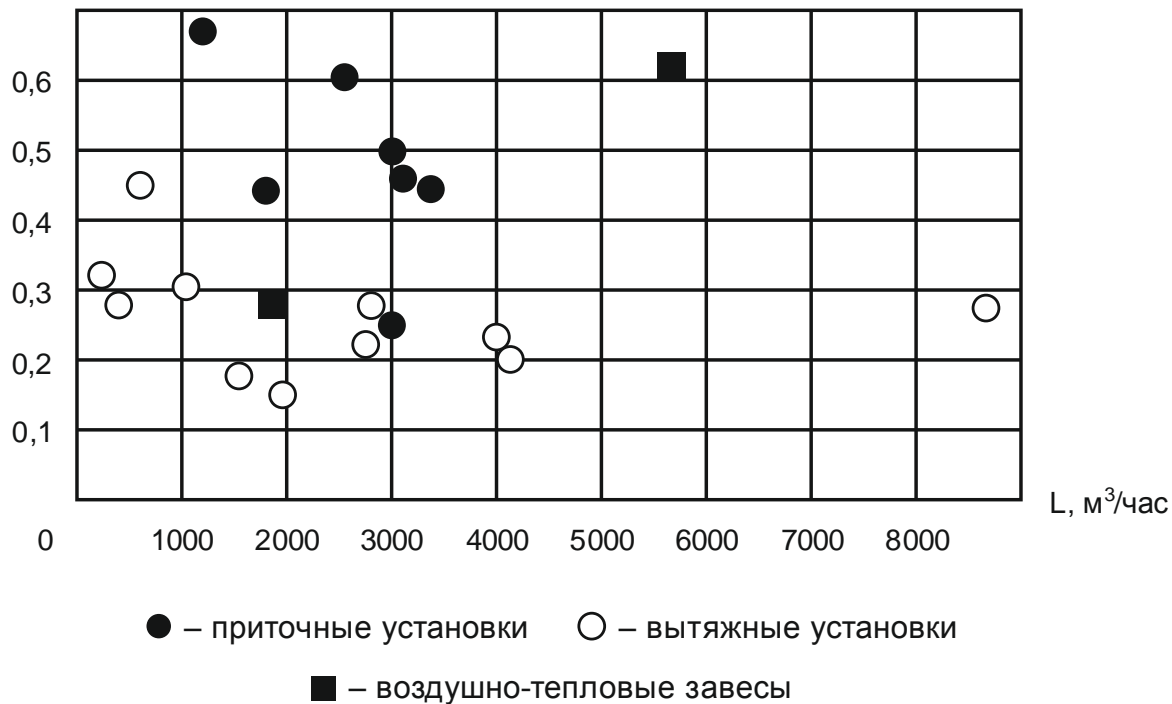


Рисунок 2.6 – Удельные расходы электрической энергии в вентустановках гостиницы

### 2.3 Офисный комплекс

Анализ исходных данных по энергетическим нагрузкам офисного здания показал:

1. Уровень теплозащиты наружных ограждений в в 2-4 раза выше требуемых значений по СП 50-13330 «Теплозащита зданий».

2. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания составляет 66,1 кДж/(м<sup>3</sup> °С сут.), что на 17% ниже требуемого показателя по СП 50-13330. По этому показателю здание относится к классу энергоэффективности «высокий».

3. Суточный расход горячей воды в здании принят 41,44 м<sup>3</sup>, что соответствует удельному показателю 19,1 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

Учитывая, что норматив расхода горячей воды на одного сотрудника составляет 5 л/сутки, а общая численность персонала – 1985 человек, то нормативный расход воды должен составлять 9,925 м<sup>3</sup>/сутки. Для столовой, рассчитанной на 200 посадочных мест, расчетный расход горячей воды 12 л/чел., что соответствует при 100% обеспечении сотрудников обедами – 23,82 м<sup>3</sup>/сутки.

Таким образом, представляется, что предусмотренный расход горячей воды завышен более, чем на 20%.

4. Холодоснабжение в теплый период года осуществляется от 6 холодильных машин общей мощностью 5860 кВт холода. Две машины работают круглый год и обеспечивают охлаждение помещений с постоянными тепловыделениями (серверные, кроссовые, ИБП, дата-центр). С учетом насосов холодильной станции среднегодовой холодильный коэффициент (EER) равен 2,42. По предварительной экспертной оценке холодильная нагрузка распределяется следующим образом:

- помещения с постоянными тепловыделениями с коэффициентом загрузки 0,7-46,1 кВт-ч/м<sup>2</sup> год;
- фанкойлы, обеспечивающие снятие теплоизбытков помещений – 34,7 кВт-ч/м<sup>2</sup> год;
- охлаждение приточного воздуха – 29,2 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

Итого, общий удельный расход холода составляет 110 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

Расход электроэнергии с учетом холодильного коэффициента составит 45,5 кВт-ч/м<sup>2</sup> год

5. Расход электроэнергии на привод циркуляционных насосов составляет 69345 кВт-ч в год или в удельных показателях – 2,2 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

Отметим, что в эти данные входят циркуляционные насосы водоснабжения и теплоснабжения (табл. 2.12 и рис. 2.7 и 2.8).

Насосы холодильного центра учитываются в холодильном коэффициенте (EER).

Таблица 2.12 – Характеристики насосного оборудования офисного здания

Марка	Кол-во, шт.	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, МПа	Мощность		
				Установленная, кВт	Рабочая, кВт	удельная, Вт/м <sup>3</sup> /ч
TP 65-260/2	2	40,6	0,215	-	3,8	93,5
TP 80-240/2	2	30,6	0,191	-	3,8	124,1
TP 32-200/2	2	12,3	0,163	-	1,1	89,4
COR-3* MV1 1607-6 SKW	2	36,3	0,589	-	10,8	297,0
TRE 100-90/2	3	200	Нет данных	Нет данных	22	110,0
TRE 100-390/2	3	180	Нет данных	Нет данных	22	122,2
NRE 100-390/2	5	180	Нет данных	Нет данных	22	122,2
TRE 100-360/2	3	155	Нет данных	Нет данных	18,5	119,4
TRE 100-390/2	3	195	Нет данных	Нет данных	22	112,8
UPS 15-40-130	13	1,0	0,02	0,045	0,03	30,0
UPS 25-120-180	5	2,0	0,08	0,235	0,235	117
UPS 25-40-130	9	1,2	0,02	0,06	0,045	37,5
UPS 40-50-250	15	5,0	0,035	0,245	0,150	30,0
UPS 32-55-200	6	4,0	0,035	0,115	0,105	26,3

\* Повысительная станция

$g, \text{Вт/м}^3 \text{ в час}$

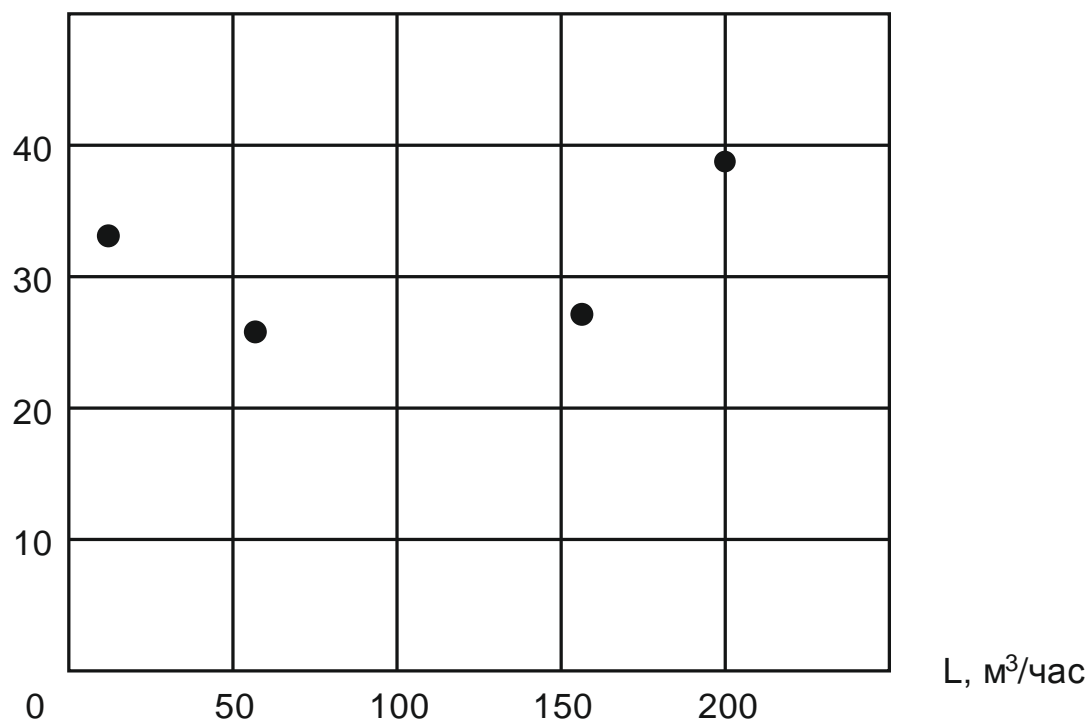


Рисунок 2.7 – Удельные расходы электрической энергии в трубопроводных сетях ЦТП офисного здания

g, Вт/м<sup>3</sup> в час

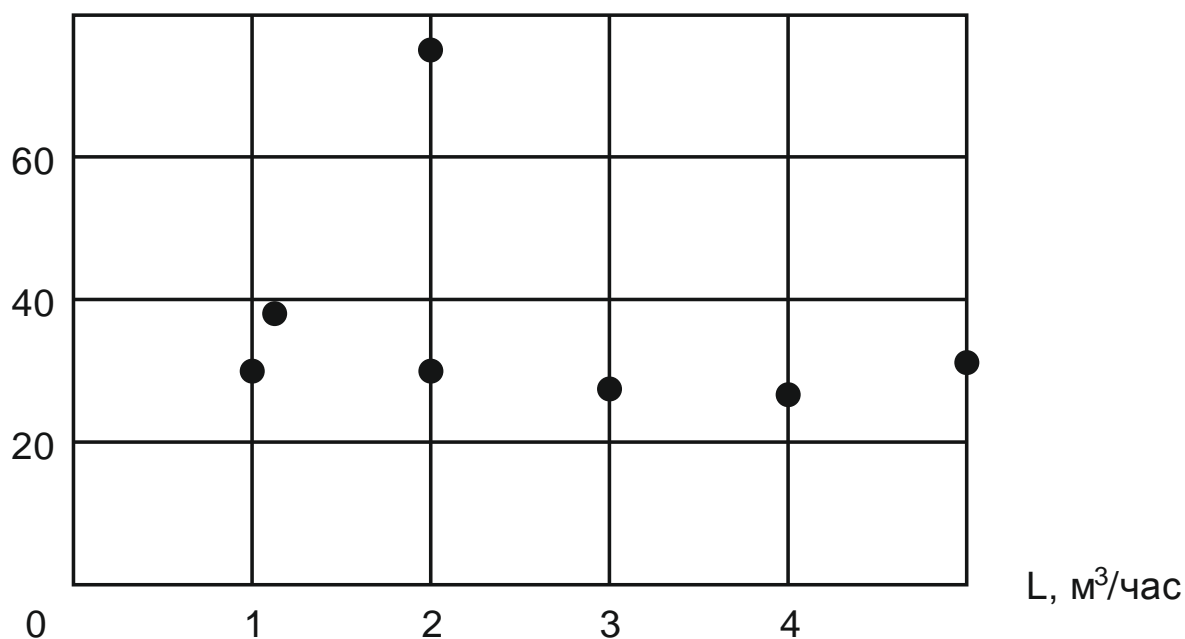


Рисунок 2.8 – Удельные расходы электрической энергии в трубопроводных сетях отопления и воздушно-тепловых завес офисного здания

Установленная мощность приводов вентиляционных установок (табл. 2.13 и рис. 2.9 и 2.10) составляет 229,1 кВт, а общее годовое электропотребление – 412380 кВт-ч, или в удельных показателях – 13,1 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

Отметим, что удельные показатели расхода электроэнергии в трубопроводных сетях тепло-снабжения и водоснабжения и холодоснабжения достигают 90-120 Вт/м<sup>3</sup>/час.

6. Общая мощность систем освещения составляет 832 кВт (в том числе потребляемая 775 кВт). Мощность систем наружного освещения фасадов 24,53 кВт.

Годовой расход электроэнергии составляет:

- дежурное освещение – 91250 кВт-ч/год;
- наружное освещение – 89534 кВт-ч/год;
- внутреннее освещение – 1537500 кВт-ч/год.

Удельный расход энергии на освещение составляет 54,5 кВт-ч/м<sup>2</sup> год.

Таблица 2.13 – Характеристики вентиляционных установок офисного здания

Обозначение	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, Ра	Мощность		
			Установленная, кВт	Рабочая, кВт	Удельная, Вт/м <sup>3</sup> /ч
K1/PB1	2800/2500	1291/518	1,5/0,75	1,2/0,6	0,43/0,22
K2/B12	30100/30100	5885/1315	22/15,0	17,6/12	0,56/0,4
K3/B13	11650/10600	1825	11/7,5	8,8/6,0	0,76/0,57
K1/B14	2200/2200	2133/1561	2,2/0,75	1,8/0,6	0,82/0,27
K5/B15	3100/3100	1757/790	3,0/1,1	2,4/0,9	0,77/0,29
K6/B16	3650/3550	2145/856	2,2/1,5	1,8/1,2	0,49/0,34
K7/B17	4240/4700	1617/1092	3/2,2	2,4/1,8	0,57/0,38
K8/B18	40000/38100	1860/1206	37/22	30/18	0,75/0,47
K9/B19	38500/36600	1981/1385	30/22	24/18	0,62/0,49
K10/B20	31600/30400	1906/1509	22/15	18/12	0,57/0,39
K11/B21	8500/8500	2150/1210	11/4,0	8,8/3,2	1,04/0,38
K12	4900	1546	3,0	2,4	0,49
K13	4400	1546	3,0	2,4	0,55
K14	10000	1417	5,5	4,4	0,44
K15	8800	1419	5,5	4,4	0,50
П1	16000	1434	11,0	8,8	0,55
П2	14000	1367	7,5	6,0	0,43
П3	1840	859	1,5	1,2	0,65
П4	860	710	0,75	0,6	0,70
П5	2860	991	2,2	1,8	0,63
П6	4120	728	2,1	1,7	0,41
П7	2800	998	2,2	1,8	0,64
П8	1900	859	1,5	1,2	0,63
П11	1250	982	1,6	1,3	1,04



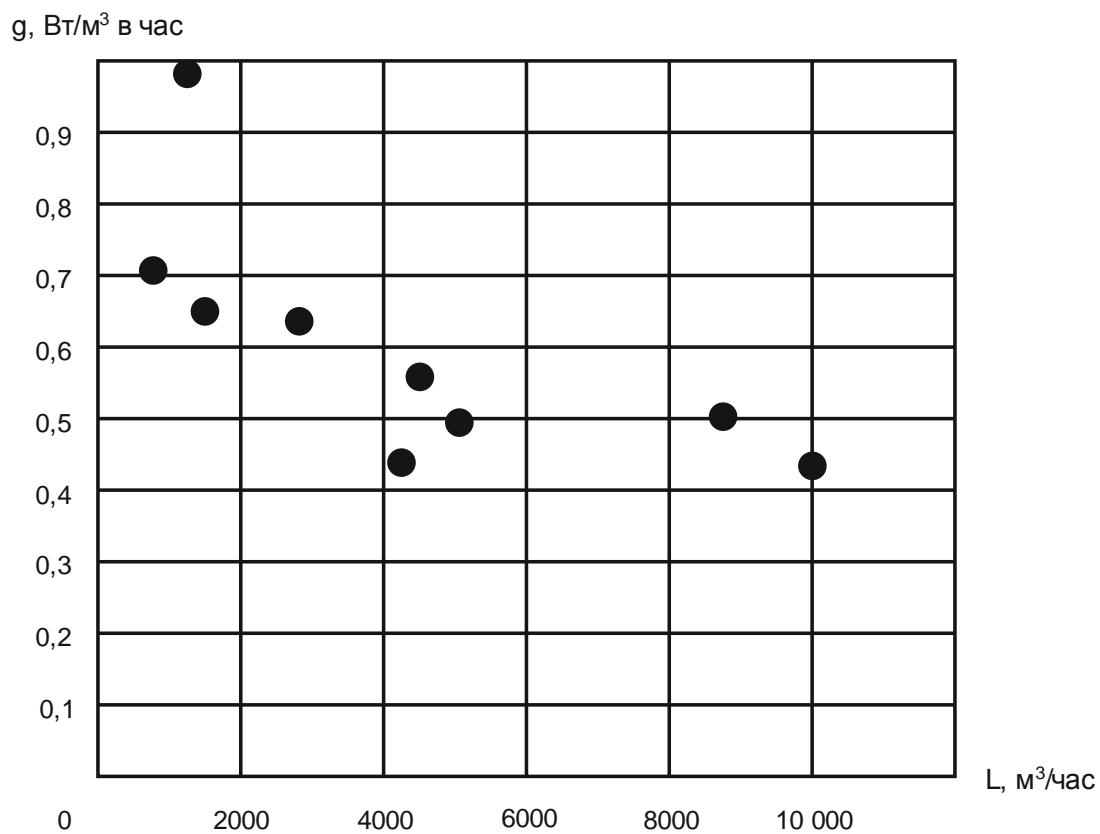


Рисунок 2.9 – Удельные расходы электрической энергии приточных установок офисного здания

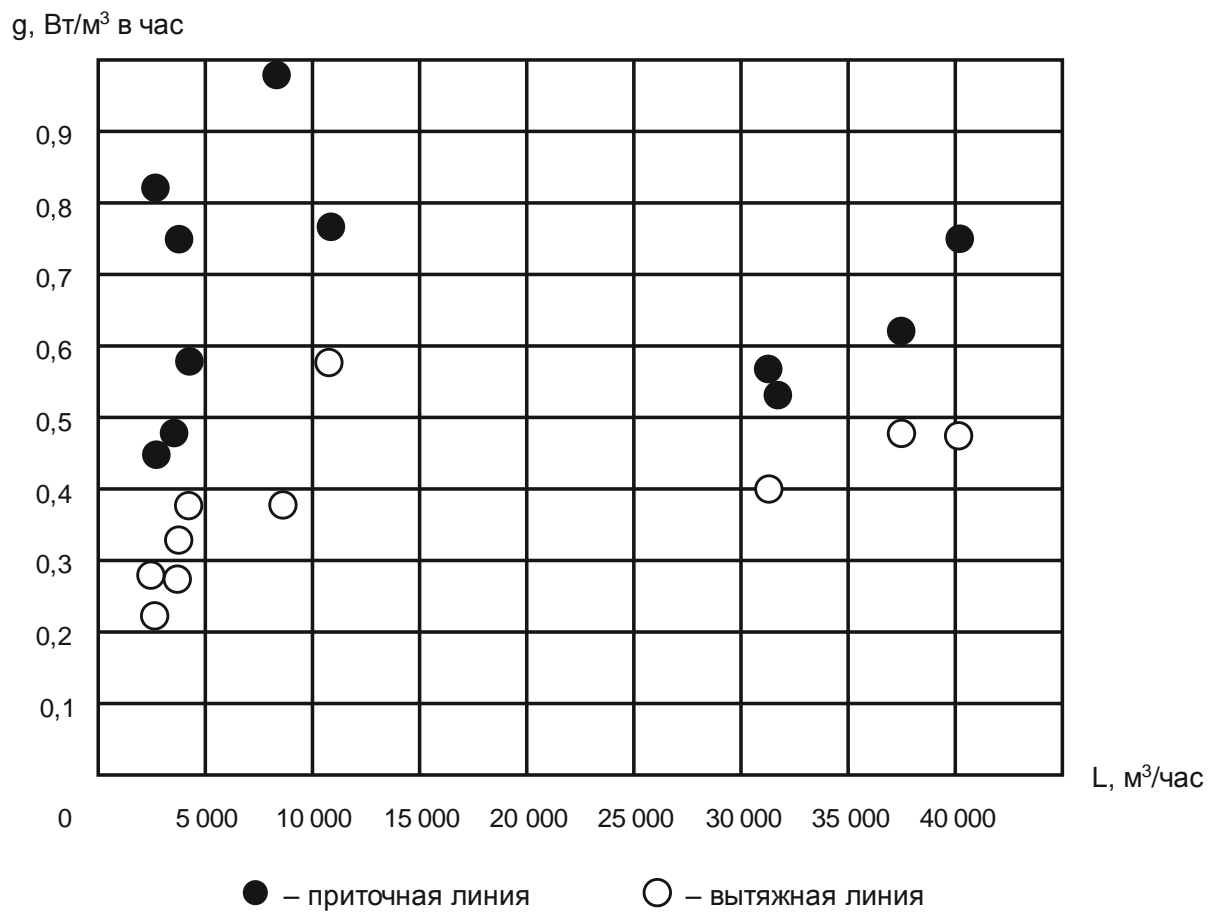


Рисунок 2.10 – Удельные расходы электрической энергии в вентустановках с утилизаторами тепла офисного здания

### 3. РАЗРАБОТКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБРАННЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ОЛИМПИАДЫ СОЧИ-2014

#### 3.1 Перечень и определение показателей и критериев энергоэффективности и зданий и сооружений

**Базовый показатель (base rating):** Показатель энергопотребления зданий, определяемый как минимальные требования, соответствующие запроектированным и построенным зданиям по строительным нормам и правилам, действующим по состоянию на ноябрь 2009 г. (до вступления в действие Федерального Закона от 23.11.2009 г. РФ № 261-ФЗ);

**Базовое требование (base requirement):** Показатель энергопотребления для отдельных категорий зданий (жилые, общественные, производственные), установленный нормативно-законодательными актами на региональном и федеральном уровнях;

**Базовый уровень нормируемого удельного годового расхода энергии (base level energy performance indicator):** Минимально допустимый нормируемый уровень удельного годового расхода энергии в здании для расчетных условий микроклимата здания;

**Класс энергоэффективности здания (energy class):** Уровень экономичности энергопотребления здания, характеризующий его энергоэффективность на стадии эксплуатации [ГОСТ Р 51388];

**Потребленная энергия в здании (net delivered energy):** Разность между импортируемой и экспортируемой энергией;

**Удельный годовой расход энергии (energy performance indicator):** Годовой расход энергии, отнесенный на 1 м<sup>2</sup> обслуживаемой площади здания;

**Полезная площадь здания:** для жилых домов – общая площадь квартир без летних помещений, для общественных и производственных зданий – площадь всех помещений здания, включая лестничные клетки, технические этажи, пандусы.

#### Общие положения

Годовой расход энергии в здании может включать энергопотребление:

- системы отопления;
- системы вентиляции;
- системы холодоснабжения и кондиционирования воздуха;
- системы горячего водоснабжения;
- системы холодного водоснабжения;

- электроприводов нагнетателей в трубопроводных системах отопления, вентиляции, холодоснабжения, горячего и холодного водоснабжения (насосы, вентиляторы, компрессоры);
- системы освещения;
- лифтов, эскалаторов и траволаторов.

В общественных зданиях потребление электрической энергии на освещение учитывается для всех помещений.

В здание для работы энергопотребляющих систем могут поставляться различные энергетические ресурсы:

- теплоноситель (вода, пар);
- холодоноситель (вода, рассолы);
- электроэнергия;
- первичное топливо (газообразное, жидкое, твердое топливо).

Застройщики обязаны обеспечить соответствие зданий, строений, сооружений требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов.

### 3.2 Показатели энергопотребления и энергоэффективности

В качестве основного вида энергоресурсов в системе показателей энергопотребления принимается тепловая энергия.

Электрическая энергия и первичное топливо приводятся к эквиваленту тепловой энергии с помощью коэффициентов приведения:

$$Q_{эл}^{прив} = K_{эл} \cdot W_{эл} , \quad (3.1)$$

- где  $Q_{эл}^{прив}$  – приведенная к тепловой электрическая энергия, кВт·ч/год;  
 $K_{эл}$  – коэффициент приведения электрической энергии к эквиваленту тепловой;  
 $W_{эл}$  – электрическая энергия, кВт·ч/год.

$$Q_{пт}^{прив} = K_{пт} \cdot E_{пт} , \quad (3.2)$$

- где  $Q_{пт}^{прив}$  – приведенная к тепловой энергии первичного топлива, кВт·ч/год;  
 $K_{пт}$  – коэффициент приведения энергии первичного топлива к эквиваленту тепловой;  
 $E_{пт}$  – энергия первичного топлива, кВт·ч/год.

Величина коэффициентов приведения устанавливается с учетом схемы энергоснабжения и тарифов на энергоресурсы в регионе. Для предварительных оценок в качестве коэффициентов приведения можно использовать отношение тарифов энергоресурсов (электроэнергии, топлива) к тарифу на тепловую энергию в регионе.

Общее энергопотребление здания, приведенное к тепловому эквиваленту:

$$Q_0 = Q_{от} + Q_{вент} + Q_{охл} + Q_{гв} + K_{эл} \cdot (W_{эл.п} + W_{осв} + W_{охл} + W_{в.т}) + K_{пт} \cdot E_{пт}, \quad (3.3)$$

где  $Q_0$  – общее годовое энергопотребление в здании, кВт·ч/год;

$Q_{от}$  – годовое энергопотребление системами отопления, кВт·ч/год;

$Q_{вент}$  – годовое энергопотребление системами вентиляции, кВт·ч/год;

$Q_{охл}$  – годовое энергопотребление системами холодоснабжения (при применении абсорбционных холодильных машин), кВт·ч/год;

$Q_{гв}$  – годовое энергопотребление системами горячего водоснабжения, кВт·ч/год;

$W_{эл.п}$  – годовое энергопотребление электроприводов насосов, вентиляторов инженерных систем здания, кВт·ч/год;

$W_{осв}$  – годовое энергопотребление системами освещения, кВт·ч/год;

$W_{охл}$  – годовое энергопотребление системами холодоснабжения (при применении компрессионных холодильных машин), кВт·ч/год;

$W_{в.т}$  – годовое энергопотребление на работу лифтов, эскалаторов и траволаторов, кВт·ч/год.

### 3.3 Правила установления удельных показателей энергопотребления

Основным удельным показателем энергопотребления служит годовой расход энергии, отнесенный к полезной площади здания, выражаемый в кВт·ч/м<sup>2</sup>·год:

$$q = Q/A \quad (3.4)$$

где  $q$  – удельный показатель энергопотребления здания, кВт·ч/м<sup>2</sup>·год;

$Q$  – годовой расход энергии в, кВт·ч/год;

$A$  – полезная площадь здания, м<sup>2</sup>.

Полезная площадь здания для оценки показателей энергопотребления принимается для общественных и производственных зданий, близких по технологиям к общественным зданиям, с механической приточно-вытяжной вентиляцией – полезная площадь всех отапливаемых помещений, за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, технических этажей, автопарковок, пандусов.

Для общественных зданий для расчета удельных показателей горячего водоснабжения расчетные нормы полезной площади на одного сотрудника принимаются по таблице 8 СП (EN ISO 13790:2008).

Годовой расход тепловой энергии в системах механической вентиляции определяется для холодного периода года, и для части теплого периода, требующего нагрева из условия обеспечения допустимого уровня температуры приточного воздуха.

В случае, если в теплый период года приточный воздух охлаждается, то отдельно считается годовой расход электроэнергии на выработку холода в холодильном центре.

При определении удельного показателя энергопотребления здания сумма отдельных составляющих годового расхода энергии, приведенная к тепловому эквиваленту, относится к полезной площади зданий. Энергопотребление учитывается для всего здания, включая и места общего пользования (отопление и освещение лестничных клеток, входных групп и т.д.).

Для многофункциональных зданий удельные показатели энергопотребления рассчитываются для каждой функциональной зоны, отличающейся требованиями по удельному энергопотреблению, отдельно и затем суммируются для здания в целом по средневзвешенному показателю.

Удельный показатель расхода электроэнергии на освещение общественных зданий определяется как отношение годового расхода энергии на освещение, отнесенное к полезной площади здания.

Расчет расхода энергии системами теплопотребления может проводиться для определенных интервалов времени:

- за жизненный цикл здания;
- за расчетный климатический год;
- за отопительный период;
- за выбранный период (квартал, месяц, неделю, сутки, час).

Расчеты расхода энергии выполняются отдельно для каждого из видов энергопотребителей (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение, холодоснабжение, освещение, вертикальный транспорт), так как периоды работы отдельных систем энергопотребления могут не совпадать.

Оптимизация структуры, состава и режимов эксплуатации проектируемых систем энергопотребления проводится по критериям минимизации цены жизненного цикла здания или отдельных систем энергопотребления в стандартных условиях, в качестве которых принимается:

- наружные расчетные климатические условия по СП 131.13330.;
- параметры микроклимата по ГОСТ 30494.

Расчетное количество жителей (персонала), характеристики наружных ограждающих конструкций, режимы эксплуатации здания, расчетные внутренние тепловыделения принимаются по заданию на проектирование.

Индикатором степени загрязнения воздуха в жилых и общественных зданиях в соответствии с ГОСТ 30494 служит углекислый газ.

Оптимальная концентрация углекислого газа в воздухе не должна превышать 600 ppm, допустимая – 1000 ppm.

Количество приточного воздуха, подаваемого в помещение, зависит от концентрации углекислого газа в наружном воздухе, физической активности людей и эффективности способов воздухораспределения.

Необходимый расход подаваемого в помещение наружного воздуха на одного человека определяется по формуле:

$$G = \eta G_6, \quad (3.5)$$

где  $G_6$  – базовый расход наружного воздуха, определяемый по таблице 3.1;

$\eta$  – коэффициент эффективности способа воздухораспределения, ориентировочные значения которого приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Базовое минимальное количество наружного воздуха для обеспечения оптимальных (числитель) и допустимых (знаменатель) условий качества воздуха в помещении, м<sup>3</sup>/ч·чел

Концентрация углекислого газа в наружном воздухе, ppmCO <sub>2</sub>	Уровень физической активности		
	покой	легкая работа	высокая физическая активность
300	49/23	75/35	375/175
400	65/25	100/37,5	500/187
500	130/26	200/40	1000/200

Таблица 3.2 – Коэффициенты эффективности систем воздухораспределения

Системы воздухораспределения	$\eta$
Системы естественной вентиляции с периодическим проветриванием	1,0
Системы механической авторегулируемой вытяжной вентиляции с приточными клапанами в наружных ограждениях	0,9
Системы приточной вентиляции с подачей воздуха в обслуживаемую зону, в том числе системы вытесняющей вентиляции	0,6 – 0,8
Системы персональной вентиляции с подачей приточного воздуха в зону дыхания	0,3 – 0,5

Для общественных зданий следует принимать допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне помещений по ГОСТ 30494; оптимальные нормы микроклимата для указанных зданий допускается принимать по заданию на проектирование.

Применение в промышленных зданиях в системах рециркуляции высокоэффективных устройств очистки воздуха до допустимых концентраций вредности.

Расчетная мощность электроприводов насосов и вентиляторов определяется по характеристикам нагнетателей в соответствии с проектными показателями систем отопления, теплоснабжения, вентиляции, водоснабжения и холодоснабжения.

9.2 Расход электроэнергии электропривода  $W_i$  (кВт•ч) за период времени  $t_i$  (ч), в пределах которого и производительность, и напор нагнетателя сохраняется постоянными, определяется как:

$$W_i = N_i \cdot t_i, \quad (3.6)$$

где  $N_i$  – мощность электропривода (кВт), определяемая по гидравлической (аэродинамической) характеристике нагнетателя при постоянных значениях расхода и напора рабочей среды в период времени  $t_i$ .

В процессе эксплуатации и производительность, и напор нагнетателя для регулирования характеристик инженерных систем могут меняться, и в этом случае расход электроэнергии электропривода определяется как:

$$W_{i-n} = \sum_{i=1}^{i=n} N_i \cdot t_i \quad (3.7)$$

В системах отопления, в которых в течение отопительного сезона осуществляется качественное регулирование теплопроизводительности при постоянном расходе и напоре теплоносителя, годовой расход электроэнергии  $W_{от}$  (кВт•ч) определяется по формуле:

$$W_{от} = N_p \cdot t_p, \quad (3.8)$$

где  $N_p$  и  $t_p$  – расчетная мощность электропривода (кВт) циркуляционного насоса и продолжительность его работы за год (ч).

При режимах прерывистого отопления, включая переход на дежурное отопление, по результатам анализа теплового режима и режима эксплуатации здания устанавливаются периоды и соответствующие им мощности электропривода насоса для:

- рабочего режима (р.р.);
- режима натопа (р.н.);
- дежурного режима (д.р.).

Годовой расход электроэнергии будет равен сумме произведений электрической мощности и соответствующей ей продолжительности периода:

$$W_{от} = N_{р.р.} \cdot t_{р.р.} + N_{р.н.} \cdot t_{р.н.} + N_{д.р.} \cdot t_{д.р.} \quad (3.9)$$



При качественно-количественном регулировании систем отопления и холодоснабжения, теплоснабжения вентиляции, в циркуляционных линиях горячего водоснабжения теплопроизводительность так же, как потребляемая электрическая мощность нагнетателей, меняется в течение суток, по недельному и по сезонным циклам. В этих случаях по результатам теплогидравлических расчетов определяется продолжительность периодов за год, в пределах которых электрическая мощность приводов нагнетателей отличается не более, чем на 10%, и годовой расход электроэнергии определяется по формуле (3.7).

Выбор типа насоса следует осуществлять в зависимости от способа регулирования инженерных систем здания и потребной глубины регулирования.

Для систем со стабильным расходом рабочей среды в течение года рекомендуется применять насосы с нерегулируемым приводом.

Для систем с 2-3 характерными по расходам режимами эксплуатации следует применять 2-3-х скоростные насосы со ступенчатым регулированием.

Для систем с плавным глубоким регулированием (более 50%) расхода рабочей среды следует применять насосы с частотным регулированием электропривода.

Для систем вентиляции с постоянным расходом воздуха следует применять нерегулируемый привод вентиляторов.

Для систем вентиляции с переменным расходом воздуха следует применять вентустановки с частотным регулированием электропривода.

Годовой расход электроэнергии на электропривод систем вентиляции  $W_{\text{вент}}$  (кВт•ч) следует определять по формулам:

- для систем с постоянным расходом воздуха:

$$W_{\text{вент}} = N_{\text{вент}} \cdot t_{\text{год}} \quad , \quad (3.10)$$

где  $N_{\text{вент}}$  – мощность электропривода вентилятора (кВт), соответствующая расчетным производительности и напору;

$t_{\text{год}}$  – число часов работы вентилятора в году (ч).

- для систем с переменным расходом воздуха:

$$W_{\text{вент}} = \sum_{j=1}^{j=m} N_j \cdot t_j \quad , \quad (3.11)$$

где  $N_j$  – мощность электропривода вентилятора (кВт), соответствующая периоду времени  $t_j$  (ч), в пределах которого производительность вентилятора меняется не более, чем на 10%;

$m$  – число периодов с относительно постоянным расходом воздуха (с отклонением не более 10%).

Расчетная мощность электроприводов  $N_{\text{охл}}$  (кВт) компрессионных холодильных машин определяется по коэффициенту энергетической эффективности EER, представляющему собой отношение холодопроизводительности  $Q_{\text{охл}}$  (кВт) к потребляемой электрической мощности:

$$N_{\text{охл}} = \frac{Q_{\text{охл}}}{EER} \quad (3.12)$$

Годовой расход электроэнергии на привод холодильных машин определяется по формуле:

$$W_{\text{охл}} = \sum_{l=1}^{l=p} N_l \cdot t_l, \quad (3.13)$$

где  $N_l$  – мощность электропривода холодильной машины (кВт), соответствующая периоду времени  $t_l$  (ч), в пределах которого холодопроизводительность меняется не более, чем на 10%;

$p$  – число периодов в году с холодопроизводительностью, отличающейся не более, чем на 10%.

Число и продолжительность периодов с относительно постоянными характеристиками электропотребления (отличающимися не более, чем на 10%) нагнетателей в инженерных системах с переменным расходом рабочей среды определяются по результатам расчета годового воздушно-теплого режима зданий.

Тепловую энергию от электродвигателей, трансмиссии и нагнетателей  $Q_i$  (кВт) следует учитывать как внутренние тепловыделения в помещениях, где установлены нагнетатели (насосные, тепловые пункты, венткамеры):

$$Q_i = (1 - \eta_1) (1 - \eta_2) (1 - \eta_3) N, \quad (3.14)$$

где  $\eta_1$  – коэффициент полезного действия электродвигателя;

$\eta_2$  – коэффициент полезного действия трансмиссии;

$\eta_3$  – коэффициент полезного действия нагнетателя;

$N$  – мощность электропривода (кВт).

Часть электрической энергии приводов нагнетателей в циркуляционных сетях расходуется на преодоление трения и трансформируется в тепловую энергию, приводящую к увеличению температуры рабочей среды:

$$\Delta\theta = \frac{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot N}{c_p \cdot \rho \cdot G}, \quad (3.15)$$

где  $\eta_1, \eta_2, \eta_3$  – коэффициенты полезного действия электродвигателя, трансмиссии, нагнетателя;

$N$  – мощность электропривода;

$c_p, \rho$  – теплоемкость и плотность рабочей среды;

$G$  – расход рабочей среды.

В разомкнутых инженерных системах (водоснабжение, вентиляция) электроэнергия, трансформируемая в сетях в тепловую, пропорциональна доле потерь на трение в трубопроводах к напору нагнетателя, и в этом случае приращение температуры рабочей среды определяется по формуле:

$$\Delta\theta = \frac{\Delta H_{\text{тр}}}{H_0} \cdot \frac{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot N}{c_p \cdot \rho \cdot G} \quad (3.16)$$

Энергоемкость трубопроводных сетей отопления, теплоснабжения вентиляции, горячего водоснабжения характеризуется удельным потреблением электроэнергии нагнетателем – отношением потребляемой нагнетателем электроэнергии к  $1 \text{ м}^3$  рабочей среды, циркулирующей в трубопроводной сети за 1 час:

$$\eta = N/G \quad (3.17)$$

где  $N$  – мощность нагнетателя, Вт;

$G$  – расход рабочей среды,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Скорость движения рабочей среды в трубопроводах сетей теплоснабжения следует оптимизировать в пределах действующих ограничений по акустике и воздухоудалению (для жидкостных систем).

Максимальное удельное потребление электроэнергии в замкнутых системах с циркуляционными насосами систем отопления, теплоснабжения вентиляции и горячего водоснабжения не должно превышать  $80 \text{ Вт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$ .

В малоэтажных зданиях рекомендуется предусматривать удельный расход электроэнергии насосов не более  $60 \text{ Вт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$ , в высотных зданиях не более  $100 \text{ Вт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$ .

Максимальное удельное потребление энергии вентиляторов приточных прямооточных систем не должно превышать  $0,42 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ , приточных систем с регенеративными и рекуперативными теплоутилизаторами –  $0,5 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ , вытяжных систем с рекуперативными теплоутилизаторами –  $0,4 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ .

Рекомендуемые скорости движения рабочей среды в трубопроводных сетях систем теплопотребления приведены в табл. 3.3-3.7.

Годовой расход электроэнергии на привод лифтов, эскалаторов и траволаторов  $W_{\text{в.т.}}$  (кВт•ч) определяется по формуле:

$$W_{\text{в.т.}} = N_{\text{л.пер}} \cdot t_{\text{л.пер}} \cdot \eta_1 + N_{\text{л.ож}} \cdot t_{\text{л.ож}} + N_{\text{эск}} \cdot t_{\text{эск}} \cdot \eta_2 + N_{\text{трав}} \cdot t_{\text{трав}} \cdot \eta_3 \quad (3.18)$$

где  $N_{\text{л.пер}}$  – мощность электропривода лифта в режиме перемещения (кВт);

$t_{\text{л.пер}}$  – число часов работы лифта в году в режиме перемещения (ч);

$\eta_1$  – коэффициент, учитывающий применение устройств, обеспечивающих экономию электрической энергии при движении лифта вниз и при его неполной загрузке;

$N_{\text{л.ож}}$  – мощность электропривода лифта в режиме ожидания;

$t_{\text{л.ож}}$  – число часов работы лифта в году в режиме ожидания (ч);

$N_{\text{эск}}$  – мощность электропривода эскалатора (кВт);

$t_{\text{эск}}$  – число часов работы в году эскалатора (ч);

$\eta_2$  – коэффициент, учитывающий применение устройств, обеспечивающих экономию электрической энергии при неполной загрузке эскалатора;

$N_{\text{трав}}$  – мощность электропривода траволатора (кВт);

$t_{\text{трав}}$  – число часов работы в году траволатора (ч).

$\eta_3$  – коэффициент, учитывающий применение устройств, обеспечивающих экономию электрической энергии при неполной загрузке траволатора.

Таблица 3.3 – Рекомендуемые средние скорости движения воздуха в воздуховодах систем вытяжной вентиляции

Тип системы	Скорость, м/с
Вытяжные системы производительностью до 500 м <sup>3</sup> /ч при числе часов работы в году	
- менее 2000	3,0 – 4,0
- от 2000 до 4000	2,5 – 3,5
- от 4000 до 6000	2,0 – 3,0
- свыше 6000	1,5 – 2,5

Тип системы	Скорость, м/с
Вытяжные системы производительностью от 500 до 2000 м <sup>3</sup> /ч при числе часов работы в году - менее 2000 - от 2000 до 4000 - от 4000 до 6000 - свыше 6000	4,0 – 5,0 3,5 – 4,5 3,0 – 4,0 2,5 – 3,5
Вытяжные системы производительностью от 2000 до 5000 м <sup>3</sup> /ч при числе часов работы в году - менее 2000 - от 2000 до 4000 - от 4000 до 6000 - свыше 6000	4,5 – 5,5 4,0 – 5,0 3,5 – 4,5 3,0 – 4,0
Вытяжные системы производительностью свыше 5000 м <sup>3</sup> /ч при числе часов работы в году - менее 2000 - от 2000 до 4000 - от 4000 до 6000 - свыше 6000	5,0 – 6,0 4,5 – 5,5 4,0 – 5,0 3,5 – 4,5

Таблица 3.4 – Рекомендуемые средние скорости движения воздуха в системах приточной вентиляции

Тип системы	Скорость, м/с
Прямоточные системы вентиляции производительностью до 3000 м <sup>3</sup> /ч при числе часов работы в году - менее 2000 - от 2000 до 4000 - от 4000 до 6000 - свыше 6000	4,0 – 5,0 3,5 – 4,5 3,0 – 4,0 2,5 – 3,5
Прямоточные системы вентиляции производительностью от 3000 до 10000 м <sup>3</sup> /ч при числе часов работы в году - менее 2000 - от 2000 до 4000 - от 4000 до 6000 - свыше 6000	5,0 – 6,0 4,5 – 5,5 4,0 – 5,0 3,5 – 4,5
Прямоточные системы вентиляции производительностью свыше 10000 м <sup>3</sup> /ч при числе часов работы в году - менее 2000 - от 2000 до 4000 - от 4000 до 6000 - свыше 6000	5,5 – 6,5 5,0 – 6,0 4,5 – 5,5 4,0 – 5,0

Тип системы	Скорость, м/с
Системы приточной вентиляции со встроенными утилизаторами теплоты вытяжного воздуха производительностью при числе часов работы в году - менее 2000 - от 2000 до 4000 - от 4000 до 6000 - свыше 6000	5,0 – 6,0 4,5 – 5,5 4,0 – 5,0 3,5 – 4,5
Системы приточной вентиляции с переменным расходом воздуха при числе часов работы в году - менее 2000 - от 2000 до 4000 - от 4000 до 6000 - свыше 6000	5,0 – 6,0 4,5 – 5,5 4,0 – 5,0 3,5 – 4,5

Таблица 3.5 – Рекомендуемые средние скорости движения холодоносителя (40% раствор этиленгликоля) в системах центрального холодоснабжения

Тип системы	Скорость, м/с
Хладоцентр мощностью до 500 кВт контур холодоснабжения при числе часов работы в году: - менее 500 - от 500 до 1000 - от 1000 до 3000 - свыше 3000 контур градирни при числе часов работы в году - менее 500 - от 500 до 1000 - от 1000 до 3000 - свыше 3000	0,9 – 1,1 0,8 – 1,0 0,7 – 0,9 0,6 – 0,8 0,7 – 0,8 0,6 – 0,7 0,5 – 0,6 0,4 – 0,5
Хладоцентр мощностью от 500 до 3000 кВт контур холодоснабжения при числе часов работы в году: - менее 500 - от 500 до 1000 - от 1000 до 3000 - свыше 3000 контур градирни при числе часов работы в году - менее 500 - от 500 до 1000 - от 1000 до 3000 - свыше 3000	1,0 – 1,2 0,9 – 1,1 0,8 – 1,0 0,7 – 0,8 0,8 – 0,9 0,7 – 0,8 0,6 – 0,7 0,5 – 0,6
Хладоцентр мощностью свыше 3000 кВт контур холодоснабжения при числе часов работы в году: - менее 500 - от 500 до 1000 - от 1000 до 3000 - свыше 3000 контур градирни при числе часов работы в году - менее 500 - от 500 до 1000 - от 1000 до 3000 - свыше 3000	1,1 – 1,2 1,0 – 1,1 0,9 – 1,0 0,8 – 0,9 0,9 – 1,0 0,8 – 0,9 0,7 – 0,8 0,6 – 0,7

Таблица 3.6 – Рекомендуемые средние скорости движения теплоносителя в системах отопления

Тип системы	Скорость, м/с
Однотрубная вертикальная с замыкающими участками при числе часов работы в году	
- до 2000	0,7 – 0,8
- от 2000 до 3000	0,6 – 0,7
- от 3000 до 5000	0,5 – 0,6
- свыше 5000	0,4 – 0,5
Двухтрубная вертикальная при числе часов работы в году	
- до 2000	0,6 – 0,7
- от 2000 до 3000	0,5 – 0,6
- от 3000 до 5000	0,4 – 0,5
- свыше 5000	0,3 – 0,4
Горизонтальная двухтрубная при числе часов работы в году	
- до 2000	0,55 – 0,65
- от 2000 до 3000	0,45 – 0,55
- от 3000 до 5000	0,35 – 0,45
- свыше 5000	0,25 – 0,35

Таблица 3.7 – Рекомендуемые скорости движения воды в системе водоснабжения

Тип системы	Скорость, м/с
Циркуляционная линия горячего водопровода	0,2 – 0,3
Холодный и горячий водопровод при коэффициенте неравномерности суточного потребления (отношение максимального расхода к среднему)	1,5
- свыше 5	1,2
- от 3 до 5	1,0
- от 2 до 3	0,8
- от 1,5 до 2	0,6
- менее 1,5	

### 3.4 Требования энергоэффективности зданий

Применяются два вида требований:

- обязательные требования к энергоэффективности здания, определяемые действующими нормативно-правовыми актами Российской Федерации;
- локальные требования энергоэффективности к отдельным элементам здания и инженерным системам.

Локальные требования могут носить обязательный характер и дополнять требования общей энергоэффективности (например, удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, минимальный уровень теплозащиты наружных ограждающих конструкций).

Локальные требования энергоэффективности могут применяться в добровольном порядке, отражаться, например, в техническом задании на проектирование и служить для энергетической оценки различных технических решений при многовариантном проектировании (удельный расход энергии на привод насосов и вентиляторов, удельный расход энергии на системы освещения, показатель энергетической эффективности холодильных машин, кондиционеров, тепловых насосов и т.п.).

Площадь общественных зданий для расчета локального удельного показателя энергопотребления в системах механической вентиляции устанавливается по помещениям, оборудованным этими системами.

Локальный удельный показатель расхода холода в системе вентиляции относится к площади обслуживаемых помещений.

Локальный удельный показатель энергопотребления в системах кондиционирования воздуха относится к площади кондиционируемых помещений.

Локальный удельный показатель энергопотребления на электропривод нагнетателей трубопроводных сетей инженерных систем относится к  $1 \text{ м}^3$  перекачиваемой рабочей среды.

Обязательные требования энергоэффективности устанавливаются по отношению к базовым показателям удельного энергопотребления в виде соотношения:

$$q_{\text{о.расч}} \leq K q_{\text{о.баз}} , \quad (3.19)$$

где  $K$  – понижающий коэффициент, устанавливаемый нормативно-правовыми регулирующими Федеральными органами исполнительной власти;

$q_{\text{о.расч}}$  – расчетный показатель отношения годового расхода энергии в здании к обслуживаемой площади здания на стадии проектной документации,  $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\cdot\text{год}$ ;

$q_{\text{о.баз}}$  – базовый показатель отношения годового расхода энергии в здании к обслуживаемой площади здания на стадии проектной документации,  $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\cdot\text{год}$ .

Примечание. По отношению к базовым показателям удельного энергопотребления на момент принятия Постановления Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 [2] удельные показатели новых и реконструируемых многоквартирных домов должны быть снижены не менее, чем на 15%, с 01.01.2016 г. – на 30% и с 01.01.2020 г. – на 40%. Соответственно,  $K_{2013}=0,85$ ;  $K_{2016}=0,7$ ;  $K_{2020}=0,6$ .

В добровольном порядке могут применяться более высокие требования энергоэффективности, чем предусмотрено действующими нормативно-правовыми актами.

Базовые показатели удельного энергопотребления зданий по состоянию на 01.01.2010г. приведены в отчете по I этапу работы.

Величина базовых показателей удельного энергопотребления зависит от основных факторов и характеристик здания, а именно:



- высоты (этажности) здания;
- площади, приходящейся на одного жителя (сотрудника, посетителя);
- удельных внутренних тепловыделений;
- показателя градусо-сутки отопительного периода;
- расчетной температуры теплового периода года;
- режима эксплуатации общественных зданий (число часов работы в неделю).

Для многофункциональных зданий, в которых имеются зоны с разными условиями эксплуатации, базовые требования и расчетные показатели определяются как средневзвешенные по площади зон:

$$q_0 = \frac{\sum A_i q_i}{A_0} \quad (3.20)$$

где  $q_0$  – расчетный удельный показатель энергопотребления здания, кВт•ч/м<sup>2</sup>•год;  
 $q_i$  – удельный показатель энергопотребления зоны здания полезной площадью  $A_i$ ;  
 $A_0$  – полезная площадь здания.

### 3.5 Энергетический паспорт здания

Энергетический паспорт здания составляется на основании:

- проектной документации на здание при новом строительстве, реконструкции и капитальном ремонте;
- по результатам натурных обследований введенного в эксплуатацию нового или реконструированного здания.

Форма энергетического паспорта, составленного на основании проектной документации представлена в приказе Минэнерго РФ №182 от 19.04.2010г. и №577 от 08.12.2011г).

Энергетический паспорт должен содержать при необходимости рекомендации по повышению энергетической эффективности здания, его отдельных элементов, инженерных систем, а также систем управления, автоматизации, диспетчеризации и мониторинга энергопотреблением.

### 3.6 Классы энергетической эффективности зданий

Для оценки энергоэффективности зданий свод правил устанавливает 7 классов энергетической эффективности зданий с буквенными обозначениями латинского алфавита от А до G; вводится маркировка энергоэффективности со шкалой классов относительных показателей удельного энергопотребления на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение зданиями (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Классы энергетической эффективности зданий

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения показателя суммарного удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
A	Наивысший	менее -40
B	Высокий	менее -30 до -40
C	Повышенный	менее -15 до -30
D	Нормальный	менее 0 до -15
E	Пониженный	менее +25 до 0
F	Низкий	менее +50 до +25
G	Особо низкий	+50 и более

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предоставленные исходные данные по общим показателям, инженерным системам выбранных объектов Олимпиады Сочи-2014 (по большой ледовой арене: стадия «РД»; по гостиничному комплексу: стадия «ПД») позволили определить основные показатели и характеристики теплотребления объектов. Ряд недостающих в документации характеристик были определены экспертным путем.

2. Обработка и анализ исходных данных позволили разработать таблицы и графики энергетических характеристик как в абсолютных значениях, так и в удельных показателях для всех основных инженерных систем: отопления, вентиляции, холодоснабжения, водоснабжения, освещения.

3. Разработанная модель учета различных режимов эксплуатации ледовой арены позволяет определить энергетические характеристики по отдельным системам и в целом по объекту для разных комбинаций по времени режимов соревнований, тренировок, трансформации, дежурного.

4. Выполнена оценка энергоемкости трубопроводных инженерных сетей (отопления, холодоснабжения, вентиляции, водоснабжения) с учетом их гидравлического и аэродинамического сопротивления. Такая оценка позволяет оптимизировать выбор и энергетические характеристики электроприводов нагнетателей: насосов и вентиляторов.

5. Разработан перечень основных показателей и критериев оценки энергоэффективности объектов.

6. Для интеграции характеристик тепловой и электрической энергии предложен единый обобщенный показатель приведенного расхода энергии. Показатель позволяет суммировать значения электропотребления и теплотребления с коэффициентом приведения, характеризующим разные расходы первичного топлива для выработки разных видов энергии.

7. Разработана методика определения показателей годового энергопотребления как по отдельным видам электропотребителей и теплотребителей, так и в целом по зданиям.

8. Разработанные показатели и критерии оценки энергоэффективности, а также методика их определения служат основой для качественной оценки энергоемкости выбранных представительных объектов Олимпиады Сочи-2014.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гранев В.В., Лейкина Д.К., Моторин В.В. Многофункциональные спортивные комплексы. – М., 2011;
2. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 г. ;
3. СП 50.13330.2011. Тепловая защита зданий;
4. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений;
5. Табунщиков Ю.А., Наумов А.Л. Энергоэффективность в строительстве. Гармонизация отечественной нормативной базы. Журнал АВОК № 6, 2012;
6. Пугачев С.В., Табунщиков Ю.А., Наумов А.Л., Фадеева Е.Н. Российская концепция нормирования энергоэффективности зданий и сооружений. Журнал АВОК № 8, 2011;
7. Панкратов В.В., Шилкин Н.В. Особенности климатизации ледовых арен. Журнал АВОК № 8, 2009. ;
8. Наумов А.Л. Оценка и роль теплозащиты общественных зданий. Журнал АВОК № 7, 2009;
9. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. – М., 2003;
10. Гагарин В.Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Журнал АВОК № 1-3, 2009;
11. Табунщиков Ю.А., Наумов А.Л., Гранев В.В., Акиев Р.С.. Национальная рейтинговая система оценки качества зданий;
12. EN 15203-2005/ Энергетические характеристики зданий. Полное потребление энергии и определение номинальных энергетических параметров;
13. EN15326-1-2007. Системы отопления зданий. Методика расчета энергопотребности и эффективности систем;
14. EN 15603-2008. Энергетические характеристики зданий. Общее использование энергии и определение номинальных энергетических характеристик;
15. Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 «Об утверждении правил установления требований энергетической эффективности»;
16. Стандарт СТО НОСТРОЙ. «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011;

17. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

18. Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 «Об утверждении правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»;

19. Приказ Минэнерго РФ № 182 от 19.04.2010 г. «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования» ;

20. Приказ Минэнерго РФ № 577 от 08.12.2011 г. «О внесении изменений в требования к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и в правила направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования, утвержденные приказом Минэнерго России от 19.04.2010 № 182»;

21. Директива Европейского Союза по энергоэффективности зданий EPBD-2010/31/EU.