

УДК 628.85

**З. В. УДОВИЧЕНКО, Д. В. САВИЧ, О. В. МИХАЙСКАЯ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ОЦЕНКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМФОРТНОСТИ МИКРОКЛИМАТА ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

**Аннотация.** В статье приведен обзор отечественных и европейских норм параметров микроклимата для жилых и общественных зданий, а также рассмотрены такие способы определения комфортности микроклимата как измерение и оценка основных параметров температурно-влажностного режима помещения. Проанализированы ряд работ в области исследований, посвященных проблемам микроклимата, выявлены основные их недостатки. Значительное внимание уделено трудам М. В. Пророковой по вопросам повышения точности определения уровня комфортности помещений за счет расширения спектра параметров, учитываемых при оценке уровня комфортности микроклимата, а также анализа вредностей.

**Ключевые слова:** микроклимат помещений, параметры микроклимата, уровень комфортности.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В последнее десятилетие для всего мира возросла актуальность энергосбережения и защиты окружающей среды во всех областях жизнедеятельности человека. Решение данной задачи связано не только с улучшением экологии в целом, но и с обеспечением энергетической безопасности отдельных государств. Однако реализация политики энергосбережения путем внедрения энергосберегающих мероприятий в непродуцированной сфере (зданиях жилых, общественных и административных) довольно часто приводит к снижению степени комфортности микроклимата в помещении. Результаты исследований в данной области показывают, что организация комфортного микроклимата с целью сохранения здоровья и работоспособности людей является серьезной проблемой [1], [2].

Основное влияние на формирование комфортного для жизнедеятельности человека микроклимата оказывают факторы внешней среды, планировочные решения при строительстве здания, режимы работы инженерных сетей в рассматриваемых зданиях, а также характер выполняемых работ. Особенно чувствителен организм человека к тепловым условиям и качеству воздуха в помещении.

С научной точки зрения микроклимат – это условия внутренней среды помещения, оказывающие влияние на теплообмен человека с окружающей средой; характеризуемые показателями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, температуры окружающих человека поверхностей и интенсивности теплового (инфракрасного) облучения.

Различают допустимые и оптимальные параметры микроклимата. Оптимальные параметры микроклимата – сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении. Допустимые параметры микроклимата – сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности при усиленном напряжении механизмов терморегуляции и не вызывают повреждений или ухудшения состояния здоровья [3].

Обеспечение заданных показателей микроклимата с определением уровня комфортности пребывания человека в помещении является актуальной проблемой и одной из основных задач специалистов по строительной теплофизике, отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха.

## ЦЕЛЬ

Проанализировать особенности современного подхода к нормированию параметров микроклимата в жилых и общественных помещениях, провести оценку основных параметров температурно-влажностного режима помещения, характеризующих его тепловой комфорт.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Рассмотрим показатели микроклимата (оптимальные и допустимые) для жилых и общественных зданий, регламентируемые отечественными и зарубежными нормативными документами (табл. 1).

**Таблица 1** – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий

Страна (нормативный документ)	Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °С			Результурующая температура, °С			Относительная влажность, %			Скорость движения воздуха, м/с		
			повышенно оптимальные	оптимальные	допустимые	повышенно оптимальные	оптимальные	допустимые	повышенно оптимальные	оптимальные	допустимые	повышенно оптимальные	оптимальные	допустимые
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Российская Федерация (ГОСТ 30494-2011)	ХП	жилая комната	–	20–22	18–24 (20–24)*	–	19–20	17–23 (19–23)	–	45–30	60	–	0,15	0,2
		кухня	–	19–21	18–26	–	18–20	17–25	–	нн	нн	–	0,15	0,2
		туалет	–	19–21	18–26	–	18–20	17–25	–	нн	нн	–	0,15	0,2
		ванная, санузел	–	24–26	18–26	–	23–27	17–26	–	нн	нн	–	0,15	0,2
		пом. для отдыха и уч. занятий	–	20–22	18–24	–	19–21	17–23	–	45–30	60	–	0,15	0,2
	ТП	жилая комната	–	22–25	20–28	–	22–24	18–27	–	60–30	65	–	0,2	0,3
	ХП (по категориям)	1	–	20–22	18–24	–	19–20	17–23	–	45–30	60	–	0,2	0,3
		2	–	19–21	18–23	–	18–20	17–22	–	45–30	60	–	0,2	0,3
		3а	–	20–21	19–23	–	19–20	19–22	–	45–30	60	–	0,2	0,3
		3б	–	14–16	12–17	–	13–15	13–16	–	45–30	60	–	0,3	0,5
		3в	–	18–20	16–22	–	17–20	15–21	–	45–30	60	–	0,2	0,3
	4	–	17–19	15–21	–	16–18	14–20	–	45–30	60	–	0,2	0,3	
	ТП (по категориям)	пом. с пост. пребыв. людей	–	23–25	18–28	–	22–24	19–27	–	60–30	65	–	0,15	0,25
Республика Беларусь (ГОСТ 30494-96)	ХП	жилая комната	–	20–22	18–24 (20–24)	–	19–20	17–23 (19–23)	–	45–30	60	–	0,15	0,2
		кухня	–	19–21	18–26	–	18–20	17–25	–	нн	нн	–	0,15	0,2
		туалет	–	19–21	18–26	–	18–20	17–25	–	нн	нн	–	0,15	0,2
		ванная, санузел	–	24–26	18–26	–	23–27	17–26	–	нн	нн	–	0,15	0,2
		пом. для отдыха и уч. занятий	–	20–22	18–24	–	19–21	17–23	–	45–30	60	–	0,15	0,2
	ТП	жилая комната	–	22–25	20–28	–	22–24	18–27	–	60–30	65	–	0,2	0,3
	ХП (по категориям)	1	–	20–22	18–24	–	19–20	17–23	–	45–30	60	–	0,2	0,3
		2	–	19–21	18–23	–	18–20	17–22	–	45–30	60	–	0,2	0,3
		3а	–	20–21	19–23	–	19–20	19–22	–	45–30	60	–	0,2	0,3
		3б	–	14–16	12–17	–	13–15	13–16	–	45–30	60	–	0,3	0,5
		3в	–	18–20	16–22	–	17–20	15–21	–	45–30	60	–	0,2	0,3
	4	–	17–19	15–21	–	16–18	14–20	–	45–30	60	–	0,2	0,3	
	ТП (по категориям)	пом. с пост. пребыв. людей	–	23 25	18 28	–	22 24	19 27	–	60 30	65	–	0,3	0,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Украина, ЕС (ДСТУ Б EN 15251, ДСТУ Б EN ISO 7730)	ХП	жилые здания (стоячая деятель- ность)	-	-	-	22,0±1,0	22,0±2,0	22,0±3,0	30 – 50**	25 – 60**	25 70**	Не более 2,5 независимо от степени турбулентности и местной температуры	Не более 4,5 независимо от степени турбулентности и местной температуры	Не более 5 независимо от степени турбулентности и местной температуры
	ТП					24,5±1,0	24,5±1,5	24,5±2,5						
	ХП	жилые здания (стояние, ходьба)	-	-	-	19,5±1,5	19,5±3,0	19,5±3,0						
	ТП					-	-	-						
	ХП	ванная	-	-	-	25,0±0,5	25,0±1,5	25,0±2,0						
	ХП	отдельный	-	-	-	22,0±1	22,0±2	22,0±3,0						
	ТП	офис	-	-	-	24,5±1,0	24,5±1,5	24,5±2,5						
	ХП	аудитория,	-	-	-	22,0±1	22,0±2	22,0±3,0						
	ТП	класс	-	-	-	24,5±1,0	24,5±1,5	24,5±2,5						
	ХП	конференц- зал, кафетерий	-	-	-	22,0±1	22,0±2	22,0±3,0						
ТП		-	-	-	24,5±1,0	24,5±1,5	24,5±2,5							

**Примечания к таблице 1:** ТП – теплый период; ХП – холодный период; Категории помещений: 1 категории – помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха; 2 категории – помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебной; 3 «а» категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди пребывают преимущественно в положении сидя без уличной одежды; 3 «б» категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди пребывают преимущественно в положении сидя в уличной одежде; 3 «в» категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди пребывают преимущественно в положении стоя без уличной одежды; 4 категории – помещения для занятий подвижными видами спорта; нн – показатель не нормируется; \* – параметры микроклимата для помещений маломобильных групп населения; \*\* – при определении влажности воздуха для Украины и ЕС вводится дополнительное условие микроклимата – ограниченно допустимые, которые находятся в пределах 20...70 %.

Необходимый воздухообмен в жилых и общественных помещениях для обеспечения требуемых показателей качества воздуха обеспечивается согласно действующим нормативно-техническим документам и может быть определен двумя способами:

- на основе удельных норм воздухообмена;
- на основе расчета воздухообмена, необходимого для обеспечения допустимых концентраций загрязняющих веществ, при этом определяющим вредным веществом является углекислый газ, выдыхаемый людьми. Эквивалентом вредных веществ, выделяемых ограждениями, мебелью, коврами и др., принимается также углекислый газ по [4].

Проанализировав действующие в разных странах технические регламенты, можно сделать вывод, что значения показателей, приведенных в используемых на практике нормативах и стандартах, существенно расходятся, что объясняется трудностью понимания некоторых требований.

Учет и определение параметров микроклимата в зданиях необходимо выполнять из условий комфортного пребывания в них человека, с обеспечением возможности индивидуального регулирования параметров с целью соответствия субъективным ощущением комфорта потребителя.

Наиболее распространенным в настоящее время является такой способ определения комфортности микроклимата как измерение и оценка отдельных составляющих температурно-влажностного режима помещения: температуры, подвижности, относительной влажности воздуха, а также характеристик теплового излучения [4]. Существенным недостатком данного подхода является пренебрежение взаимным влиянием параметров микроклимата друг на друга.

В области исследований, посвященных проблемам микроклимата, можно выделить ряд работ, в которых параметры, определяющие микроклимат, объединены и представлены в виде комплексных критериев. В работах И. Гриффитса и Д. Макинтейра [5] в качестве критерия комфортности микроклимата учитывается температура воздуха и падающее на человека тепловое излучение, но остаются неучтенными такие важные характеристики микроклимата, как относительная влажность, подвижность и качество воздуха.

В работах С. Х. Гейджа и Б. Харрингтона [6] учтены температура и относительная влажность воздуха, а также тепловое излучение, однако зависимости можно использовать только при подвижности воздуха 0,07...0,08 м/с.

Исследования С. Олесена, П. Фангера, О. Нильсена и П. Дженсена [7] посвящены разработке диаграмм комфортности. Основным недостатком метода является ограниченность рабочего поля подвижностью воздуха 1,5 м/с и неудобство графического определения параметров комфортности.

В. А. Максимович в работе [8] использовал понятие «критерий комфортности микроклиматических условий», которое объединяло температуру, относительную влажность, подвижность воздуха и содержание пыли. Однако данная методика была разработана для производственных помещений с большими выделениями пыли и не учитывала радиационное излучение.

М. О. Стареева и О. С. Кочетов [9] разработали шкалу комфортности параметров микроклимата для производственных помещений, но она не учитывает содержание в воздухе углекислого газа.

К основным недостаткам рассмотренных выше методов комплексной оценки комфортности микроклимата помещений следует отнести:

- специфику объектов, к которым данные способы применимы;
- ограниченность применения по одному из параметров микроклимата;
- ограниченность применения существующих методик из-за необходимости большого количества измерительных приборов для определения характеристик воздушной среды.

М. В. Пророкова впервые опубликовала свои труды по повышению точности определения уровня комфортности помещений жилых, общественных и административных зданий за счет расширения спектра параметров, учитываемых при оценке уровня комфортности микроклимата, а также анализа вредностей, характерных только для помещений жилых, общественных и административных зданий [10].

В основу метода положено определение коэффициента комфортности теплового состояния человека, основанное на расчете составляющих уравнения теплового баланса человека с введением поправок на асимметрию радиационных потоков, радиационное охлаждение и качество воздуха (содержание двуокиси углерода).

Способ оценки комфортности микроклимата заключается в измерении в помещении температуры воздуха, относительной влажности, подвижности воздуха, температуры окружающих поверхностей, предварительно определяют преимущественный тип и характеристики выполняемой работы, а также сопротивление теплопроводности преимущественного типа одежды людей, дополнительно измеряют температуру поверхности одежды человека, концентрацию диоксида углерода в воздухе обследуемого помещения и в наружном воздухе, вычисляют составляющие уравнения теплового баланса человека, рассчитывают коэффициент комфортности теплового состояния человека  $k_1$  по формуле

$$k_1 = (q_n - q_{\phi}) / q_n, \quad (1)$$

где  $q_n$  – количество тепловой энергии, которое необходимо удалить с поверхности тела человека для обеспечения его комфортного теплового состояния при заданном типе выполняемой в помещении работы;

$q_{\phi}$  – количество теплоты, фактически удаляемое с поверхности тела человека, Вт/м<sup>2</sup>.

Значение асимметрии радиационного излучения рассчитывают по формуле

$$\Delta t_a = t_{p,\max} - t_{p,\min}, \quad (2)$$

где  $t_{p,\max}$  – максимальная температура окружающих поверхностей помещения, °С;

$t_{p,\min}$  – минимальная температура окружающих поверхностей помещения, °С.

Определяют значение коэффициента радиационного охлаждения  $k_2$ :

при  $t_b - t_{p,\min} > 2$  вычисляют по формуле

$$k_2 = (q_n - q_{л,т}) / q_n, \quad (3)$$

где  $q_{л,т}$  – лучистый тепловой поток, уходящий с поверхности тела человека на самую холодную окружающую поверхность помещения;

$t_b$  – температура воздуха в помещении, °С,

при  $t_b - t_{p,\min} \leq 2$  принимают  $k_2 = 1$ .

Определяют значение коэффициента асимметрии радиационных потоков  $k_3$ :

при  $\Delta t_a > 3,9 + 1,8 R_0$ ,

где  $R_0$  – сопротивление теплопроводности преимущественного типа одежды людей в помещении, вычисляют по формуле

$$k_3 = 1 - 0,01 \cdot (0,17\Delta t_{a2} + 0,72\Delta t_a - 2,12), \quad (4)$$

при  $\Delta t_a \leq 3,9 + 1,8 R_0$  принимают  $k_3 = 1$ .

Рассчитывают избыточную концентрацию  $C$  диоксида углерода в помещении по формуле

$$C = C_n - C_o, \quad (5)$$

где  $C_n$  – концентрации двуокиси углерода в воздухе помещения, ppm;

$C_o$  – концентрации двуокиси углерода в наружном воздухе, ppm.

Определяют значение коэффициента качества воздушной среды  $k_4$ :

при  $C > 400$  вычисляют по формуле:

$$k_4 = -0,00045C + 1,18, \quad (6)$$

при  $C \leq 400$  принимают  $k_4 = 1$ .

Вычисляют уровень комфортности микроклимата по формуле (7) и оценивают уровень комфортности микроклимата по шкале приведенной в таблице 2:

**Таблица 2** – Степень комфортности микроклимата

Уровень комфортности	Степень комфортности
$0 > W > -0,30$	Холодно, дискомфорт
$-0,30 \geq W > -0,65$	Прохладно, легкий дискомфорт
$0,65 \geq W > -1$	Прохладно, но комфортно
$W = \pm 1$	Комфорт
$0,65 \leq W < 1$	Тепло, но комфортно
$0,30 \leq W < 0,65$	Тепло, легкий дискомфорт
$0 < W < 0,30$	Холодно, дискомфорт

$$W = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (7)$$

До сих пор в полной мере не учтены параметры, влияющие на микроклимат. Так для определения коэффициента комфортности  $K_2$  не учтено количество теплоты, поступающее через светопрозрачные конструкции непосредственно на человека, и избыточные тепловыделения от предметов и оборудования.

## ВЫВОДЫ

Широко известны способы определения комфортности микроклимата, включающие измерения и оценку отдельных его составляющих: температуры, подвижности, относительной влажности воздуха помещений, а также характеристик теплового излучения. Существенным недостатком данных способов является пренебрежение качеством воздуха, а также взаимным влиянием факторов микроклимата друг на друга и на организм человека.

Проведенный анализ показал необходимость комплексного учета параметров, характеризующих микроклимат при их взаимном влиянии друг на друга с учетом существенно изменившихся на сегодняшний день интерьерной обстановкой, планировкой помещений, качеством применяемых современных строительных и отделочных материалов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Табунщиков, Ю. А. Микроклимат и энергосбережение: пора понять приоритеты [Электронный ресурс] / Ю. А. Табунщиков. – Режим доступа : [www.homeevent.ru/download/Microclimat\\_i\\_energoberejenie.pdf](http://www.homeevent.ru/download/Microclimat_i_energoberejenie.pdf).
2. Пророкова, М. В. Энергосбережение и качество микроклимата [Текст] / М. В. Пророкова, В. В. Бухмиров // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2015. – № 2. – С. 32–35.
3. ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту (EN ISO 7730:2005, IDT) [Текст]. – Уведено вперше ; чинні від 2013-01-01. – К. : Мінрегіон України, 2012. – 74 с.
4. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Текст]. – Взамен ГОСТ 30494-96 ; введ. 2013-01-01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 11 с.
5. Griffiths, I. D. Subjective response to overhead thermal radiation [Text] / I. D. Griffiths. D. A. McIntyre // Human Factor. – 1974. – 16y3y. – P. 415–422.

6. The influence of clothing on physiological reactions of the human body to varying environmental temperatures [Text] / A. P. Gagge, C. E. A. Winslow, L. P. Harrington // Amer. J. Physiol. – 1968. – № 124. – P. 30–50.
7. Comfort limits for man exposed to asymmetric thermal radiation [Text] : proc. of the CIB Commission W45 (Human requirements) Symp. Thermal Comfort and Moderate Heat stress Building Research Station / [S. Olesen et al.]. – London : Walford. – 1972. – 342 p.
8. Максимович, В. А. Критерий комфортности микроклиматических условий [Текст] / В. А. Максимович // Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело. – 1977. – № 6. – С. 22–23.
9. Пат. 2509322 РФ, МПК G01W1/02. Способ оценки комфортности рабочей зоны по параметрам микроклимата [Текст] / О. С. Кочетов, М. О. Стареева, М. М. Стареева ; патентнообладатель Кочетов О. С., Стареева М. О., Стареева М. О. – № 2012135109/28 ; заявл. 16.08.2012 ; опубл. 10.03.2014. – Бюл. № 7. – 9 с.
10. Пат. 2636807 Российская Федерация, МПК G05D 23/19. Способ оценки комфортности рабочей микроклимата в помещениях жилых, общественных и административных зданий [Текст] / М. В. Пророкова, В. В. Бухмиров ; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина» ; заявл. 29.06.2016 ; опубл. 28.11.2017 – Бюл. № 34. – 9 с.

Получено 09.10.2019

**З. В. УДОВИЧЕНКО, Д. В. САВИЧ, О. В. МИХАЙСЬКА**  
**ОЦІНКА І ВИЗНАЧЕННЯ КОМФОРТНОСТІ МІКРОКЛІМАТУ ЖИТЛОВИХ**  
**І ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ**  
**ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»**

**Анотація.** У статті наведено огляд вітчизняних і європейських норм параметрів мікроклімату для житлових і громадських будівель, а також розглянуті такі способи визначення комфортності мікроклімату як вимір і оцінка основних параметрів температурно-вологісного режиму приміщення. Проаналізовано ряд робіт в області досліджень, присвячених проблемам мікроклімату, виявлені основні їх недоліки. Значну увагу приділено працям М. В. Пророкової з питань підвищення точності визначення рівня комфортності приміщень за рахунок розширення спектра параметрів, що враховуються при оцінці рівня комфортності мікроклімату, а також аналізу шкідливостей.

**Ключові слова:** мікроклімат приміщень, параметри мікроклімату, рівень комфортності.

**ZLATA UDOVICHENKO, DARYA SAVICH, OKSANA MIKHAISKAYA**  
**ASSESSMENT AND DETERMINATION OF THE MICROCLIMATE COMFORT**  
**OF RESIDENTIAL AND PUBLIC BUILDINGS**  
**Donbas National Academy of Construction and Architecture**

**Abstract.** The article provides an overview of domestic and European standards for microclimate parameters for residential and public buildings, as well as such methods for determining microclimate comfort as measuring and evaluating the main parameters of the temperature and humidity room conditions. A number of works in the field of research on microclimate problems are analyzed, their main disadvantages are revealed. Considerable attention is paid to M. V. Prorokova works to improve the accuracy of determining the level of comfort of the premises by expanding the range of parameters taken into account when assessing the level of comfort of the microclimate, as well as the analysis of hazards.

**Key words:** indoor microclimate, microclimate parameters, comforts level.

**Удовиченко Злата Викторовна** – кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергосбережение в системах теплогазоснабжения и вентиляции.

**Савич Дарья Владимировна** – ассистент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергосбережение в системах теплогазоснабжения и вентиляции.

**Михайская Оксана Валентиновна** – ассистент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергосбережение в системах теплогазоснабжения и вентиляции.

**Удовиченко Злата Вікторівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергозбереження в системах теплогазопостачання і вентиляції.

**Савіч Дар'я Володимирівна** – асистент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергозбереження в системах теплогазопостачання і вентиляції.

**Михайська Оксана Валентинівна** – асистент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергозбереження в системах теплогазопостачання і вентиляції.

**Udovichenko Zlata** – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: heat saving in systems of a heat- gas supply and ventilation.

**Savich Darya** – Assistant, Ph. D. (Eng), Associate Professor, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: heat saving in systems of a heat- gas supply and ventilation.

**Mikhaiskaya Oksana** – Assistant, Ph. D. (Eng), Associate Professor, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: heat saving in systems of a heat- gas supply and ventilation.