



ISSN 1993-3495 online

**СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION**

2022, ТОМ 18, НОМЕР 3, 127–136

EDN: IJNGHA

УДК 697.148

ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ ОТ УЧАЩИХСЯ В ЗДАНИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А. Н. Белоус^{a,1}, М. В. Оверченко^{b,2}, Д. В. Выборнов^{b,3}

^a ООО «Северо-западное управление проектами и инновационными решениями»,
153, ул. Текучева, г. Ростов-на-Дону, Россия, 344000.

^b ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.

E-mail: ¹ us28@ya.ru, ² m.v.overchenko@donnasa.ru, ³ vubornov@mail.ru

Получена 08 сентября 2022; принята 23 сентября 2022.

Аннотация. Одной из основных задач инженеров строительной отрасли является создание и поддержание микроклимата помещений при минимальных затратах финансов и энергоресурсов. При этом необходимо, основываясь на условиях комфортности для человека, учитывать не только теплотехнические характеристики современных строительных материалов и конструкций, но и показатели температурного комфорта. Отдельное внимание необходимо уделить тепlopоступлениям в зданиях образовательных организаций ввиду отсутствия в нормативной литературе однозначных данных по этому вопросу. В статье рассмотрены некоторые методики определения тепlopоступлений от людей, выполнен сравнительный анализ методик, установлены факторы, влияющие на метаболизм и тепловое состояние человека в состоянии покоя и при выполнении работ различных категорий сложности, а также рассчитаны величины тепlopоступлений от учащихся с учетом возрастных и физиологических характеристик, которые возможно использовать в дальнейшем при выполнении расчетов теплового баланса зданий образовательных организаций. Выполнено сравнение рассмотренных методик определения бытовых тепlopоступлений от учащихся в образовательных организациях с данными натурного исследования, которое показало высокую степень сходимости результатов исследования.

Ключевые слова: метаболизм, тепловой баланс человека, теплообмен, бытовые тепlopоступления, помещения образовательных организаций.

ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ ВІД УЧНІВ У БУДИНКАХ ОСВІТНІХ ОРГАНІЗАЦІЙ

О. М. Білоус^{a,1}, М. В. Оверченко^{b,2}, Д. В. Виборнов^{b,3}

^a ТОВ «Північно-західне управління проектами та інноваційними рішеннями»,
153, вул. Текучева, м. Ростов-на-Дону, Росія, 344000.

^b ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,
2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.

E-mail: ¹ us28@ya.ru, ² m.v.overchenko@donnasa.ru, ³ vubornov@mail.ru

Отримана 08 вересня 2022; прийнята 23 вересня 2022.

Анотація. Однією з основних задач інженерів будівельної галузі є створення та підтримка мікроклімату приміщень за мінімальних витрат фінансів та енергоресурсів. При цьому необхідно, ґрунтуючись на умовах комфортності для людини, враховувати не лише теплотехнічні характеристики сучасних будівельних матеріалів та конструкцій, а й показники температурного комфорту. Окрему увагу необхідно



приділити теплонадходженням у будинках освітніх організацій через відсутність у нормативній літературі однозначних даних із цього питання. У статті розглянуто деякі методики визначення теплонадходжень від людей, виконано порівняльний аналіз методик, встановлені фактори, що впливають на метаболізм та тепловий стан людини у стані спокою та при виконанні робіт різних категорій складності, а також розраховані величини теплонадходжень від учнів з урахуванням вікових та фізіологічних характеристик, які можна використовувати надалі під час виконання розрахунків теплового балансу будівель освітніх організацій. Виконано порівняння розглянутих методик визначення побутових теплонадходжень від учнів в освітніх організаціях із даними натурального дослідження, що показало високий ступінь збіжності результатів дослідження.

Ключові слова: метаболізм, тепловий баланс людини, теплообмін, побутові теплонадходження, приміщення освітніх організацій.

HEAT GAINS FROM STUDENTS IN THE BUILDINGS OF EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

Alexey Belous^{a,1}, Mira Overchenko^{b,2}, Dmitry Vybornov^{b,3}

^a LLC «North-West Project Management and Innovative Solutions»,
153, st. Tekucheva, Rostov-on-Don, Russia, 344000.

^b Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
2, Derzhavin Str., Makeevka, DPR, 83123.

E-mail: ¹ us28@ya.ru, ² m.v.overchenko@donnasa.ru, ³ vubornov@mail.ru

Received 08 September 2022; accepted 23 September 2022.

Abstract. One of the main tasks of engineers in the construction industry is to create and maintain the microclimate of the premises with minimal financial and energy costs. At the same time, it is necessary, based on the conditions of comfort for a person, to take into account not only the thermal characteristics of modern building materials and structures, but also indicators of thermal comfort. Special attention should be paid to heat gains in the buildings of educational institutions due to the lack of unambiguous data on this issue in the regulatory literature. The article discusses some methods for determining heat gains from people, performs a comparative analysis of the methods, establishes factors that affect the metabolism and thermal state of a person at rest and when performing work of various categories of complexity, and also calculates the values of heat gains from students, taking into account age and physiological characteristics, which can be used in the future when performing calculations of the heat balance of buildings of educational institutions. A comparison of the considered methods for determining household heat inputs from students in educational institutions with the data of a field study was made, which showed a high degree of convergence of the study results.

Keywords: metabolism, human heat balance, heat exchange, household heat inputs, premises of educational institutions.

Введение

Исследование влияния температурного режима помещения на человека для обеспечения требуемых нормами параметров микроклимата является одной из актуальных задач при проектировании и реконструкции систем жизнеобеспечения и тепловой оболочки зданий. Наиболее важными с учетом соблюдения теплового ком-

форта являются жилые и общественные здания, среди которых отдельное место занимают здания образовательных организаций, в которых несоблюдение параметров микроклимата может оказывать влияние на здоровье и самочувствие учащихся. Поэтому в зданиях образовательных организаций, для которых характерен циклический

режим работы с максимальной заполняемостью помещений в первой половине дня, необходимо четко соблюдать гигиенические условия пребывания людей. Достичь этого возможно за счет учета параметров, влияющих на процесс теплообмена в системе «человек – тепловая защита – окружающая среда».

В исследовании [1] представлена методика моделирования процессов теплообмена в системе термостабилизации человека (СТС), описаны механизмы работы СТС, которые направлены на поддержание теплового комфорта организма, а также механизмы регуляции мощности внутренних тепловыделений. Установлена зависимость теплоотдачи в окружающую среду от мощности внутренних источников тепла. Авторами [2] осуществлен расчет параметров, которые определяют уровень теплового комфорта человека с учетом теплового излучения и качества воздушной среды. Разработан способ оценки уровня и степени комфортности для помещений, различных по назначению.

В исследованиях зарубежных авторов [3] представлены решения, позволяющие контролировать использование помещений и оценивать требования жильцов по тепловому комфорту. Результаты показали, что применение подхода, основанного на детальном изучении заполняемости помещений людьми и работы системы ОВК, позволит правильно оценить температурный режим и тепловой баланс помещений, что в свою очередь даст возможность обеспечить более комфортные условия и свести к минимуму нагрузки на энергопотребление здания. Работы [18, 19] посвящены изучению вопросов формирования локального температурного режима в помещениях, проблемам теплового комфорта в помещениях общественных зданий, а также влиянию на энергопотребление общественных зданий таких параметров, как ориентация по сторонам горизонта, система отделки фасада и внутренние поступления тепла.

Методики определения величин бытовых теплопоступлений по [4] и [5] основаны на различных подходах к определению исследуемой величины бытовых теплопоступлений и не позволяют однозначно оценить влияние теплопоступлений от людей в помещениях зданий образовательных организаций.

Существующие методы определения величин бытовых теплопоступлений в зданиях школ [13]

дают различные значения показателей бытовых теплопоступлений, что не позволяет однозначно оценить их влияние на тепловой баланс зданий школьных учреждений. Дополнительная сложность заключается в определении количества тепла, выделяемого одним человеком, так как эти расчеты относят к задачам медицины.

Цель исследования

Уточнить величину теплопоступлений от учащихся в основных помещениях зданий образовательных организаций.

Методы исследования

Механизмы терморегуляции обеспечивают относительное постоянство температуры тела и позволяют поддерживать температуру тела независимо от колебаний температуры окружающей среды. Это постоянство позволяет метаболическим процессам протекать с постоянной скоростью, дает возможность человеку оставаться одинаково активным и в холодном, и в жарком климате. Диапазон температур, в которых человек может функционировать, достаточно узок. Поэтому определение теплового состояния в условиях теплового комфорта – такого нейтрального состояния, при котором механизмы терморегуляции не испытывают напряжения под влиянием факторов окружающей среды, является очень важным фактором, который необходимо учитывать при проектировании и в процессе эксплуатации зданий. В работе рассмотрены следующие методики определения теплопоступлений от людей:

- 1) по метаболической тепловой энергии [6];
- 2) по средневзвешенной температуре кожи человека [6];
- 3) по методике теплового баланса тела человека [14].

Определение теплопоступлений от людей по метаболической тепловой энергии

Согласно второму закону термодинамики, все процессы превращения энергии протекают с рассеиванием энергии в виде тепла. Теплота поступает только из областей с более высокой температурой в область с более низкой, следовательно тепловая энергия от человека к окружающей среде передается при условии, что температура тела человека выше температуры среды.

В расчетах энергетических процессов теплообмена между человеком и окружающей средой важную роль играет метаболическое тепло.

Метаболическая тепловая энергия может быть определена по формуле:

$$M = b \cdot k \cdot \frac{V_{O_2}}{S}, \quad (1)$$

где V_{O_2} – потребление кислорода, л/ч;

k – коэффициент, меняющийся от 0,83 (для отдыха) до 1 (для тяжелого физического труда);

$b = 5,8$ Вт·ч/л – энергетический эквивалент 1 л кислорода;

S – площадь поверхности тела человека, м².

Обмен веществ в состоянии умственного или физического покоя, когда активно работают только внутренние органы человека, считается основным обменом веществ [6], средняя интенсивность которого у взрослого человека равна 1 800 Ккал/сут или $W_{oo} = 88$ Вт. Но в зависимости от видов нагрузок на организм человека различают три основные категории видов деятельности. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», классификация интенсивности трудовой деятельности представлена следующим образом:

1. Легкие физические работы (категория I):
 - Иа – работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением – 139 Вт;
 - Иб – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением – 140–174 Вт.
2. Средней тяжести физические работы (категория II):
 - IIа – работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения – 175–232 Вт;
 - IIб – работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением – 233–290 Вт.
3. Тяжелые физические работы (категория III):
 - III – работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий – более 290 Вт.

Определение теплоступлений от людей по средневзвешенной температуре кожи человека

Тепло, которое вырабатывается в организме в условиях равновесия, отдается в окружающую среду поверхностью тела человека. Температура кожи человека в состоянии теплового комфорта на разных участках тела различна. Исходя из этого экспериментально установлено, что максимально точно можно охарактеризовать тепловое состояние по средневзвешенной температуре кожи (СВТК), определяемой по формуле:

$$CBTK = \frac{t_1 S_1 + t_2 S_2 + \dots + t_n S_n}{S}, \quad (2)$$

где n – число участков (точек) измерения температуры;

t_n – температура n -участка тела;

S_n – площадь n -участка поверхности тела с температурой, равной t_n .

Существуют различные варианты выбора точек для измерения температуры поверхности тела человека и их не менее 15. Связь между тепловыми ощущениями и СВТК можно наблюдать по данным, которые были получены в ходе многочисленных исследований посредством опроса испытуемых, замеров температуры кожи и температуры окружающей среды [15]:

- очень жарко – $\geq 36,0$ °С;
- жарко – $36,0 \pm 0,6$ °С;
- тепло – $34,9 \pm 0,7$ °С;
- комфорт – $33,2 \pm 1,0$ °С;
- прохладно – $31,1 \pm 1,0$ °С;
- холодно – $29,1 \pm 1,0$ °С;
- очень холодно – ниже $28,1$ °С.

Зависимость температуры кожи от тепловых условий среды позволяет считать СВТК одним из показателей теплового комфорта. Таким образом, зная СВТК, можно определить количество тепла, выделяемого человеком, по формуле:

$$Q = \alpha \cdot S \cdot (CBTK - t_g), \quad (3)$$

где S – площадь поверхности тела человека, м²;

α – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м²·°С);

t_g – температура внутреннего воздуха, °С.

Определение теплоступлений по методике теплового баланса тела человека

Одна из наиболее точных методик оценивания показателей микроклимата была разработана П. О. Фангером [6, 9–11]. Эта методика

впоследствии была положена в основу международного стандарта ISO 7730 и Standard ASHRAE 55. Согласно теории Фангера, температурный комфорт основывается на понятии «теплового баланса тела человека». При температуре тела 37 °С наступает баланс между выработанной энергией и энергетическими потерями организма [14]. Это описано уравнением:

$$S - M \pm W \pm R \pm K - E - RES = 0, \quad (4)$$

где S – накопленное тепло;

M – метаболизм;

W – внешняя работа;

R – теплообмен путем радиации;

C – конвективный теплообмен;

K – кондуктивный теплообмен;

E – теплообмен за счет испарений;

RES – теплообмен за счет дыхательной деятельности (респирации).

В модели Фангера отображена взаимосвязь между показателями микроклимата замкнутых помещений [14]:

1) PMV – усредненный предсказуемый показатель теплового комфорта.

2) PPD – предсказуемый процент неудовлетворенных температурой помещения лиц.

При этом взаимосвязь PMV и тепловой нагрузки на человека отражена в следующей формуле [14]:

$$PMV = 3,155 \cdot (0,303e^{-0,114M} + 0,028) \cdot L, \quad (5)$$

где M – уровень метаболической генерации тепла в зависимости от двигательной активности, met ($1 \text{ met} = 58,1 \text{ Вт}/\text{м}^2$);

L – разница между производимым внутренним теплом человека и потерями в окружающую среду.

$$L = q_{\text{met,heat}} - f_{cl} \cdot h_c \cdot (T_{cl} - T_a) - f_{cl} \cdot h_F \times \\ \times (T_{cl} - T_F) - 156 \cdot (w_{sk} - w_a) - 0,142 \times \\ \times (q_{\text{met,heat}} - 18,43) - 0,00077M \times \\ \times (93,2 - T_a) - 2,78M \cdot (0,0365 - w_a) \quad (6)$$

где T_{cl} – средняя температура поверхности тела человека в одежде, °F;

f_{cl} – отношение площади закрытой части тела к площади поверхности тела;

T_a – температура воздуха, °F;

h_c – коэффициент конвективного теплопереноса, Btu/ft²·°F·h;

h_F – коэффициент радиационного теплопереноса, Btu/ft²·°F·h;

w_a – отношение влажности воздуха;

w_{sk} – отношение насыщенной влажности при заданной температуре кожи.

Результаты

Согласно методике определения теплопоступлений от людей по метаболической тепловой энергии установлено, что интенсивность обмена веществ у детей от 11 до 15 лет составляют 32 ккал на 1 кг веса в сутки [20]. Таким образом, основной обмен веществ для этой возрастной категории составит 1536 ккал или $W_{oo} = 75 \text{ Вт}$. Тогда, основываясь на нормативах ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», энергозатраты для категорий работ будут следующими (таблица):

Таблица. Разграничение работ по тяжести на основе общих энергозатрат организма (для детей возрастом 11–15 лет)

Категория работ	Энергозатраты, Вт
Легкие физические работы (категория I)	
Ia – работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением	117
Iб – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением	134
Средней тяжести физические работы (категория II)	
IIa – работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенной физической нагрузки	174

Согласно методике определения теплопоступлений по СВТК была определена площадь поверхности тела ($ППТ$ или BSA – body surface area) ребенка возрастом от 11 до 15 лет со следующими параметрами: рост 150 см, вес 45 кг. Для получения достоверных результатов вычисления производились по формулам Мостеллера (7а) и Костеффа (7б):

$$BSA = \sqrt{\frac{(H \cdot P)}{3600}} = 1,36 \text{ м}^2, \quad (7a)$$

$$BSA = \frac{4 \cdot P + 7}{P + 90} = 1,38 \text{ м}^2, \quad (7b)$$

где H – рост, см;

P – вес, кг.

Площадь отдельных участков тела человека соответствует их площади поверхности и определена по «правилу девяток» [16]:

- голова и шея – 18 %;
- верхние конечности – каждая по 9 %;
- нижние конечности и стопы – каждая по 14 %;
- передняя часть туловища (грудь и живот) – 18 %;
- задняя часть туловища (спина + поясница и ягодицы) – 18 %.

Основываясь на полученных данных, была определена СВТК для ребенка, которая составила 31,2 °С. Следовательно, тепlopоступления от ребенка возрастом 11–15 лет составят $Q = 108,2$ Вт.

Согласно методике определения тепlopоступлений по тепловому балансу тела человека, по уровню метаболической генерации тепла в зависимости от двигательной активности в состоянии абсолютного покоя величина метаболических тепловых потерь для ребенка возрастом 11–15 лет при установленной температуре $T_{cl} = 89,6$ °F, температуре воздуха $T_{cl} = 68$ °F (что соответствует температуре 20 °С), установленной влажности воздуха в помещении 55 %, что соответствует нормативному показателю, составила 80,2 Вт. При умственной активности учащегося, которая характерна для проведения учебного процесса, при всех тех же исходных данных тепlopоступления от ребенка составят 125 Вт.

Заключение

Согласно представленным методикам по определению тепlopоступлений от человека установлено, что нормируются величины тепlopоступлений от «условного» человека с параметрами $m = 70$ кг и $h = 170$ см [12], что не соответствует параметрам детей школьного возраста. В ходе работы были определены величины тепlopоступлений от детей школьного возраста от 11 до 15 лет.

Основываясь на данных рассмотренных выше методик, были получены величины тепlopоступлений от детей с параметрами, соответствующими возрасту от 11 до 15 лет:

1. Методика определения тепlopоступлений от людей по метаболической тепловой энергии – 117 Вт.
2. Методика определения тепlopоступлений по СВТК – 108,2 Вт.

3. Методика определения тепlopоступлений по тепловому балансу тела человека – 125 Вт. Разница между значениями бытовых тепlopоступлений от детей по рассмотренным методикам составляет от 8 до 15 %.

Для определения наиболее точного значения величины бытовых тепlopоступлений от детей в образовательных организациях сравним данные теоретических исследований с данными, полученными в ходе натурного исследования температурного режима помещений зданий образовательных организаций [13].

На основании натурного исследования температурного режима учебного помещения во время учебного процесса, проведенного в образовательном здании в зимний период года, был установлен прирост температуры, который составил 4 °С для класса площадью 48 м² и количеством присутствующих детей – 20 человек. Основываясь на данных натурного исследования, были определены тепlopоступления от детей, находящихся в помещении в период рабочего дня [17]. Тепlopоступления от присутствующих учащихся в учебном помещении составили 2 268,6 Вт, на одного человека – 113,4 Вт. На рисунке приведена диаграмма сравнения величин тепlopоступлений от учащихся в образовательных организациях по рассмотренным методикам расчета с данными натурного исследования.

Анализируя данные, представленные на рисунке, можно сделать следующие выводы:

1. Данные, полученные в ходе расчета по методике СВТК отличаются от данных, полученных по натурным исследованиям, на 5 %.
 2. Разница между данными, полученными по методике определения тепlopоступлений от людей по метаболической тепловой энергии и натурными исследованиями составляет 3 %.
 3. Данные по методике определения тепlopоступлений по тепловому балансу тела человека и натурными исследованиями отличаются на 10 %.
- Следовательно, можно сделать вывод, что наибольшую сходимость с данными натурных исследований показывают данные, рассчитанные по методике определения тепlopоступлений от людей по метаболической тепловой энергии с разницей 3 %, а величину тепlopоступлений, равную 117 Вт, предлагается использовать в расчетах при аналитических исследованиях бытовых тепlopоступлений от учащихся в зданиях образовательных организаций.

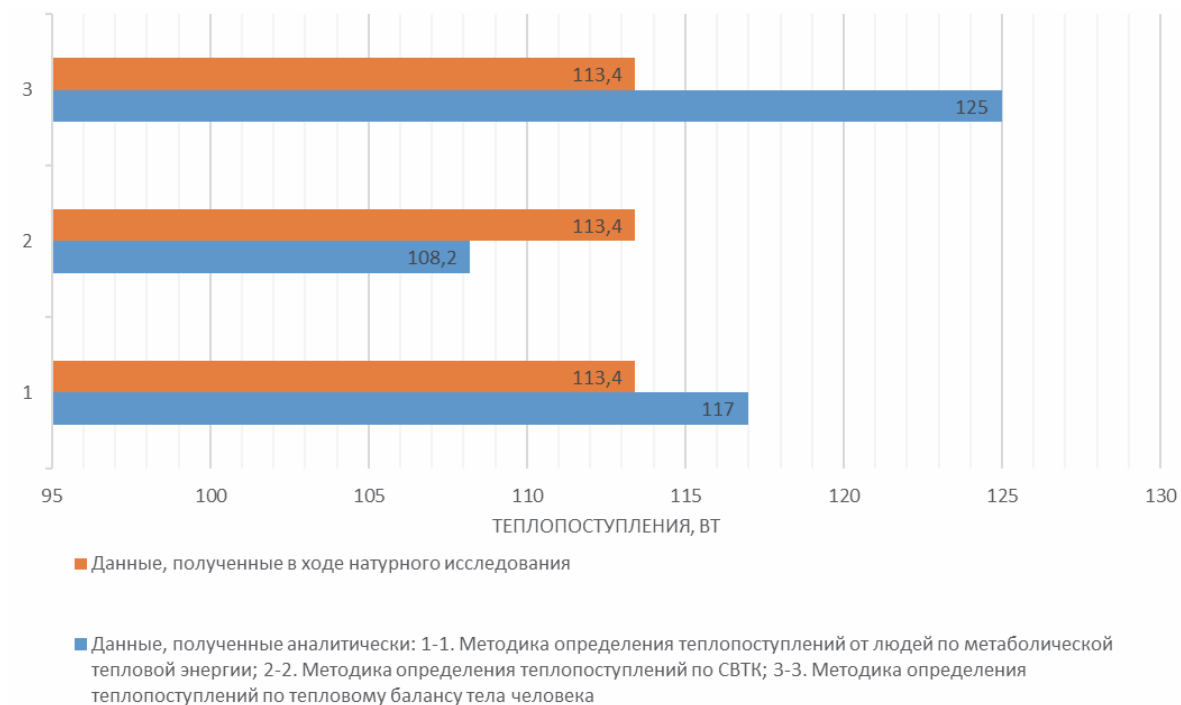


Рисунок. Диаграмма сравнения величин теплопоступлений от учащихся в учебном помещении.

Литература

1. Чичиндаев, А. В. Влияние внутренних источников тепла на процессы теплообмена в системе «человек–тепловая защита–окружающая среда» / А. В. Чичиндаев, Ю. В. Дьяченко, И. В. Хромова. – Текст : непосредственный // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2016. – № 1(30). – С. 108–115. – EDN: WACLVN.
2. Бухмиров, В. В. Оценка микроклимата в помещениях жилых, общественных и административных зданий / В. В. Бухмиров, М. В. Пророкова. – Текст : непосредственный // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2015. – № 4. – С. 5–10. – EDN: UFZOCD.
3. Vision-based human activity recognition for reducing building energy demand / P. W. Tien, S. Wei, J. K. Calautit [et. al.]. – Текст : непосредственный // Building Services Engineering Research and Technology. – 2021. – 42 (6). – P. 691–713.
4. ГОСТ Р 55656-2013. Энергетические характеристики зданий. Расчет использования энергии для отопления помещений = ISO 13790:2008 Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling (MOD) : национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по

Referens

1. Chichindaev, A. V.; Diachenko, Iu. V.; Khromova, I. V. Influence of internal heat sources on heat exchange processes in the system «human–thermal protection–environment». – Text : direct. – In: *Reports of the Academy of Sciences of Higher Education of the Russian Federation*. – 2016. – № 1(30). – P. 108–115. – EDN: WACLVN. (in Russian)
2. Bukhmirov, V. V.; Prorokova, M. V. Assessment of the microclimate in the premises of residential, public and administrative buildings. – Text : direct. – In: *Bulletin of the Ivanovo State Power Engineering University*. – 2015. – № 4. – P. 5–10. – EDN: UFZOCD. (in Russian)
3. Tien, P. W.; Wei, S.; Calautit, J. K. [et. al.]. Vision-based human activity recognition for reducing building energy demand. – Text : direct. – In: *Building Services Engineering Research and Technology*. – 2021. – 42 (6). – P. 691–713. (in English)
4. GOST R 55656-2013. ISO 13790:2008 Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling (MOD). – Moscow : Standartinform, 2014. – 28 p. – Text : direct. (in Russian)
5. DSTU B A.2.2-12:2015. Energy performance of buildings method for calculation of energy use for space heating, cooling, ventilation, lighting and domestic hot water. – Kyiv : Ministry of Regional

- техническому регулированию и метрологии от 25 октября 2013 г. № 1211-ст : введен впервые : дата введения 2015-07-01 / разработан ФГУП ВНИИ-ИНМАШ. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 28 с. – Текст : непосредственный.
5. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Энергетическая эффективность зданий. Метод расчета энергопотребления при отоплении, охлаждении, вентиляции, освещении и горячем водоснабжении : государственный стандарт Украины : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Минрегиона Украины от 27.07.2015 г. № 178 : введен впервые : дата введения 2016-01-01/ разработан ГП «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций» (НИИСК). – Киев : Минрегион Украины, 2015. – 150 с. – Текст : непосредственный.
 6. Тимофеева, Е. И. Экологический мониторинг параметров микроклимата / Е. И. Тимофеева, Г. В. Федорович. – Москва : [Б. и.], 2005. – 194 с. – Текст : непосредственный.
 7. Банхиди, Л. Тепловой микроклимат помещений: расчет комфортных параметров по теплоощущениям человека / Л. Банхиди ; перевод с венгерского В. М. Беляева ; под редакцией В. И. Прохорова, А. Л. Наумова. – Москва : Стройиздат, 1981. – 248 с. – Текст : непосредственный.
 8. Человек. Медико-биологические данные : доклад рабочей группы комитета II МКРЗ по условному человеку / перевод с английского Ю. Д. Парфенова. – Москва : Медицина, 1977. – 496 с. – Текст : непосредственный.
 9. Фангер, П. Качество внутреннего воздуха в XXI веке: в поисках совершенства / П. Фангер. – Текст : непосредственный // АВОК. – 2000. – № 2. – С. 14–21.
 10. Фангер, П. Качество внутреннего воздуха в XXI веке: влияние на комфорт, производительность и здоровье людей / П. Фангер. – Текст : непосредственный // АВОК. – 2003. – № 4. – С. 12–21.
 11. Fanger, P. O. Thermal Comfort / P. O. Fanger. – New York : McGraw Hill Book Company, 1970. – 244 p. – Текст : непосредственный.
 12. Лобанов, Д. В. Учет комплекса параметров при оценке состояния микроклимата в помещении / Д. В. Лобов, В. В. Шичкин. – Текст : непосредственный // Научный журнал ВГТУ. Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 4(3). – С. 70–75.
 13. Белоус, А. Н. Бытовые тепlopоступления в образовательных учреждениях / А. Н. Белоус, М. В. Оверченко. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2020. – Том 22. – № 6. – С. 132–140.
 14. Гусейнова, М. В. Исследование возможности групповой оценки теплового комфорта по теории Фангера применительно ко множеству лиц с разными трудовыми показателями / М. В. Гусейнова. – Текст : непосредственный // Экология человека. – 2019. – № 4. – С. 60–64.
 - Development, Construction, Housing and Utilities of Ukraine, 2015. – 150 p. – Text : direct. (in Russian)
 6. Timofeeva, E. I.; Fedorovich, G. V. Ecological monitoring of microclimate parameters. – Moscow : [S. n.], 2005. – 194 p. – Text : direct. (in Russian)
 7. Bankhidi, L. Thermal microclimate of premises: calculation of comfortable parameters according to human heat sensations / translation from Hungarian V. M. Beliaev ; edited by V. I. Prokhorova, A. L. Naumova. – Moscow : Stroizdat, 1981. – 248 p. – Text : direct. (in Russian)
 8. Human. Biomedical data: report of the ICRP committee II working group on reference man / translation from English Iu. D. Parfenova. – Moscow : Meditsina, 1977. – 496 p. – Text : direct. (in Russian)
 9. Fanger, P. Indoor air quality in the 21st century: in search of excellence. – Text : direct. – In: АВОК. – 2000. – № 2. – P. 14–21. (in Russian)
 10. Fanger, P. Indoor Air Quality in the 21st Century: Impact on Comfort, Productivity and Health. – Text : direct. – In: АВОК. – 2003. – № 4. – P. 12–21. (in Russian)
 11. Fanger, P. O. Thermal Comfort. – New York : McGraw Hill Book Company, 1970. – 244 p. – Text : direct. (in English)
 12. Lobov, D. V.; Shichkin, V. V. Accounting for a set of parameters when assessing the state of the microclimate in a room. – Text : direct. – In: *Scientific Journal of VSTU. Housing and communal infrastructure*. – 2017. – № 4(3). – P. 70–75. (in Russian)
 13. Belous, A. N.; Overchenko, M. V. Household heat inputs in educational institutions. – Text : direct. – In: *Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. – 2020. – Volume 22. – № 6. – P. 132–140. (in Russian)
 14. Guseinova, M. V. Study of the possibility of group assessment of thermal comfort according to the Fanger theory in relation to a variety of persons with different labor indicators. – Text : direct. – In: *Human ecology*. – 2019. – № 4. – P. 60–64. (in Russian)
 15. Krichagin, V. I. ; edited by V. V. Parin. Principles of an objective assessment of the thermal state of the body. – Text : direct. – In: *Aviation and space medicine*. – Moscow : [S. n.], 1963. – P. 310–314. (in Russian)
 16. Wallace, A. B.; McGill, M. Sc.; Edin, M. B. The exposure treatment of burns. – Text : direct. – In: *The Lancet*. – Volume 257, Issue 6653. – P. 501–504. (in English)
 17. Belous, A. N.; Overchenko, M. V.; Belous, O. E. Development of a thermotechnical measuring complex. – Text : direct. – In: *Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. – 2020. – Volume 22. – № 1. – P. 140–151. (in Russian)
 18. Bogdan, A.; Ogłodziński, K.; Szyłak-Szydłowski, M. Analysis of thermal plumes forming over male human subjects. – Text : direct. – In: *Journal of Building Engineering*. – 2022. – Volume 45. – P. 1–12. (in English)

15. Кричагин, В. И. Принципы объективной оценки теплового состояния организма / В. И. Кричагин. – Текст : непосредственный // *Авиационная и космическая медицина* / под редакцией В. В. Парина. – Москва : [Б. и.], 1963. – С. 310–314.
16. Wallace, A. B. The exposure treatment of burns / A. B. Wallace, M. Sc. McGill, M. B. Edin. – Текст : непосредственный // *The Lancet*. – Volume 257, Issue 6653. – P. 501–504.
17. Белоус, А. Н. Разработка теплотехнического измерительного комплекса / А. Н. Белоус, М. В. Оверченко, О. Е. Белоус. – Текст : непосредственный // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. – 2020. – Том 22. – № 1. – С. 140–151.
18. Bogdan, A. Analysis of thermal plumes forming over male human subjects / A. Bogdan, K. Ogłodziński, M. Szyłak-Szydłowski. – Текст : непосредственный // *Journal of Building Engineering*. – 2022. – Volume 45. – P. 1–12.
19. Przesmycka, N. The Thermal Comfort Problem in Public Space during the Climate Change Era Based on the Case Study of Selected Area in Lublin City in Poland / N. Przesmycka, B. Kwiatkowski, M. Kozak. – Текст : непосредственный // *Energies*. – 2022. – № 15. – P. 1–26.
20. Савченков, Ю. И. Возрастная физиология (физиологические особенности детей и подростков) : учебное пособие для студентов педагогических вузов / Ю. И. Савченков, О. Г. Солдатова, С. Н. Шилов. – Москва : ВЛАДОС, 2013. – 143 с. – ISBN 978-5-691-01896-1. – EDN: PISFKU.
19. Przesmycka, N.; Kwiatkowski, B.; Kozak, M. The Thermal Comfort Problem in Public Space during the Climate Change Era Based on the Case Study of Selected Area in Lublin City in Poland. – Text : direct. – In: *Energies*. – 2022. – № 15. – P. 1–26. (in English)
20. Savchenkov, Iu. I.; Soldatova, O. G.; Shilov, S. N. Age-related physiology (physiological characteristics of children and adolescents) : a textbook for students of pedagogical universities. – Moscow : VLADOS, 2013. – 143 p. – ISBN 978-5-691-01896-1. – EDN: PISFKU. (in Russian)

Белоус Алексей Николаевич – кандидат технических наук, доцент; главный инженер проекта ООО «Северо-западное управление проектами и инновационными решениями». Научные интересы: исследования состояния вопроса энергоэффективных конструктивных решений при проектировании и реконструкции зданий.

Оверченко Мира Викторовна – ассистент кафедры проектирования зданий и строительной физики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергоэффективные конструктивные решения, обеспечение параметров микроклимата в зданиях.

Выборнов Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергосбережение в системах теплоснабжения зданий, обеспечение параметров микроклимата в жилых и общественных зданиях.

Білоус Олексій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент; головний інженер проекту ТОВ «Північно-західне управління проектами та інноваційними рішеннями». Наукові інтереси: дослідження стану питання енергоефективних конструктивних рішень під час проектування та реконструкції будівель.

Оверченко Мира Вікторівна – асистент кафедри проектування будівель та будівельної фізики ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергоефективні конструктивні рішення, забезпечення параметрів мікроклімату у будинках.

Выборнов Дмитро Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергозбереження у системах теплопостачання будівель, забезпечення параметрів мікроклімату у житлових та громадських будівлях.

Belous Aleksey – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Chief Project Engineer of North-West Management of Projects and Innovative Solutions. Scientific interests: research on the state of the issue of energy-efficient design solutions in the design and reconstruction of buildings.

Overchenko Mira – Assistant, Building Design and Building Physics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy-efficient design solutions, ensuring microclimate parameters in buildings.

Vybornov Dmitry – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy saving in building heat supply systems, ensuring microclimate parameters in residential and public buildings.