



Предлагаемый подход к выбору расчётных пара- метров климата для тёплого периода года

Введение. Существующие подходы к выбору расчётных параметров наружной среды

Выбору расчётных параметров наружной среды всегда уделялось большое внимание. В настоящее время это внимание не ослабло [1–3], потому что, во-первых, появляются технологии, требующие точного поддержания параметров внутренней среды, во-вторых, глобальное потепление вызывает необходимость обновления расчётных параметров, в-третьих, изменения климата влекут за собой потребность введения новых подходов к выбору расчётных параметров наружной среды.

В большинстве стран мира и, в частности, в США [4] для выбора мощности систем поддержания внутреннего микроклимата расчётные параметры наружного воздуха выбираются с учётом обеспеченности по времени. Это означает, что параметр в году принимает значения выше расчётного в течение оговорённого обеспеченностью времени в среднем многолетнем разрезе.

В различные годы в рассматриваемой местности значения параметров наружного воздуха, близкие к экстремальным, наблюдаются различное время. Поэтому в отдельные годы период времени с превышением расчётных значений может быть довольно продолжительным, и продолжительным может оказаться время,

в которое системы, мощность которых подобрана по расчётным значениям параметра наружной среды, не смогут обеспечить в помещении заданного теплового микроклимата.

В Российской Федерации для холодного периода года расчётную температуру для отопления и для выбора теплозащиты зданий принимают по обеспеченности от года к году. Это означает, что в каждом году многолетнего ряда по определённым правилам выбирается значение температуры (средней наиболее холодной пятидневки каждого года). Затем из ряда выбранных значений температуры по заданной обеспеченности от года к году принимается расчётное значение. То есть выбирается не самая низкая температура наиболее холодной пятидневки, имевшая место в рассматриваемой местности, а с некоторой вероятностью того, что в отдельные годы значение средней температуры наиболее холодной пятидневки может быть ниже выбранного в качестве расчётного.

В России расчётная температура наиболее холодной пятидневки принимается с обеспеченностью 0,98 для уникальных и наиболее ответственных зданий и 0,92 для основной массы зданий, в том числе жилых. На практике рассматривается ряд наблюдений меньше столетнего — обычно около 30 лет [5].

Рецензия эксперта на статью получена
28.01.2019 [Expert review on the article
received January 28, 2019].

УДК 551+697.9. Научная специальность: 05.23.03.

Предлагаемый подход к выбору расчётных параметров климата для тёплого периода года

Елена Г. Малявина, к.т.н., профессор; Фам Ван Лыонг, аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Рассмотрены существующие подходы к выбору расчётных параметров наружной среды для расчёта мощности систем кондиционирования воздуха. Приведены доказательства целесообразности учёта времени превышения расчётного параметра не в среднем из многолетней выборки, а в конкретных годах. Предложено принимать для тёплого периода года обеспеченность от года к году такой же, как принято в РФ для холодного периода года: 0,98 для уникальных зданий и 0,92 для массовой застройки.

Ключевые слова: температура, энтальпия, обеспеченность от года к году, обеспеченность от средней за многолетний период продолжительности.

UDC 551+697.9. Number of scientific specialty: 05.23.03.

The proposed approach to selection of the design climate parameters for the warm period of the year

Elena G. Malyavina, PhD, Professor; Pham Van Lyong, PhD student, National Research University Moscow State of Civil Engineering (NRU MGSU)

The existing approaches to the choice of design parameters of the external environment to determine the power of air conditioning systems are considered. There are given feasible proofs to take into account the time of exceeding a design parameter value in specific years rather than average ones of the multi-year sampling. It is offered to accept the year-to-year availability of the warm period of the year as it is accepted in the Russian Federation for the cold period of the year.

Key words: temperature, enthalpy, year-to-year availability, availability from the average one for a multi-year period.

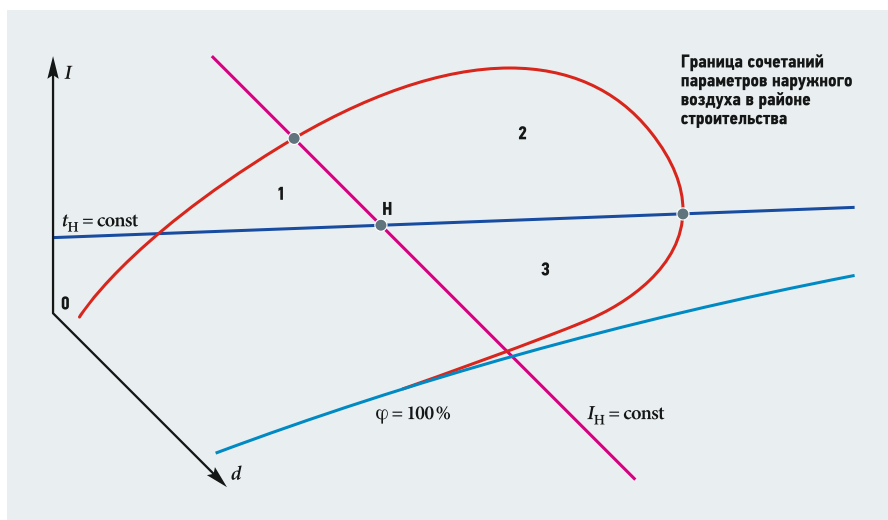


Рис. 1. Схематическое изображение на i - d -диаграмме расчётных значений температуры и энтальпии наружного воздуха, полученных по методике раздельной обеспеченности параметров

Методики выбора расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха для тёплого периода года с обеспеченностью по времени

В РФ в СП 131.13330.2012 [6] принят общий подход к выбору расчётной точки H , в которой расчётные значения температуры t_H и энтальпии i_H наружного воздуха принимаются так, что обеспеченность наблюдения каждого из них независимо друг от друга равна требуемой обеспеченности $K_{об}$ (рис. 1). По сути дела, таким образом выбираются независимо друг от друга средние многолетние значения температуры и энтальпии наружного воздуха с определённой необеспеченностью.

В нормативных документах Социалистической Республики Вьетнам [7] профессором Чан Нгок Тьян'ом разработана методика [8] обработки температуры и энтальпии наружного воздуха по совместной обеспеченности обоих параметров. Целью разработки методики по совместной обеспеченности параметров является нахождение такой расчётной точки H_p , при которой зона обеспеченности наблюдения обоих параметров (рис. 2) была бы равна требуемой.

Важно отметить, что обе методики, следуя общемировым тенденциям, нацелены на выбор расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха, опираясь на обеспеченность по времени. По приведённым выше методикам были определены расчётные значения температуры и энтальпии наружного воздуха, отвечающие различной обеспеченности

Расчётные значения параметров, выбранных по обеспеченности по времени

табл. 1

Город	Продолжительность необеспеченности параметров, ч	Коэффициент обеспеченности по времени из общей выборки $K_{об}$	Значения параметров в точке H		Значения параметров в точке H_p	
			температура t_H , °C	энтальпия i_H , кДж/кг	температура t_{H_p} , °C	энтальпия i_{H_p} , кДж/кг
Ханой	35	0,996	36,3	94,93	36,7	95,07
	50	0,994	36,0	94,29	36,5	94,77
	100	0,989	35,1	92,91	35,8	94,02
	200	0,977	34,1	91,35	35,1	92,73
	400	0,954	33,0	89,42	33,9	90,73
Москва	35	0,996	29,5	60,64	30,2	63,09
	50	0,994	28,8	59,51	29,3	62,35
	100	0,989	27,3	57,01	28,3	59,22
	200	0,977	25,4	53,91	26,7	57,40
	400	0,954	23,2	49,94	24,4	50,75

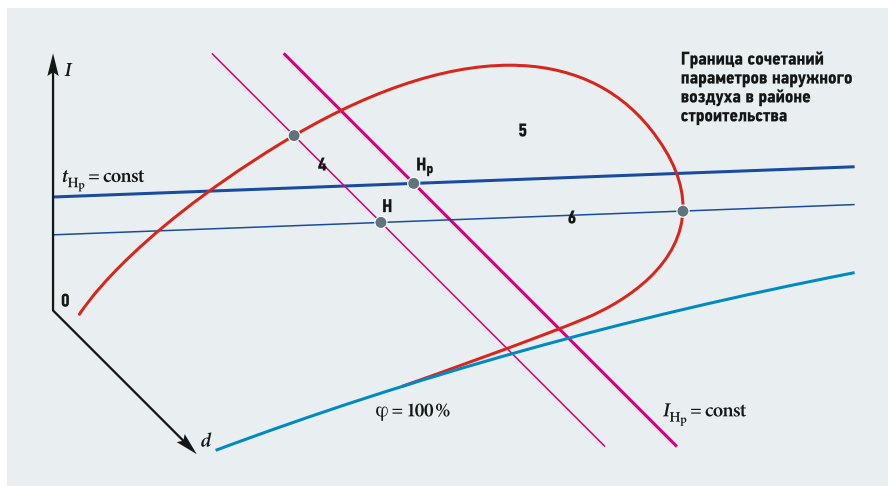


Рис. 2. Схематическое изображение на i - d -диаграмме расчётных значений температуры и энтальпии наружного воздуха, полученных по методике совместной обеспеченности параметров

Профессором Социалистической Республики Вьетнам Чан Нгок Тьян'ом разработана методика обработки температуры и энтальпии наружного воздуха по совместной обеспеченности обоих параметров. Целью разработки методики является нахождение такой расчётной точки H_p , при которой зона обеспеченности наблюдения обоих параметров была бы равна требуемой

своего появления от общего числа часов в году по средним многолетним данным для двух городов: Москвы и Ханоя [9]. Для этого были обработаны данные метеостанции ВДНХ за 1984–2011 годы [10] и метеостанции Ханоя [11] за 1985–2014 годы. Результаты обработки представлены в табл. 1.

Сразу отметим, что в таблицах ниже приведены значения параметров наружного воздуха при продолжительности необеспеченности в 35, 50, 100, 200 и 400

часов, и это не означает, что все они предлагаются в качестве расчётных. Они рассматриваются в исследовательских и иллюстративных целях.

Из табл. 1 видно, что расчётные значения температуры и энтальпии наружного воздуха, полученные по вьетнамской методике при совместной обеспеченности, выше, чем полученные по российской методике. Это объясняется тем, что точка H образует зоны необеспеченности для температуры 1+2 (рис. 1), а для энтальпии 2+3 (рис. 1) равной продолжительности, а точка H_p образует суммарную для обоих параметров зону необеспеченности той же продолжительности 4+5+6 (рис. 2).



Методики выбора расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха для тёплого периода года с обеспеченностью от года к году

Для доказательства необходимости выбора расчётного сочетания температуры и энтальпии наружного воздуха с обеспеченностью от года к году в работе [12] в каждом году были выбраны значения температуры и энтальпии наружного воздуха с различной продолжительностью необеспеченности. Из значений одинаковой продолжительности необеспеченности, взятых из разных лет, были построены функции распределения каждого параметра по обеспеченности от года к году. Оказалось, что в разных линиях одинаковой обеспеченности по времени, состоящих из точек различных лет, порядков этих лет различен. То есть и в Москве, и в Ханое очень редки годы, когда точки с различной обеспеченностью по времени будут относиться к одной обеспеченности от года к году.

Очень важно, что наиболее высокие значения температуры и энтальпии наружного воздуха наблюдаются в различные годы. Есть годы, когда высокие значения параметров значительно превышают средние многолетние значения той же обеспеченности, но время наблюдения этих значений относительно непродолжительно. А есть годы, когда стойко держится высокая температура или энтальпия наружного воздуха, пусть не самых экстремальных значений параметра, но значений, значительно превышающих среднее многолетнее. Оказалось, что в десяти самых жарких годах превышения значений температуры и энтальпии находятся в довольно широких диапазонах времени, которые приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что продолжительности превышения температуры наружного воздуха над расчётным значением в Москве больше, чем в Ханое, но и там они тоже достаточно велики. Это объясняется тем, что московский климат кон-

тинентальный, а ханойский климат относится к влажному субтропическому. Что касается диапазонов превышения значений энтальпии, то в Москве и Ханое они значительны, отклонения в сторону высоких значений энтальпии тоже свидетельствуют о желательности их учёта.

Предлагается в качестве расчётных значений температуры и энтальпии наружного воздуха принять значения, соответствующие обеспеченностям от года к году 0,98 и 0,92, такие же, как и в холодный период года. В качестве правила отбора значений параметров в каждом году приняты значения параметра с продолжительностями необеспеченности по времени внутри года такими же, как указано в табл. 1.

Из значений одинаковой продолжительности необеспеченности (из разных лет) были построены функции распределения каждого параметра по обеспеченности от года к году

При независимом выборе значений температуры и энтальпии результаты указаны в табл. 3 в колонках 3 и 4. Они оказались выше не только значений, полученных выбором при отдельной обеспеченности из общей выборки и приведённых в табл. 1 (колонки 3 и 4), но и значений, полученных по совместной обеспеченности, приведённых в той же табл. 1 в колонках 5 и 6. В колонках 5 и 6 табл. 2 приведены данные, полученные по совместной обеспеченности внутри отдельных годов. Они выше значений, полученных по отдельной обеспеченности.

Несоответствие реалиям жизни результатов методик выбора расчётных значений параметров наружного воздуха по отдельной или совместной обеспеченности (вне зависимости из общей выборки или от года к году) заключается в том, что они назначаются без учёта одновременного их появления. Так как предлагаемые расчётные значения параметров оказались существенно выше применяемых на практике, в табл. 3 в колонке 7 представлены значения энтальпии, наблюдавшейся одновременно со значениями температуры, приведённой в колонке 3, а в колонке 8 — значения температуры, имевшей место одновременно с энтальпией из колонки 4. Эти значения оказались значительно выше всех предлагаемых, что только подтверждает необходимость ужесточать нормирование значений расчётных параметров в тёплый период года.

Фактическая продолжительность необеспеченности*

табл. 2

Параметр	Коэффициент обеспеченности $K_{об}$ по времени внутри года				
	0,996	0,994	0,989	0,977	0,954
	Требуемая продолжительность необеспеченности в году, ч				
Москва	35–35	50	100	200	400
Диапазоны фактической продолжительности необеспеченности средних многолетних значений температуры наружной среды, ч	22–360	41–444	77–608	160–830	370–1130
Диапазоны фактической продолжительности необеспеченности средних многолетних значений энтальпии наружной среды, ч	18–192	18–269	27–469	51–743	135–1129
Ханой					
Диапазоны фактической продолжительности необеспеченности средних многолетних значений температуры наружной среды, ч	28–152	41–185	81–257	151–359	294–692
Диапазоны фактической продолжительности необеспеченности средних многолетних значений энтальпии наружной среды, ч	19–199	30–219	48–325	135–583	312–951

* Средних многолетних значений параметров наружной среды.



Заключение

1. Расчётные значения температуры и энтальпии, полученные по различным методикам обработки метеорологических данных, по-разному оценивают обеспеченность процесса кондиционирования

воздуха. Обеспеченность температуры по российской методике соответствует обеспеченности расчётного расхода приточного воздуха, а обеспеченность энтальпии — обеспеченности холодопроизводительности воздухоохладителя.

Обеспеченность значений тех же параметров по вьетнамской методике соответствует обеспеченности общего процесса кондиционирования воздуха.

2. Так как в отдельные годы продолжительности необеспеченности выбранных значений параметров заметно отличаются друг от друга, предложена методика выбора расчётных параметров наружной среды с учётом обеспеченности от года к году. Эта методика предполагает выбор в каждом году значений температуры и энтальпии наружного воздуха независимо друг от друга с определённой необеспеченностью по времени, а потом для каждой необеспеченности по времени выбирается значение из года, отвечающего обеспеченности от года к году, соответствующей строящемуся объекту.

3. Так как для Москвы предлагаемые расчётные температура (29,0 °C) и энтальпия (59,8 кДж/кг) близки к значениям, применяемым ранее (28,5 °C), предлагается нормирование параметров наружной среды в тёплый период года для зданий массовой застройки вести по продолжительности необеспеченности 100 часов в отдельных годах. ●

■ Расчётные значения параметров, выбранных по обеспеченности от года к году табл. 3

Время превышения параметров, ч	Кэфф. обеспеченности по времени внутри каждого года $K_{об}$	Значения параметров в точке Н		Значения параметров в точке Н _р		Значения параметров одновременных	
		температура $t_{Н}$, °C	энтальпия $i_{Н}$, кДж/кг	температура $t_{Нр}$, °C	энтальпия $i_{Нр}$, кДж/кг	энтальпия, кДж/кг	температура, °C
1	2	3	4	5	6	7	8
Ханой. При обеспеченности от года к году 0,98							
35	0,996	37,4	96,6	38,1	97,2	102,6	38,8
50	0,994	37,0	95,9	37,8	96,7	102,6	39,1
100	0,989	36,3	94,7	37,0	95,0	102,5	39,1
200	0,977	34,9	93,4	36,3	93,5	102,5	39,0
400	0,954	33,5	91,5	34,9	91,7	101,8	38,8
Ханой. При обеспеченности от года к году 0,92							
35	0,996	36,7 / 36,2	95,4	37,2	95,5	99,4	39,1
50	0,994	36,3	94,7	37,1	95,1	99,4	39,1
100	0,989	35,4	93,3	36,2	93,5	98,8	39,2
200	0,977	34,4	91,8	35,4	92,2	96,3	39,0
400	0,954	33,4	89,8	34,4	90,4	98,0	38,6
Москва. При обеспеченности от года к году 0,98							
35	0,996	33,5	65,5	34,2	65,7	73,5	35,4
50	0,994	33,0	64,8	33,7	65,2	73,5	34,8
100	0,989	31,4	62,6	32,8	62,7	69,9	34,4
200	0,977	29,5	59,7	30,7	59,9	67,7	33,4
400	0,954	27,1	55,9	29,3	56,7	65,4	33,6
Москва. При обеспеченности от года к году 0,92							
35	0,996	30,7	63,4	32,1	64,5	68,1	33,1
50	0,994	30,1	62,1	31,0	62,6	65,8	33,1
100	0,989	29,0	59,8	30,0	62,4	65,3	31,7
200	0,977	27,5	56,8	28,9	57,1	64,5	30,8
400	0,954	25,2	53,8	26,6	54,6	65,3	31,3

1. Табунчиков Ю.А., Акопов Б.А. Энергетические возможности наружного климата // Энергосбережение, 2008. №4. С. 51–55.
2. Сынков И.В., Тоголев Н.А., Прусова Ж.В. Особенности выбора климатических параметров при проектировании систем холодоснабжения СКВ // АВОК, 2016. №3. С. 64–71.
3. Костин В.И. Выбор параметров наружного воздуха для переходных условий при расчёте систем климатизации // Известия вузов. Серия: Строительство, 2014. №2. С. 57–60.
4. ASHRAE Handbook Fundamentals (ASHRAE 2017). American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, USA. 2017.
5. Фасолько Д.В., Кобышева Н.В. Климатическое обеспечение высотных зданий // Труды Гл. геофиз. обсерватории им. А.И. Воейкова, 2017. №584. С. 113–122.
6. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализ. ред. СНиП 23-01-99*. — М.: Минрегионразвития РФ, 2012.
7. TCVN 5687:2010. Tiêu chuẩn quốc gia. Thông gió — điều hòa không khí [Вентиляция, кондиционирование воздуха]. — Hà Nội [Ханой]: Tiêu chuẩn thiết kế [Стандарты проектирования], 2010. [На вьетн. языке]
8. Trần Ngọc Chân [Чан Нгок Чьан]. Điều hòa không khí [Кондиционирование воздуха]. — Hà Nội [Ханой]: Nhà xuất bản xây dựng [Изд-во «Строительство»], 2002. [На вьетн. языке]
9. Малявина Е.Г., Фам Ван Лыонг. Выбор расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха по заданной обеспеченности // Журнал С.О.К., 2017. №12. С. 74–76.
10. Данные о состоянии природной среды. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД). Режим доступа: meteo.ru. Дата обраш.: 10.03.2014.
11. Метеорологическое и гидрологическое управление Вьетнама. Режим доступа: ktvtqg.gov.vn. Дата обраш.: 10.09.2016.
12. Малявина Е.Г., Маликова О.Ю., Фам Ван Лыонг. Метод выбора расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха в тёплый период года // АВОК, 2018. №3. С. 60–64.

References — see page 95.

The proposed approach to selection of the design climate parameters for the warm period of the year. Pp. 72–75.

Elena G. Malyavina, PhD, Professor; **Pham Van Lyong**, postgraduate student, National Research University Moscow State of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. Tabunshnikov Ju.A., Akopov B.A. *Jenergeticheskie vozmozhnosti naruzhnogo klimata* [Energy potential outdoor climate]. *Jenergoberezenie* ["Energy saving" Magazine]. 2008. No. 4. Pp. 51–55. [In Russian]
2. Synkov I.V., Gogolev N.A., Prusova Zh.V. *Osobennosti vybora klimaticheskikh parametrov pri proektirovanii sistem holodosnabzhenija SKV* [Features of the choice of climatic parameters in the design of cooling systems SCR]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics]. 2016. No. 3. Pp. 64–71. [In Russian]
3. Kostin V.I. *Výbor parametrov naruzhnogo vozduha dlja perehodnykh uslovij pri raschete sistem klimatizacii* [Selection of outdoor air parameters for transient conditions in the calculation of air-conditioning systems]. *Izvestija vuzov. Serija: Stroitel'stvo* [Proc. of universities. Series: Construction]. 2014. No. 2. Pp. 57–60. [In Russian]
4. ASHRAE Handbook Fundamentals (ASHRAE 2017). American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, USA. 2017.
5. Fasoľko D.V., Kobysheva N.V. *Klimaticheskoe obespechenie vysotnykh zdanij* [Climate maintenance of high-rise buildings]. *Trudy Glavnoj geofizicheskoy observatorii im. A.I. Voejkova* [Proc. of the Main Geophysical Observatory named after A.I. Voeikov]. 2017. No. 584. Pp. 113–122. [In Russian]
6. SP [Set of Rules] 131.13330.2012. *Stroitel'naja klimatologija. Aktualiz. red. SNiP 23-01-99** [Construction climatology. Updated edition of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) 23-01-99*]. Moscow. *Minregionrazvitiya RF* [Ministry of Regional Development of the Russian Federation]. 2012. [In Russian]
7. TCVN 5687.2010. *Tiêu chuẩn quốc gia. Thông gió — điều hòa không khí*. [Ventilation, air conditioning. Design Standards]. Hà Nội [Hanoi]. *Tiêu chuẩn thiết kế* [Design standards of the Socialist Republic of Vietnam]. 2010. [In Vietnamese]
8. Trần Ngọc Chấn [Chang Ngọc Tian]. *Điều hòa không khí* [Air conditioning]. Hà Nội [Hanoi]. *Nhà xuất bản xây dựng* ["Construction" Publishers]. 2002. [In Vietnamese]
9. Maljavina E.G., Fam Van Lyong. *Výbor raschetnykh temperatury i jental'pii naruzhnogo vozduha po zadannoj obespechennosti* [Selection of design temperature and enthalpy of outdoor air according to the given availability]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2017. No. 12. Pp. 74–76. [In Russian]
10. *Dannye o sostojanii prirodnoj sredy* [Data on the state of the environment]. *Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gidrometeorologicheskoy informacii — Mirovoj centr dannyh (VNIIGMI-MCD)* [All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information — World Data Center]. Web-source: meteo.ru. Access data: Mart 10, 2014.
11. *Meteorologicheskoe i gidrologicheskoe upravlenie V'etnama* [Meteorological and Hydrological Department of Vietnam]. Web-source: kttvqg.gov.vn. Access data: September 10, 2016.
12. Maljavina E.G., Malikova O.Ju., Fam Van Lyong. *Metod vybora raschetnykh temperatury i jental'pii naruzhnogo vozduha v teplyj period goda* [The method of selecting the calculated temperature and enthalpy of outside air in the warm season]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics]. 2018. No. 3. Pp. 60–64. [In Russian]