

УДК 628.84

Энергопотребление для охлаждения зданий

Канд. техн. наук В. И. ЛЫСЁВ¹, д-р техн. наук А. В. ЦЫГАНКОВ², А. С. ШИЛИН³

¹vilysev@corp.info.ru, ²pallada-ltd@infopro.spb.su, ³0346440@mail.ru

Университет ИТМО

Оценка энергетической эффективности систем обеспечения микроклимата зданий базируется на расчете годовых затрат тепловой и электрической энергий при отоплении и охлаждении его помещений. Для определения годового энергопотребления здания, необходимо знать теплотехнические и геометрические характеристики его ограждающих конструкций, а так же параметры функционирования здания в зависимости от климатических условий региона, в котором оно находится. Выполнен анализ действующих нормативных документов по расчету тепловой и электрической энергии, потребляемой системами обеспечения микроклимата в помещениях зданий общественного назначения. На примере типового здания поликлиники определена потенциальная (ожидаемая) величина энергопотребления за охладительный период. Сопоставление полученных результатов проведено с учетом климатических условий региона, в котором здание находится. Предложенная методика позволяет оценивать потребность в холоде для обеспечения нормируемых (комфортных) параметров микроклимата и обоснованно устанавливать энергетическую эффективность конкретного здания.

Ключевые слова: потребление холода, система охлаждения, охладительный период, параметры наружного воздуха, энергетические характеристики, энергопотребление здания.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 18.12.2018, принята к печати 09.04.2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-3-38-44

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Лысёв В. И., Цыганков А. В., Шилин А. С. Энергопотребление для охлаждения зданий // Вестник Международной академии холода. 2019. № 3. С. 38–44.

Energy consumption of building for space cooling

Ph. D. V. I. LYSEV¹, D. Sc. A. V. TSYGANKOV², A. S. SHILIN³

¹vilysev@corp.info.ru, ²pallada-ltd@infopro.spb.su, ³0346440@mail.ru

ITMO University

Energy consumption of building environment systems is based on the calculation of annual expenses of thermal and electric energies on microclimate provision in premises of the building at its heating and cooling. To determine the annual energy consumption of the building it is necessary to know the thermal and geometric characteristics of its individual enclosing structures, as well as the parameters of the building's functioning, depending on the climatic conditions of the region in which it is located. The analysis of the current regulatory documents on the calculation of heat and electricity consumed by the microclimate supply systems in the premises of public buildings has been performed. This allowed to determine the potential (expected) energy consumption of the building for the cooling period. A detailed calculation is given for the example of a typical polyclinic building. The results were compared depending on the climatic conditions of the region in which the building is located. The technique proposed makes possible to estimate the need in cold energy to provide the rate (comfortable) microclimate in rooms of public buildings and to determine the energy consumption of this building.

Keywords: energy use for cooling, system of cooling, cooling season, outdoor air parameters, energetic characteristics, energy use of building.

Article info:

Received 18/12/2018, accepted 09/04/2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-3-38-44

Article in Russian

For citation:

Lysev V. I., Tsygankov A. V., Shilin A. S. Energy consumption of building for space cooling. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2019. No 3. p. 38–44.

Введение

Для определения потенциала сокращения энергопотребления объекта необходимо иметь объективную информацию о его энергетических показателях [1]. Актуальность этого вопроса непосредственно связана с эффективностью использования энергоресурсов в технологических процессах систем обеспечения микроклимата (СОМ) в зданиях [2].

Системы обеспечения микроклимата, как правило, работают в двух основных режимах. При дефиците теплоты в помещениях здания имеет место отопительный период, а при избытках теплоты — охлаждающий. Согласно ГОСТ Р 55656–2013 [3], охлаждающий период («cooling season») характеризуется превышением поступлений теплоты в помещения здания над теплотерями, что приводит к необходимости искусственного охлаждения помещений здания для поддержания в них нормируемой температуры.

В данном нормативном документе достаточно подробно рассматриваются методы определения энергетических характеристик здания за отопительный период. Охлаждающий период рассмотрен весьма ограниченно. Отсутствуют обоснованные рекомендации по определению продолжительности охлаждающего периода, при расчете теплопоступлений от солнечной радиации не учитывается продолжительность светового дня и время работы объекта, не анализируются принципиальные технические решения систем охлаждения для нейтрализации теплопоступлений в здании.

Энергопотребление систем кондиционирования (СК), реализующих охлаждение помещений, в первую очередь, связано с величиной тепловой нагрузки на СК, то есть потребностью в холоде.

В теплый период года (охлаждающий период), при температурах наружного воздуха выше, чем в помещении, имеют место поступления теплоты через наружные ограждающие конструкции здания и с приточным вентиляционным воздухом. Наличие внутренних источников теплоты и поступлений теплоты от солнечной радиации также может оказать существенное влияние на избытки теплоты в помещениях здания. Возникает необходимость в «отводе» (нейтрализации) избытков теплоты и, следовательно, к работе СК с потреблением энергии для охлаждения воздуха [4, 5].

Постановка задачи исследования

Получение объективной информации об энергопотреблении систем обеспечения микроклимата возможно после выявления условий функционирования конкретного здания в течение годового цикла его эксплуатации [4, 6].

Поступления теплоты через наружные ограждающие конструкции здания относительно стабильны и зависят от теплозащитных свойств ограждающих конструкций (в том числе, светопрозрачных) и наружных климатических условий, в которых функционирует объект [7].

Расход наружного приточного воздуха в жилых и общественных зданиях, как правило, определяется необходимостью обеспечения качества (газового состава) воздушной среды в помещениях и нормируется в зависимости от расчетного количества людей и времени их пребывания в помещениях здания.

Поступления теплоты от внутренних источников и солнечной радиации часто переменны как по величине, так и по времени. Поэтому эти величины могут изменяться в довольно широком диапазоне.

На величину расхода энергии, потребляемой системами обеспечения микроклимата, влияют следующие факторы (исходные данные) [4, 6]:

- нормируемые параметры микроклимата (прежде всего, расчетная температура воздуха в помещениях здания);

- объемно-планировочные решения здания и условия его работы;

- теплотехнические характеристики ограждающих конструкций здания;

- внутренние источники поступлений теплоты в помещения здания;

- нормируемый расход наружного воздуха;

- климатические параметры (прежде всего, температура наружного воздуха и солнечная радиация) региона, в котором находится объект.

В рассматриваемом стандарте [3] приводятся общие комментарии, необходимые для учета этих исходных данных в расчетах энергетических характеристик зданий. Нельзя не согласиться с утверждением, что «... применяется, как правило, средняя за многолетний период климатическая информация, разброс которой от года к году может быть достаточно большим. Поэтому полученные результаты энергопотребления системами отопления и охлаждения следует рассматривать, как достаточно вероятные...».

Для проведения расчетов ожидаемого уровня энергопотребления системами охлаждения требуется информация по климатическим параметрам конкретных регионов. Необходимо знать не только значения температур наружного воздуха, но и их продолжительность (в часах за год в интервалах температур), интенсивность солнечной радиации при действительных (возможных) условиях облачности по различно ориентированным фасадам здания. При этом возникает необходимость учета рабочего времени объекта на перечисленные параметры, так как в [6, 7] приводятся осредненные величины за различные периоды (сутки, месяц, сезон/период, год).

Методы расчета, используемые в работе

Рассмотрим принципиальное решение системы охлаждения, в котором местные доводчики нейтрализуют локальные поступления теплоты внутренних источников и солнечной радиации, а центральные установки обеспечивают подачу наружного вентиляционного воздуха и его охлаждение для «отвода» теплоты, поступающей через наружные ограждения и с вентиляционным воздухом, когда температура наружного воздуха выше, чем нормируемая в помещениях здания.

Обратимся к отдельным составляющим теплового баланса систем обеспечения микроклимата.

Расчетные зависимости, используемые для вычисления указанных потоков теплоты, базируются на известных уравнениях [7, 8, 9].

Поступления теплоты от солнечной радиации $Q_{с,р}$ по основным фасадам (с учетом рабочего времени) для рассматриваемого объекта:

$$Q_{c,p} = (j_{\text{ост}} k_{\text{ост}}) \sum (q_{c,p} F_{\text{ост}}) k_{p,v}, \quad (1)$$

где $j_{\text{ост}}$, $k_{\text{ост}}$ — коэффициенты, учитывающие особенности светопрозрачных ограждений и солнцезащитные мероприятия; $q_{c,p}$ — средняя, за охлаждаемый период, величина солнечной радиации на вертикальные поверхности остекления при действительных условиях облачности для отдельных фасадов здания, (кВт ч/м²); $F_{\text{ост}}$ — площадь остекления отдельных фасадов здания, м²; $k_{p,v}$ — коэффициент рабочего времени системы охлаждения.

Поступления теплоты от внутренних источников $Q_{c,p}$ за охлаждаемый период:

$$Q_{в,н} = q_{в,н} F_{\text{расч}} z_{\text{охл}}, \quad (2)$$

где $q_{в,н}$ — удельные поступления теплоты, Вт/м²; $F_{\text{расч}}$ — расчетная площадь здания, м²; $z_{\text{охл}}$ — продолжительность охлаждаемого периода, ч.

Поступления (потери) теплоты $Q_{\text{огр}}$ через наружные ограждающие конструкции:

$$Q_{\text{огр}} = (k_{\text{зд}} \sum F_{\text{огр}}) \cdot \sum [(t_{н,ср,j} - t_{в,охл}) z_j] \cdot k_{p,v}, \quad (3)$$

где $k_{\text{зд}}$ — приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания,

Вт/(м²·°C); $\sum F_{\text{огр}}$ — общая (суммарная) площадь внутренних поверхностей

наружных ограждений здания, м²; $t_{н,ср,j}$, z_j — среднее значение температуры наружного воздуха в диапазоне температур и продолжительность стояния температур в этом диапазоне, соответственно; $t_{в,охл}$ — среднее значение температуры воздуха в помещениях за охлаждаемый период; $k_{p,v}$ — коэффициент рабочего времени системы охлаждения.

Поступления теплоты $Q_{\text{вент}}$ с вентиляционным воздухом:

$$Q_{\text{вент}} = (c_v \cdot \rho_v) \cdot L_v \cdot \sum [(t_{н,ср,j} - t_{в,охл}) z_j] \cdot k_{p,v}, \quad (4)$$

где c_v — удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°C); ρ_v — плотность воздуха, кг/м³; L_v — нормируемый расход наружного воздуха, (м³/с).

Общий (суммарный) расход холода за охлаждаемый период составит:

$$\sum Q_x = Q_{c,p} + Q_{вн} + Q_{\text{огр}} + Q_{\text{вент}} \quad (5)$$

Температура наружного воздуха начала/окончания охлаждаемого периода определяется из равенства потерь и поступлений теплоты в помещения здания:

$$q_{в,н} F_{\text{расч}} = [(k_{\text{зд}} \sum F_{\text{огр}} + (c_v \cdot \rho_v) \cdot L_v)] \cdot (t_{в,охл} - t_{н,охл}). \quad (6)$$

Тогда, температурная граница начала/окончания охлаждаемого периода вычисляется по следующей формуле:

$$t_{н,охл} = t_{в,охл} - [(q_{в,н,охл} F_{\text{расч}}) / (k_{\text{зд}} \sum F_{\text{огр}} + (c_v \cdot \rho_v) \cdot L_v)]. \quad (7)$$

Когда температура наружного воздуха выше температурной границы $t_{в,охл}$ охлаждаемого периода необходимо определить его продолжительность. Для этого предлагается обратиться к информации, имеющейся в Научно-прикладном справочнике [10], для разных климатических регионов. В данном справочнике систематизированы результаты многолетних наблюдений за различ-

ными климатическими параметрами, в том числе приводятся сведения о продолжительности температур наружного воздуха в течение календарного года в интервалах температур в два градуса.

В литературных источниках отсутствуют рекомендации по определению значений плотности теплового потока солнечной радиации с учетом продолжительности светового дня и длительности рабочего периода объекта. В монографиях [5, 6] и справочнике [10] приводится информация об интенсивности солнечной радиации, поступающей на вертикальные и горизонтальные поверхности светопрозрачных ограждений. В табличной форме приводятся значения удельного теплового потока прямой и рассеянной солнечной радиации, (Вт/м²), для разных значений географической широты района расположения объекта и ориентации светопрозрачной поверхности для разных часов «светового дня».

Суммируя тепловые потоки, за время светового дня получаем значения суммарной солнечной радиации для летних месяцев, приведенные в СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99. Строительная климатология». Рассматривая время рабочего периода функционирования здания, получаем среднесуточные значения интенсивности солнечной радиации за рабочее время. Суммарное (итоговое) значение плотности теплового потока прямой и рассеянной солнечной радиации за календарный месяц, поступающее на светопрозрачную конструкцию (остекление), вычисляется умножением ранее определенных величин.

Такой расчет учитывает реальные условия поступления теплоты солнечной радиации в помещения, ориентированные по разным сторонам света и приводит к принципиально иным результатам по сравнению с методикой, изложенной в ГОСТ [3].

Для определения энергетических характеристик зданий предлагается следующая последовательность (алгоритм) действий [11]:

- сбор и обобщение исходной информации (исходных данных) об объекте с последующим структурированием этой информации;
- определение температурного диапазона (начала/окончания) и продолжительности охлаждаемого периода работы системы обеспечения микроклимата (системы охлаждения);
- расчет отдельных составляющих поступлений теплоты и общей (суммарной) тепловой нагрузки на систему охлаждения здания при функционировании системы вентиляции (и/или) кондиционирования.

Результаты расчетов

В качестве примера рассмотрим объект (типовое здание поликлиники), расположенный в условиях умеренного климатического района [10].

Расчетное среднее значение температуры воздуха в помещениях за охлаждаемый период принимается как максимальное значение из оптимальных норм для теплового периода года: $t_{в,охл} = 24$ °C.

Архитектурные и теплотехнические характеристики здания представлены в табл. 1.

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания $k_{\text{зд}} = 0,80$ Вт/(м²·°C) [9, 12].

Таблица 1
Архитектурные и теплотехнические характеристики здания

Architectural and thermotechnical characteristics of building

Table 1

Наименование расчетных величин	Ед. изм.	Величина
Отапливаемый объем здания, $V_{зд}$	м ³	10000
Общая площадь наружных ограждений, $\Sigma F_{огр}$	м ²	3100
Площадь наружных стен, $F_{н.с}$	м ²	1300
Площадь остекления, $F_{ост}$	м ²	400
Площадь покрытий, $F_{покp}$	м ²	700
Площадь пола первого этажа, $F_{пола}$	м ²	700
Расчетная площадь помещений, $F_{расч}$	м ²	1800
Термическое сопротивление наружных стен, $R_{н.с}$	(м ² ·°C)/Вт	1,32
Термическое сопротивление остекления, $R_{ост}$	(м ² ·°C)/Вт	0,50
Термическое сопротивление покрытий, $R_{покp}$	(м ² ·°C)/Вт	1,76
Термическое сопротивление пола 1-го этажа, $R_{пола}$	(м ² ·°C)/Вт	2,64

Параметры функционирования (работы) объекта обобщены в табл. 2.

Поликлиника работает пять дней в неделю с 8:00 до 20:00 (60 часов в неделю). Коэффициент рабочего времени $k_{р.в} = 60 / 168 = 0,357$.

Удельные внутренние теплоступления определены с учетом рабочих часов в неделю и составляют (см. данные в табл. 2):

$$q_{в.н} = \frac{(q_{чел} \cdot n_{чел} \cdot m_{чел} \cdot p_{чел}) + (q_{осв} \cdot F_{расч} \cdot m_{осв}) + (q_{орг} \cdot F_{расч} \cdot m_{орг} \cdot p_{орг})}{m \cdot F_{расч}} = 9,36 \text{ Вт / м}^2. \tag{8}$$

Расход наружного приточного воздуха, необходимый для жизнедеятельности людей, принят по санитарной норме (на человека): $L_{с.н} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$ — для персонала и $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ — для посетителей [5]:

$$L_B = L_{с.н} \cdot n_{пер} + L_{с.н} \cdot n_{пос} = 6000 \text{ м}^3 / \text{ч}. \tag{9}$$

Температурная граница начала/окончания охлаждающего периода:

$$t_{н.охл} = t_{в.охл} - \frac{q_{в.н.охл} \cdot F_{расч}}{k_{зд} \cdot \Sigma F_{расч} + (c_{в} \cdot \rho_{в}) \cdot L_B} = 20 \text{ }^\circ\text{C}. \tag{10}$$

Климатическая информация о географическом регионе, в котором расположен объект, представлена в табл. 3 и 4 [5, 10].

По данным табл. 3, продолжительность охлаждающего периода составляет 760 ч. Величина удельного теплового потока прямой и рассеянной солнечной радиации на вертикальную поверхность в зависимости от времени суток и ориентации ограждений здания по сторонам света представлены в табл. 4.

Таблица 2
Параметры функционирования объекта

Operating parameters of building

Table 2

Наименование расчетных величин	Ед. изм.	Величина
Тепловыделения от одного человека, $q_{чел}$	Вт	90
Расчетное число персонала $n_{пер}$ и посетителей $n_{пос}$	чел	50 и 150
Длительность присутствия людей в течение недели, $m_{чел}$	ч	5×12
Заполняемость помещений людьми, $p_{чел}$		0,62
Удельная установленная мощность освещения, $q_{осв}$	Вт/м ²	10
Средняя продолжительность работы освещения в неделю, $m_{осв}$	час	60
Среднее значение удельной установочной мощности (теплового потока) от оргтехники и других внутренних источников теплоты, $q_{орг}$	Вт/м ²	10
Длительность работы оргтехники и других внутренних источников теплоты в неделю, $m_{орг}$	ч	60
Доля одновременно работающих источников теплоты, $p_{орг}$		1,0
Число часов в неделе, m	ч	168
Расчетная площадь помещений, $F_{расч}$	м ²	1800

Таблица 3
Продолжительность температур наружного воздуха в течение охлаждающего периода

Table 3
Duration of outdoor temperatures during the cooling period

Температура, °C	Повторяемость, %	Обеспеченность, %	Продолжительность, ч
20,0... 21,9	3,42	94,75	300
22,0... 23,9	2,45	97,19	215
24,0... 25,9	1,57	98,76	138
26,0... 27,9	0,80	99,56	70
28,0... 29,9	0,30	99,86	27
30,0... 31,9	0,10	99,96	8
32,0... 33,9	0,03	99,99	2

По данным источника [6], наличие облачности снижает плотность теплового потока более чем в два раза. Если принять значение коэффициента солнцезащиты оконного проема, равным 0,6 [13], то общий коэффициент, снижающий поступление солнечной радиации, составляет порядка 0,30.

Результаты расчетов для различных климатических регионов по приведенным выше формулам обобщены в табл. 5.

В табл. 6 приведены результаты расчета энергопотребления для охлаждения здания поликлиники по предлагаемой методике и по ГОСТ [3].

Расчеты показали существенное влияние климатических параметров, как на продолжительность охлаждающего периода, так и на величину отдельных составляющих тепловых потоков.

Таблица 4

Тепловой поток прямой и рассеянной солнечной радиации

Table 4

Heat flow of direct and diffuse solar radiation

Истинное солнечное время, ч	Ориентация ограждений по странам света								Примечание
	Север		Восток		Запад		Юг		
	Пр./Расс*	Сумма	Пр./Расс*	Сумма	Пр./Расс*	Сумма	Пр./Расс*	Сумма	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4–5	136/26	162	258/36	294	— /13	13	— /16	16	Начало светового дня
5–6	159/76	235	482/101	583	— /39	39	— /46	46	
6–7	64/90	154	594/156	750	— /59	59	— /78	78	
7–8	— /87	87	621/165	786	— /72	72	83/101	184	
8–9	— /83	83	579/155	734	— /77	77	207/114	321	Начало рабочего дня
9–10	— /78	78	461/121	582	— /77	77	327/120	447	
10–11	— /77	77	283/102	385	— /81	81	428/122	550	
11–12	— /74	74	105/91	195	— /87	87	479/124	603	
12–13	— /74	74	— /87	87	105/91	196	479/124	603	После полудня
13–14	— /77	77	— /81	81	283/102	385	428/122	550	
14–15	— /78	78	— /77	77	461/121	582	327/120	447	
15–16	— /83	83	— /77	77	579/155	734	207/114	321	
16–17	— /87	87	— /72	72	621/165	786	83/101	184	
17–18	64/90	154	— /59	59	594/156	750	— /78	78	
18–19	159/76	235	— /39	39	482/101	583	— /46	46	
19–20	136/26	162	— /13	13	258/36	294	— /16	16	Конец светового и рабочего дня
Сумма за рабочее время		1262		2402		4632		4166	
Сумма за световой день		1900		4815		4815		4490	

* Пр./Расс — прямая радиация, после черты — рассеянная радиация

Таблица 5

Результаты расчетов для различных климатических районов

Table 5

Calculation results for different climate regions

Расчетные величины	Климатический район		
	Теплый	Умеренный	Холодный
Продолжительность охлаждающего периода, ч	2250	760	360
Солнечная радиация, кВт·ч	34560	8800	6300
Внутренние теплопоступления, кВт·ч	37860	12800	6070
Теплопоступления через ограждения, кВт·ч	3360	510	150
Теплопоступления с вентиляционным воздухом, кВт·ч	2730	420	120

Заклучение

Расход энергии на охлаждение зданий зависит, прежде всего, от исходных условий, характерных для конкретного здания, и климатических параметров региона, в котором расположен данный объект. Обоснованные значения начала и продолжительности охлаждающего периода дают возможность оценить отдельные состав-

Таблица 6

Общее энергопотребление системой охлаждения

Table 6

Total energy consumption of cooling system

Энергопотребление, (мВт · ч)	Климатический район		
	Теплый	Умеренный	Холодный
По предлагаемой методике	78,51	22,53	12,64
По ГОСТ Р 55656–2013 [3].	173,12	30,60	24,78

ляющие тепловых потоков и общий потребный расход холода как достаточно вероятные.

Теплота солнечной радиации существенно зависит от интенсивности ее изменения в течение суток, продолжительности светового дня, рабочего времени и ориентации светопрозрачных ограждений по сторонам света. Расчеты, проведенные с учетом перечисленных факторов, показали существенное различие в результатах по сравнению с методикой, изложенной в ГОСТ Р 55656–2013 [3].

Предложенная методика позволяет оценить необходимую потребность в холоде для обеспечения нормируемых параметров микроклимата в помещениях зданий общественного назначения и, в конечном итоге, обоснованно установить энергетическую эффективность конкретных зданий [14–15].

Литература

1. Кувшинов Ю. Я., Самарин О. Д. Основы обеспечения микроклимата зданий: учебник для вузов. — М.: АСВ, 2012. 200 с.
2. Сотников А. Г. Проектирование и расчет систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Полный комплекс требований, исходных данных и расчетной информации для СО, СПВ, СКВ, СГВС и СХС (в 2-х томах с продолжением). Т. 1. — СПб. 2013. 423 с.
3. ГОСТ Р 55656–2013 (ИСО 13790:2008) Энергетические характеристики зданий. Расчет использования энергии для отопления помещений. — М.: Стандартинформ, 2014. 28 с.
4. Рымкевич А. А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздат, 1990. 300 с.
5. Белова Е. М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. — М.: Евроклимат, 2006. 640 с.
6. Сотников А. Г. Проектирование и расчет систем вентиляции и кондиционирования воздуха // Полный комплекс требований, исходных данных и расчетной информации для СО, СПВ, СКВ, СГВС и СХС (в 2-х томах с продолжением). Т. 2. СПб, 2013. 423 с.: ил.
7. Богословский В. Н., Кокорин О. Я., Петров Л. В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. — М.: Стройиздат, 1985. 416 с.
8. Кувшинов Ю. Я. Энергосбережение в системе микроклимата зданий. — М.: АСВ, 2010. 320 с.
9. Богословский В. Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха). — М.: Высш. школа, 1970. 376 с.
10. Научно-прикладный справочник по климату СССР. Сер. 3. Ч. 1–6. Вып. 1–35. — Л.: Гидрометеоиздат, 1990–1999.
11. Лысёв В. И., Коцюлим Н. Н., Кучанский В. А. Оценка энергопотребления для отопления и охлаждения зданий. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование. 2018. № 1 С. 24–29.
12. Лысёв В. И., Коцюлим Н. Н., Кучанский В. А. Расчет энергопотребления для отопления и охлаждения зданий. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование. 2018. № 1 С. 1–12.
13. Кокорин О. Я. Современные системы кондиционирования воздуха. — М.: Издательство физико-математической литературы, 2003. 278 с.
14. Лысёв В. И., Чурюмов М. С., Шилин А. С. Энергетические показатели зданий учебных корпусов. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование. 2015. № 1. С. 33–37.
15. Лысёв В. И., Шилин А. С. Результаты энергетического обследования здания общежития. В сборнике: VII Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». СПб.: Университет ИТМО, 2015, С. 398–401.

References

1. Kuvshinov Yu. Ya., Samarina O. D. Fundamentals of building microclimate: a textbook for high schools. Moscow, ACB, 2012. 200 p. (in Russian)
2. Sotnikov A. G. Design and calculation of ventilation and air-conditioning systems. *Full set of requirements, initial data and calculated information for CO, SPV, SLE, SGS and SHS* (in 2 volumes with continuation). Vol. 1. SPb, 2013, 423 p. (in Russian)
3. GOST P 55656–2013 (ISO 13790:2008) Energy performance of buildings. Calculation of energy use for space heating and cooling. Moscow, Standartinform, 2014. 28 p. (in Russian)
4. Rymkevich A. A. System analysis of optimization of general ventilation and air-conditioning. Moscow, Stroizdat, 1990, 300 p. (in Russian)
5. Belova E. M. Central air-conditioning system in buildings. Moscow, Euroclimate, 2006, 640 p. (in Russian)
6. Sotnikov A. G. Design and calculation of ventilation and air-conditioning systems. *Full set of requirements, initial data and calculated information for CO, SPV, SLE, SGS and SHS* (in 2 volumes with continuation). Vol. 2. SPb, 2013. 423 p. (in Russian)
7. Bogoslovskij V. N., Kokorin O. Ya., Petrov L. V. Air conditioning and cold water supply. Moscow, Stroizdat, 1985, 416 p. (in Russian)
8. Kuvshinov Yu. Ya. Energy saving in the microclimate system of buildings. M.: ACB, 2010, 320 p. (in Russian)
9. Bogoslovskij V. N. Construction thermophysics (thermophysical fundamentals of heating, ventilation and air conditioning) Textbook for universities. Moscow, Higher School, 1970, 376 p. (in Russian)
10. Scientific and applied book on climate of USSR. Ser. 3. Part 1–6. Vol. 1–35. Leningrad, Hydrometeorological publishing house, 1990–1999. (in Russian)
11. Lysev V. I., Kothuyim N. N., Kuchanskiy V. A. Assessment of energy consumption for heating and cooling buildings. *Scientific journal of ITMO. Series: Refrigration and air conditioning*. 2018. No 1. pp. 24–29. (in Russian)
12. Lysev V. I., Kothuyim N. N., Kuchanskiy V. A. Calculation of Energy use for space heating and cooling buildings. *Scientific journal of ITMO. Series: Refrigration and air conditioning*. 2018. No 1. pp. 1–12. (in Russian)
13. Kokorin O. Ya. Modern air conditioning systems. Moscow, Publishing house of physical and mathematical literature, 2003, 278 p.
14. Lysev V. I., Churyumov M. S., Shilin A. S. Energy indicators of educational buildings. *Scientific journal of ITMO. Series: Refrigration and air conditioning*. 2015. No 1. pp. 33–37. (in Russian)
15. Lysev V. I., Shilin A. S. The results of the energy survey of the hostel building. In the collection: VII International Scientific and Technical Conference “*Low-Temperature and Food Technologies in the 21st Century*”. Saint-Petersburg, ITMO University. 2015, pp. 398–401. (in Russian)

Сведения об авторах**Лысёв Владимир Иванович**

к. т. н., ст. преподаватель факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, vilysev@corp.info.ru

Цыганков Александр Васильевич

д. т. н., профессор факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, pallada-ltd@infopro.spb.su

Шилин Александр Сергеевич

аспирант факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, 0346440@mail.ru

Information about authors**Lysev Vladimir Ivanovich**

Ph. D., Senior Lecturer of Faculty of Cryogenic Engineering of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, vilysev@corp.info.ru

Tsygankov Aleksandr Vasilevich

D. Sc., Professor of Faculty of Cryogenic Engineering of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, pallada-ltd@infopro.spb.su

Shilin Aleksandr Sergeevich

Postgraduate Student of Faculty of Cryogenic Engineering of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, 0346440@mail.ru

**Поздравляем с юбилеем О. Б. Цветкова!**

7 сентября 2019 г. исполнилось 80 лет известному ученому-теплофизику, талантливому педагогу, доктору технических наук, профессору мегафакультета биотехнологий и низкотемпературной энергетики Университета ИТМО — Олегу Борисовичу Цветкову.

Олег Борисович родился в Ленинграде. В 1961 г. с отличием окончил ЛТИХП. Сталинский стипендиат. В декабре 1965 г. защитил кандидатскую диссертацию. С 1968 по 1970 гг. преподавал в Камбодже. С января 1971 г. — начальник НИСа ЛТИХП. Избран секретарем парткома вуза в 1973 г. Стажировался в США. Докторскую диссертацию защитил в 1983 г. Проректор ЛТИХП по научной работе с 1983 по 1998 годы. С 1985 г. — профессор, а с февраля 1991 г. по август 2017 г. заведовал кафедрой «Теоретические основы тепло- и хладотехники».

В 1993 г. Цветкову О. Б. присвоено почетное звание Заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации. Академик Международной ака-

демии холода (МАХ), председатель Санкт-Петербургского регионального отделения, вице-президент МАХ с 1999 г.

Цветков О. Б. — член Международного института холода (МИХ), избирался вице-президентом комиссии В1 МИХ. Член Нью-йоркской академии наук, член Международного комитета ИЮПАК, член-корреспондент Международной академии наук высшей школы и Санкт-Петербургской инженерной академии. С 1983 г. — председатель рабочей группы «Свойства хладагентов и теплоносителей» и член Президиума Научного Совета РАН по комплексной проблеме «Теплофизика и теплоэнергетика».

Олег Борисович — член трех специализированных советов по присуждению ученых степеней Университета ИТМО и СПбГПУ Петра Великого.

Цветков О. Б. является членом редакционных коллегий журналов «Холодильная техника», «Холодильный бизнес» и «Вестник Международной академии холода». Лауреат Премии Правительства России в области науки и техники за 2007 г. Принимает активное участие в работе Торгово-промышленной палаты РФ по предпринимательству в агропромышленной сфере, экспертной комиссии по рассмотрению проектов таблиц ССД Госстандарта РФ, экспертной группы по лицензионной экспертизе на право ведения образовательной деятельности Администрации Санкт-Петербурга. Эксперт двух научных фондов РФ.

Автор более 350 печатных работ, монографий, учебников, учебных пособий, изобретений, госстандартов, статей и докладов по проблемам воздействия холодильных агентов на озоновый слой и парниковый эффект, применения экологически безопасных и энергоэффективных рабочих веществ низкотемпературной техники.

Дорогой Олег Борисович, от всей души поздравляем Вас с Вашим прекрасным юбилеем! Желаем здоровья, оптимизма и дальнейших творческих успехов!

*Президиум Международной академии холода,
редакция журнала «Вестник МАХ»*