

DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-12-39-45

*\*Малявина Е.Г., Ландырев С.С.**Московский государственный строительный университет**\*E-mail: emal@list.ru*

## ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ НОРМ К ВНУТРЕННЕМУ МИКРОКЛИМАТУ УГЛОВОГО ПОМЕЩЕНИЯ

**Аннотация.** В статье идет речь о лечебно-профилактических, детских образовательных и образовательных учреждениях. Именно в зданиях такого назначения не были повышены сопротивления теплопередаче окон при последнем изменении норм теплозащиты в РФ в 2018 году. В связи с этим важным является проверка выполнения требований нормативных документов к радиационной температуре и асимметрии радиационной температуры на границе обслуживаемой зоны помещений таких зданий. Литературный обзор показал, что в мире этим параметрам уделяется большое внимание. Так как сопротивление теплопередаче у окон значительно меньше, чем у наружных стен, то влияние температуры наружного воздуха на температуру внутренней поверхности окна значительно больше, чем у стен. В предлагаемой статье рассмотрено угловое помещение промежуточного этажа с окнами в наружных стенах, занимающими 35 % от площади наружных ограждающих конструкций, в г. Белгороде. Здание обслуживается воздушным отоплением. Сравнение радиационной температуры и асимметрии радиационной температуры с теми же показателями в рядовой комнате, рассмотренной ранее, показало, что при окнах указанного размера влияние второго окна заметно снижает радиационную температуру и увеличивает значения локальной асимметрии радиационной температуры. При этом в расчетный зимний период на границе обслуживаемой зоны помещения не выполняются не только оптимальные, но и допустимые требования нормативного документа.

**Ключевые слова:** шаровой термометр, радиационная температура, локальная асимметрия радиационной температуры, результирующая температура, расчет, расчетные зимние условия.

**Введение.** К рассматриваемым в статье зданиям следует отнести объекты медицинской помощи, среднего и профессионального образования, детские дошкольные образовательные учреждения. Энергосбережение и энергоэффективность зданий не должны достигаться за счет невыполнения требуемых нормами параметров микроклимата [1–4]. В то же время поддержание требуемого микроклимата без перетопов зимой и переохлаждений летом способствует экономии энергии [5–7]. Важную роль в ощущении комфорта в помещениях играет радиационная температура и локальная асимметрия радиационной температуры [8–10], часто оценку комфортности пребывания людей в помещении дают с помощью показателя PMV [11–12], в котором радиационная температура тоже учитывается. В некоторых случаях, как, например, при прерывистом отоплении оценка радиационной температуры играет важнейшую роль, особенно после перерыва в отоплении [13] или в неотапливаемых православных храмах [14, 15]. Необходимо обращать внимание на состояние тепловой радиационной обстановки в помещении особенно при воздушном отоплении, когда в помещении отсутствуют отопительные приборы [16].

Однако на соблюдение норм ГОСТ 30494 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» (далее ГОСТ) к результирующей температуре и локальной асим-

метрии результирующей температуры помещения «в центре обслуживаемой зоны и на расстоянии 0,5 м от внутренней поверхности наружных стен и стационарных отопительных приборов» внимания не обращается ни при проектировании, ни при экспертизе проектов.

**Материалы и методы.** Измерение нормируемых показателей в помещениях в соответствии с ГОСТ надлежит выполнять шаровым термометром. В настоящей работе оценка величин радиационной температуры  $t_r$  и локальной асимметрии радиационной температуры  $dt_r$  по отношению к шаровому термометру выполнялась расчетным путем. В этом расчете применялась известная из сферической геометрии формула коэффициента облученности с плоской элементарной площадки на сферу известного диаметра [17, 18]. Преимущество расчетного метода состоит в том, что оценочный расчет можно выполнить при любой температуре наружного воздуха. Наибольшие величины асимметрии радиационной температуры и наименьшие значения радиационной температуры наблюдаются при самой низкой температуре наружного воздуха, но погода редко предоставляет расчетные зимние условия для измерения. Поэтому замеренные значения параметров внутренней среды все равно придется пересчитать на расчетные условия.

Отличием результатов расчетного метода от экспериментального является получение радиационной температуры и локальной асимметрии

радиационной температуры в каждой точке измерения. Экспериментальный метод измерения определяет результирующую температуру и локальную асимметрию результирующей температуры, так как одновременно сосредотачивает на своей поверхности конвективные тепловые потоки от воздуха и лучистые потоки от поверхностей, обращенных в помещение. К сожалению, для оценки изменения температуры воздуха по объему помещения требуются довольно сложные методы расчета. Поэтому в предлагаемой работе основные усилия направлены на определение радиационной температуры и локальной асимметрии радиационной температуры, существенно зависящих от места расположения по отношению к холодным внутренним поверхностям. При определении результирующей температуры предлагается считать температуру воздуха в помещении одинаковой по объему или рассчитывать ее с помощью инженерных методов определения изменения температуры воздуха в конвективных (например, от отопительных приборов) или приточных (например, вентиляционных или инфильтрационных) струях. В предлагаемой работе температура воздуха принята постоянной по объему, так как в отсутствии источников теплоты конвективные струи отсутствуют. Воздействие вентиляционного воздуха хорошо перемешивает воздух и считается привнесением теплового потока, необходимого для поддержания в помещении результирующей температуры  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , с точностью до  $0,001\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Основная часть.** ГОСТ нормирует проверку  $t_r$  и  $dt_r$  на различной высоте от пола в зависимости от преимущественного положения людей в помещении (сидя или стоя), и для детских дошкольных учреждений рассматриваются свои высоты от пола. Поэтому распределения указанных параметров по помещению изучались на различных высотах. Так как наименьшие значения радиационной температуры и наибольшие значения асимметрии радиационной температуры на границе обслуживаемой зоны всегда наблюдаются напротив середины окна и на высоте, ближайшей к центру окна, то здесь предоставляются планы на расстоянии  $1,7\text{ м}$  от пола. Кроме того, интерес представляет распределение  $t_r$  и  $dt_r$  по вертикальному сечению помещения по границе обслуживаемой зоны.

Следует отметить, что измерение радиационной температуры ГОСТ рекомендует выполнять полностью зачерненным шаровым термометром. Такой термометр сосредотачивает на своей поверхности радиационные потоки от всех окружающих его поверхностей. Поэтому для фиксации показаний радиационной температуры в каждой точке помещения требуется рассмотреть только

один план на каждом интересующем уровне от пола. При этом асимметрия радиационной температуры в каждой точке должна измеряться шаровым термометром, у которого одна половина зачернена, а другая имеет лучеотражающее покрытие. Поэтому замер в каждой точке состоит из двух измерений. Принципиально важно наметить, куда фронтально направлена зачерненная половина измерителя. Разность измеренных температур в точке помещения, определенных шаровым термометром для двух противоположных направлений, представляет собой локальную асимметрию результирующей или радиационной температуры. Поэтому, если локальная асимметрия радиационной температуры определяется в угловом помещении, то при фронтальном направлении зачерненной половины шарового термометра на одно окно, второе окно воздействует на шаровой термометр сбоку. Для фиксации  $dt_r$  на границе обслуживаемой зоны у второго окна следует пере-направить фронтальную ориентацию измерителя на это окно. Поэтому локальная асимметрия радиационной температуры для углового помещения с окном во второй наружной стене должна представляться на каждом уровне от пола двумя планами.

Для проверки был выбран город Белгород, с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки обеспеченностью  $0,92$ , равной  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для большого числа помещений указанных зданий расчетной результирующей принята температура  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Внутренняя температура поддерживается воздушной системой отопления. Геометрия помещения промежуточных этажей для исследования была принята по реальному проекту. Длина одной наружной стены в угловом помещении равна  $6\text{ м}$ , а другой наружной стены  $5,4\text{ м}$ . Высота помещения в чистоте принята  $3,3\text{ м}$ . В стене длиной  $6\text{ м}$  симметрично расположено окно размером  $3,8 \times 1,8\text{ м}$  при высоте низа окна от пола  $1\text{ м}$ . Вторая наружная стена короче первой, но окно в ней тех же размеров, на той же высоте от пола и на том же расстоянии  $1,1\text{ м}$  от наружного угла, что и в первой стене. Простенок после окна во второй стене короче, чем в первой и равен  $0,5\text{ м}$ . Площадь окон составляет  $35\%$  от общей площади вертикальных наружных ограждений помещения, а сопротивление теплопередаче окна  $0,457\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ .

Интересной оказалась оценка изменения радиационной температуры и локальной асимметрии радиационной температуры при сравнении распределения этих показателей по плану помещения в рядовой и угловой комнате при наличии второго окна во второй наружной стене. Распределение указанных параметров в рядовой комнате рассмотрено ранее в [18].

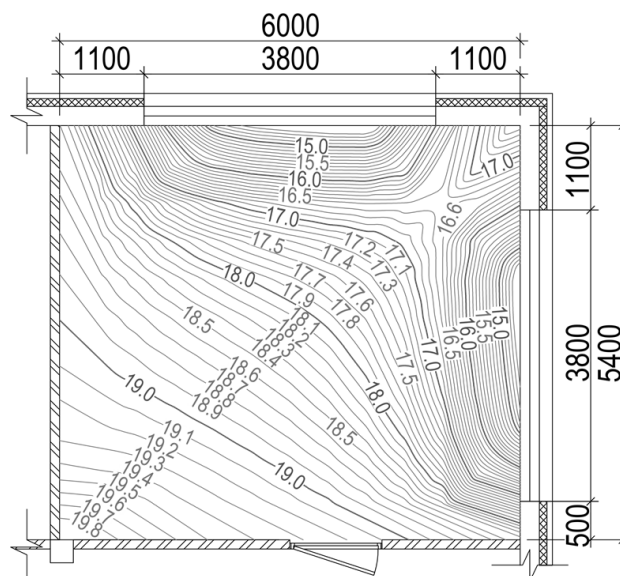


Рис. 1. Распределение радиационной температуры по плану углового помещения на высоте 1,7 м от пола

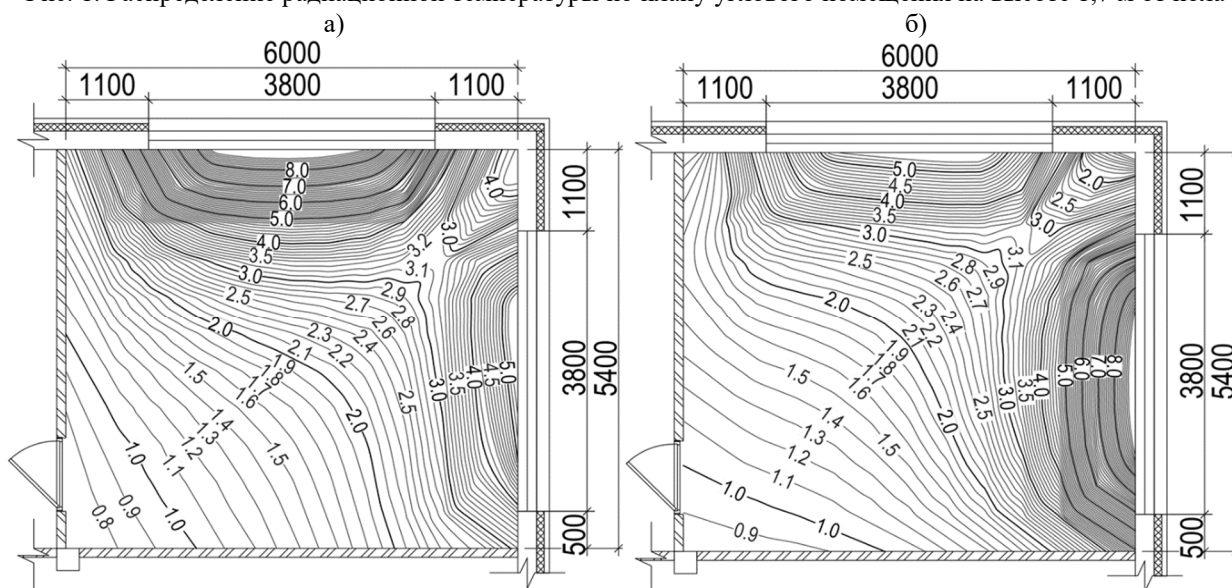


Рис. 2. Распределение локальной асимметрии радиационной температуры по плану углового помещения на высоте 1,7 м от пола:

- а) с фронтальной ориентацией шарового термометра на стену длиной 6 м,
- б) с фронтальной ориентацией шарового термометра на стену длиной 5,4 м

Рисунки 1 и 2 убеждают в том, что на  $t_r$  и  $dt_r$  в каждой точке влияние оказывают все окружающие поверхности, но в большей степени оба окна. Обращается внимание на распределение изолиний  $t_r$  и  $dt_r$  на планах помещения вблизи окон. На рисунках изолинии проведены до наружных стен и перегородок, а границы обслуживаемой зоны отстоят от них на 0,5 м. Поэтому некоторые значения указанных параметров на планах вблизи стен и перегородок имеют значения выше значений, представленных на поперечных разрезах по границе обслуживаемой зоны.

Расположение изотерм  $t_r$  практически симметрично относительно биссектрисы наружного угла, образуемого двумя наружными стенами. Расчеты выполнены при одинаковых по сопротивлению теплопередаче и размерах окон в двух стенах угловой комнаты. В угловом помещении

на высоте 1,7 м напротив окна на границе обслуживаемой зоны  $t_r$  на 1,25 °С ниже, чем в рядовом. Интересно и то, что в углу, образуемом перегородками, изотермы радиационной температуры имеют несимметричную форму по отношению к упомянутой биссектрисе наружного угла из-за разной длины простенков наружных стен около внутренних перегородок. Эти простенки в упомянутом месте оказывают значительное влияние на формирование радиационной температуры, хотя и расположены относительно далеко.

В то же время изолинии  $dt_r$  не симметричны из-за указанной выше необходимости фронтальной ориентации зачерненной половины шарового термометра поочередно на одно и другое окно. На границе обслуживаемой зоны напротив центра окна на высоте 1,7 м от пола  $dt_r$  на 0,71 °С выше, чем в рядовой комнате. Это превышение

возникло из-за одновременного влияния на локальную асимметрию радиационной температуры окон в двух наружных стенах. Если двигаться по биссектрисе наружного угла, то рядом с наружным углом  $dt_r$  ниже, а  $t_r$  выше, чем при дальнейшем продвижении. Это объясняется тем, что вначале этого пути радиационная температура формируется в большей степени температурой поверхности простенков около наружного угла, а в дальнейшем температурой внутренней поверхности окон. Около угла, образованного перегородками, просматривается различное влияние простенков разной длины в наружных стенах. Различие проявляется в том, что значения

локальной асимметрии радиационной температуры при фронтальной ориентации шарового термометра на короткую стену больше на  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , чем при ориентации на длинную наружную стену.

Поперечные разрезы помещения по границе обслуживаемой зоны (рис. 3) с одной стороны тоже свидетельствуют о несимметричности изолиний за счет снижения радиационной температуры и увеличения локальной асимметрии радиационной температуры около бокового окна, а с другой, показывают, что значения на замкнутых эллипсах  $t_r$  увеличиваются, а  $dt_r$  уменьшаются при удалении от центра окна.

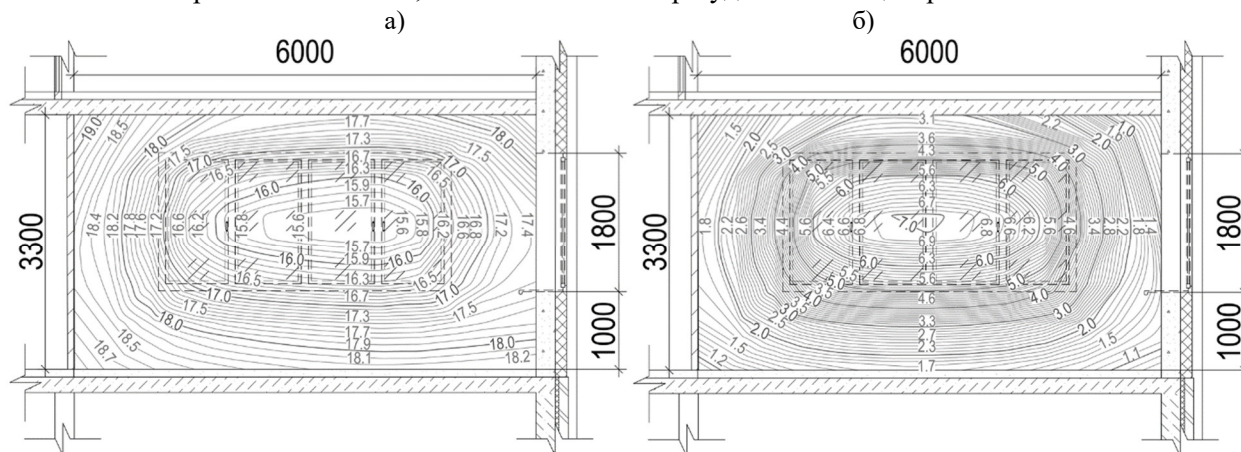


Рис. 3. Распределение радиационной температуры (рис. 3а) и локальной асимметрии радиационной температуры (рис. 3б) по поперечному сечению помещения на расстоянии 0,5 м от наружной стены длиной 6 м в расчетный зимний период

При этом радиационная температура помещения на границе обслуживаемой зоны остается ниже требуемой величины, так она по всей своей площади ниже результирующей температуры  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  больше, чем на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Пространство неудовлетворения допустимых условий по  $dt_r$  на границе обслуживаемой зоны невелико. Зона несоблюдения оптимальных требований занимает практически всю площадь окна.

Несоблюдение допустимых и особенно оптимальных норм радиационной температуры и локальной асимметрии радиационной температуры на взгляд авторов происходит, так как к выбору сопротивления теплопередаче окон нормирование подходит с теми же принципами, что и к нормированию сопротивления теплопередаче стен и покрытий. Принципы нормирования нацелены на экономию энергии на поддержание теплового микроклимата в течение отопительного периода, характеризуемого числом градусосутки отопительного периода (ГСОП). При этом не рассматривается возможность формирования низкой температуры на внутренней поверхности окна в самый холодный расчетный зимний период. А такое положение возможно, так как окно

обладает наименьшим из всех наружных ограждающих конструкций сопротивлением теплопередаче. Кроме того, окно имеет наименьшую теплоустойчивость. Поэтому оно не может сохранить более высокую температуру, даже если перед похолоданием держалась относительно теплая погода.

#### Выводы.

1. В угловой комнате с окнами в каждой наружной стене при фронтальной ориентации шарового термометра на одно окно значения радиационной температуры понижаются, а локальной асимметрии радиационной температуры повышаются по сравнению с этими же показателями в помещении с одним окном за счет боковой облученности от второго окна. Длина простенка около окна также оказывает влияние на распределение указанных параметров по объему помещения.

2. Предлагается при нормировании требуемого сопротивления теплопередаче окон учитывать не только градусосутки отопительного периода, как это принято сейчас, а и расчетную температуру наружного воздуха для холодного периода года.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Karpenko A.V., Petrova I. Yu. The conceptual model of neuro-fuzzy regulation of the microclimate in the room // IFAC-Papers. 2018. Vol. 51, Issue 30. Pp. 636–640. doi:10.1016/j.ifacol.2018.11.229
2. Noppanuch P., Hussaroa K., Boonyayothinc V., Khedaria J. A Field of the Thermal Comfort in University Buildings in Thailand under Air Condition Room // Energy Procedia. 2015. Vol. 79. Pp. 480–485. doi:10.1016/j.egypro.2015.11.522
3. Teitelbaum E., Meggers F. Expanded psychrometric landscapes for radiant cooling and natural ventilation system design and optimization // Energy Procedia. 2017. Vol. 122. Pp. 1129–1134. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.436>
4. Malz S., Steininger P., Steffens O. On the development of a building insulation using air layers with highly reflective interfaces // Energy and Buildings. 2021. Vol. 236. 110779. doi:10.1016/j.enbuild.2021.110779
5. Hu W., Liu Q., Niea J., Chang M., Gaob Y., Zhang Q. Analysis on Building Thermal Environment and Energy Consumption for an Apartment in the Different Heating Modes // Procedia Engineering. 2017. Vol. 205. Pp. 2545–2552. doi:10.1016/j.proeng.2017.10.230
6. Bisam Al-hafiz., Musy M., Turki H. A study on the impact of changes in the materials reflection coefficient for achieving sustainable urban design // Procedia environmental sciences. 2017. Vol. 38. Pp. 562–570. doi:10.1016/j.proenv.2017.03.126
7. Musy M., Malys L., Inard C. Assessment of direct and indirect impacts of vegetation on building comfort: A comparative study of lawns, Green Walls and Green Roofs // Procedia environmental sciences. 2017. Vol. 38. Pp. 603–610. doi:10.1016/j.proenv.2017.03.134
8. Musy M., Malys L., Morille B., Inard C. The use of SOLENE-microclimat model to assess adaptation strategies at the district scale // Urban climate. 2015. Vol. 14(2). Pp. 213–223. doi:10.1016/j.uclim.2015.07.004
9. Frolova A., Malyavina E. The influence of the climatic features of the construction area on the level of economical-efficient thermal protection of the office buildings // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 263(2). 04017. doi:10.1051/e3sconf/202126304017
10. Malyavina E., Zdoronok A., Ozerchuk D. Comparison of heating loads in residential, public and industrial buildings // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 244. 05028. doi:10.1051/e3sconf/202124405028
11. Сладкова Ю.Н., Смирнов В.В., Зарицкая Е.В. К вопросу о гигиеническом нормировании микроклимата и качестве воздуха офисных помещений // Медицина труда и промышленная экология. 2018. №5. С. 35–39. doi:10.31089/1026-9428-2018-5-35-39
12. Кочев А.Г., Соколов М.М., Кочева Е.А., Федотов А.А. Практическое использование энергетических ресурсов в православных храмах // Известия вузов. Строительство. 2019. №7. Pp. 78–85. doi:10.32683/0536-1052-2019-727-7-78-85
13. Рябова Т.В., Сулин А.Б., Санкина Ю.Н. Обоснование и расчет эквивалентных параметров теплового комфорта помещения // Вестник международной академии холода. 2018. №2. С. 78–84. doi:10.17586/1606-4313-2018-17-2-78-94
14. Санкина Ю.Н., Сулин А.Б., Рябова Т.В., Деими-Даштбаяз М., Лысёв В.И. Обоснование параметра результирующей комфортной температуры // Вестник международной академии холода. 2021. №1. С. 28–33. doi:10.17586/1606-4313.2021-20-1-28-33
15. Дацюк Т.А., Ивлев Ю.П., Пухкал В.А. Результаты моделирования микроклимата жилых помещений при различных типах отопительных приборов // Инженерно-строительный журнал. 2013. №6(41). С. 12–21. doi: 10.5862/МСЕ.41.2.
16. Старкова Л.Г., Морева Ю.А., Новоселова Ю.Н. Оптимизация микроклимата в православном храме методом моделирования воздушных потоков // Вестник Южноуральского государственного университета. Серия «Строительство и архитектура». 2018. Т. 18, №3. С. 53–59. doi: 10.14529/build180308
17. Malyavina E.G., Frolova A.A., Landyrev S.S. Microclimate Parameters Evaluation for Spaces with Windows of Different Thermal Protection // Light & Engineering. 2021. Vol. 29, No. 5. Pp. 61–67. doi: 10.33383/2021-078
18. Малявина Е.Г., Ландырев С.С. Проверка выполнения требований ГОСТ 30494-2011 к параметрам внутренней среды на границе обслуживаемой зоны // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (АВОК). 2022. №2. С. 40–45.

## Информация об авторах

**Малявина Елена Георгиевна**, кандидат технических наук, профессор кафедры Теплогазоснабжения и вентиляции. E-mail: [emal@list.ru](mailto:emal@list.ru). Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д.26.

**Ландырев Сергей Сергеевич**, аспирант кафедры Теплогазоснабжения и вентиляции. E-mail: lanserser@mail.ru. Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д.26.

Поступила 07.06.2022 г.

© Малявина Е.Г., Ландырев С.С., 2022

*\*Malyavina E.G., Landyrev S.S.*

*National Research Moscow State University of Civil Engineering*

*\*E-mail: emal@list.ru*

## VERIFICATION OF COMPLIANCE WITH THE REQUIREMENTS OF THE NORMS FOR THE INTERNAL MICROCLIMATE OF A CORNER ROOM

**Abstract.** *The article considers the buildings of medical and preventive, children's educational and educative institutions. The resistance to heat transfer of the windows is not increased for such buildings at the last change in the norms of thermal protection in the Russian Federation in 2018. In this regard, it is important to check compliance with the requirements of regulatory documents for radiation temperature and asymmetry of the radiation temperature at the boundary of the serviced area of the premises of such buildings. A literary review has shown that much attention is paid to these parameters in the world. Since the heat transfer resistance of the windows is much less than that of the outer walls, the influence of the outside air temperature on the temperature of the inner surface of the window is much greater than that of the walls. The proposed article considers a corner room of an intermediate floor with windows in the outer walls, occupying 35% of the area of the external enclosing structures in Belgorod. The building is serviced by air heating. A comparison of the radiation temperature and the asymmetry of the radiation temperature with the same indicators in the ordinary room considered earlier showed that with windows of the specified size, the influence of the second window significantly reduces the radiation temperature and increases the values of the local asymmetry of the radiation temperature. At the same time, during the estimated winter period optimal and permissible requirements of the regulatory document are not met at the border of the serviced area of the premises.*

**Key words:** *ball thermometer, radiation temperature, local asymmetry of radiation temperature, resulting temperature, calculation, calculated winter conditions.*

### REFERENCES

1. Karpenko A.V., Petrova I.Yu. The conceptual model of neuro-fuzzy regulation of the microclimate in the room. IFAC-Papers. 2018. Vol. 51, Issue 30. Pp. 636–640. doi: 10.1016/j.ifacol.2018.11.229
2. Noppnuch P., Hussaroa K., Boonyayothinc V., Khedaria J. A Field of the Thermal Comfort in University Buildings in Thailand under Air Condition Room. Energy Procedia. 2015. Vol. 79. Pp. 480–485. doi: 10.1016/j.egypro.2015.11.522
3. Teitelbaum E., Meggers F. Expanded psychrometric landscapes for radiant cooling and natural ventilation system design and optimization. Energy Procedia. 2017. Vol. 122. Pp. 1129–1134. doi: 10.1016/j.egypro.2017.07.436
4. Malz S., Steininger P., Steffens O. On the development of a building insulation using air layers with highly reflective interfaces. Energy and Buildings. 2021. Vol. 236. 110779. doi: 10.1016/j.enbuild.2021.110779
5. Hu W., Liu Q., Niea J., Chang M., Gaob Y., Zhang Q. Analysis on Building Thermal Environment and Energy Consumption for an Apartment in the Different Heating Modes. Procedia Engineering. 2017. Vol. 205. Pp. 2545–2552. doi: 10.1016/j.proeng.2017.10.230
6. Bisam Al-hafiz., Musy M., Turki H. A study on the impact of changes in the materials reflection coefficient for achieving sustainable urban design. Procedia environmental sciences. 2017. Vol. 38. Pp. 562–570. doi: 10.1016/j.proenv.2017.03.126
7. Musy M., Malys L., Inard C. Assessment of direct and indirect impacts of vegetation on building comfort: A comparative study of lawns, Green Walls and Green Roofs. Procedia environmental sciences. 2017. Vol. 38. Pp. 603–610. doi: doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.134
8. Musy M., Malys L., Morille B., Inard C. The use of SOLENE-microclimat model to assess adaptation strategies at the district scale. Urban climate. 2015. Vol. 14(2). Pp. 213–223. doi: 10.1016/j.uclim.2015.07.004
9. Frolova A., Malyavina E. The influence of the climatic features of the construction area on the level of economical-efficient thermal protection of the office buildings. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 263(2). 04017. doi: 10.1051/e3sconf/202126304017
10. Malyavina E., Zdoronok A., Ozerchuk D. Comparison of heating loads in residential, public

and industrial buildings. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 244. 05028. doi: 10.1051/e3sconf/202124405028

11. Sladkova Yu.N., Smirnov V.V., Zaritskaya E.V. On hygienic regulation of microclimate and air quality in office rooms [K voprosu o gigenicheskom normirovanii mikroklimate i kachestve vozduha ofisnyh pomeshchenij]. Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology. 2018. No. 5. Pp. 35–39. (rus) doi: 10.31089/1026-9428-2018-5-35-39

12. Kochev A.G., Sokolov M.M., Kocheva E.A., Fedotov A.A. Practical use of alternative energy resources in orthodox temples [Prakticheskoe ispol'zovanie energeticheskikh resursov v pravoslavnyh hramah]. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2019. No. 7. Pp. 78–85. (rus) doi: 10.32683/0536-1052-2019-727-7-78-85

13. Ryabova T., Sulin A., Sankina Yu. Rationale and calculation of thermal comfort equivalent parameters [Obosnovanie i raschet ekvivalentnykh parametrov teplovogo komforta pomeshcheniya]. Journal international academy of refrigeration. 2018. No. 2. Pp. 78–84. (rus) doi: 10.17586/1606-4313-2018-17-2-78-94

14. Sankina Iu.N., Sulin A.B., Ryabova T.V., Deymi-Dashtebayaz M., Lisev V.I. Justification of the resulting comfortable temperature parameter [Obosnovanie parametra rezultiruyushchej komfortnoj temperatury]. Journal international academy

of refrigeration. 2021. No. 1. Pp. 28–33. (rus) doi: 10.17586/1606-4313-2021-20-1-28-33

15. Datsyuk T., Ivlev Y., Pukhkal V. Results of microclimate modeling in living quarters with different types of heaters [Rezultaty modelirovaniya mikroklimate zhilyh pomeshchenij pri razlichnyh tipah otopitel'nyh priborov]. Magazine of Civil Engineering. 2013. No. 6. Pp. 12–21. (rus) doi: 10.5862/MCE.41.2

16. Starkova L.G., Moreva Yu.A., Novoselova Yu.N. Optimization of the microclimate in an Orthodox church by modeling air flows [Optimizatsiya mikroklimate v pravoslavnom hrame metodom modelirovaniya vozdushnyh potokov]. Bulletin of the South Ural State University. The series "Construction and Architecture". 2018. Vol. 18. No. 3. Pp. 53–59. (rus) doi: 10.14529/build180308

17. Malyavina E.G., Frolova A.A., Landyrev S.S. Microclimate Parameters Evaluation for Spaces with Windows of Different Thermal Protection. Light & Engineering. 2021. Vol. 29. No. 5. Pp. 61–67. doi: 10.33383/2021-078

18. Malyavina E.G., Landyrev S.S. Checking for compliance with GOST 30494-2011 requirements for indoor environment parameters at the serviced zone border [Proverka vypolneniya trebovanij GOST 30494-2011 k parametram vnutrennej sredy na granice obsluzhivaemoj zony]. ABOK (Heating, Ventilation, Air Conditioning, District Heating, Building Physics Journal). 2022. No. 2. Pp. 40–45. (rus)

#### Information about the authors

**Malyavina, Elena G.** Phd, Professor of MGSU. E-mail: emal@list.ru. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26.

**Landyrev, Sergey S.** Post graduate student of the MGSU. E-mail: lanserser@mail.ru. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26.

*Received 07.06.2022*

#### Для цитирования:

Малявина Е.Г., Ландырев С.С. Проверка выполнения требований норм к внутреннему микроклимату углового помещения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 12. С. 39–45. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-12-39-45

#### For citation:

Malyavina E.G., Landyrev S.S. Verification of compliance with the requirements of the norms for the internal microclimate of a corner room. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2022. No. 12. Pp. 39–45. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-12-39-45