



Получена: 23.12.2022 г.

Приета: 08.02.2023 г.

ВЛИЯНИЕ НА СЪВРЕМЕННИТЕ КЛИМАТИЧНИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЪРХУ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНИТЕ УСЛОВИЯ В ПОМЕЩЕНИЯТА НА ХУДОЖЕСТВЕНА ГАЛЕРИЯ „АЛТЕРА“ ПРЕЗ ЗИМНИЯ ПЕРИОД

Ц. Димитров¹

Ключови думи: температурно-влажностни условия в художествени галерии, криотоклимат на музеи, микроклимат на обществени сгради

РЕЗЮМЕ

Формирането на микроклимата в сградите става под въздействието на външните метеорологични фактори, конструктивните им параметри и работата на инсталираните в тях системи за отопление и охлаждане. Поддържането на подходящи и стабилни температурно-влажностни условия е от ключово значение в помещенията на музеи и художествени галерии, където се излагат експонати, съхраняват се произведения на изкуството и исторически ценности. Въз основа на проведен експеримент в помещенията на художествена галерия „Алтера“ през 2007 г. са изследвани температурно-влажностните условия в помещенията на галерията през периода 17.01 – 31.03. Изложбеният център „Алтера“ е разположен в сградата на Международния търговски център „Интерпред“ – София. Изследвани са особеностите в денонощния ход и този от средноденонощните стойности на температурата, относителната влажност, влагосъдържанието и енталпията на въздуха в изложбената зала и хранилището в галерията на фона на тези на околната среда. Получени са зависимости между средноденонощните стойности за параметрите на външния въздух и тези вътре в сградата (температура, относителна влажност, влагосъдържание и енталпия на въздуха в помещенията).

¹ Цветан Димитров, гл. ас. д-р, департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология, бул. „Цариградско шосе“ № 66, 1784, София, e-mail: tzvetan.dimitrov@meteo.bg

1. Въведение

Поддържането на подходящ и стабилен микроклиматичен режим в помещенията на художествени галерии и музеи е от ключово значение за трайното съхраняване на експонатите в добро състояние. Същевременно условията в тези помещения трябва да бъдат и достатъчно комфортни за посетителите, както и да осигуряват здравословни условия на труд за уредниците в музеите. Микроклиматът в галериите и архивохранилищата се формира основно под влиянието на външните метеорологични фактори, но също така и от конструктивните (технически) параметри на сградите и вътрешните топло- и влагоотделения в помещенията от различен произход (топлината от осветителните тела, влагоотделенията от посетители и обслужващ персонал и др.). Поради факта, че техническите параметри на сградата остават постоянни след нейното изграждане, основна роля за формирането на микроклимата в галериите имат външните метеорологични фактори. Допълнително през зимните месеци с цел намаляване на тяхното неблагоприятно влияние в сградите се използват и различни технически съоръжения (парно отопление, климатични инсталации и др.). Несъобразяването с утвърдените нормативни изисквания относно микроклиматичните условия в музеи и художествени галерии води до възникване на необратими деформации в материалите от които са направени експонатите, до поява на микробиологични структури (плесени, гъбички и др.), до преждевременното им остаряване, корозия и др.

От друга страна промените в климата, на които всички ние сме свидетели през последните десетилетия, водят и до промяната на климатичните условия в нашата страна, в София, респективно и на криптоклимата в помещенията на тези сгради в столицата с подобно специално предназначение. Измежду различните метеорологични елементи и параметри най-отчетливо се откроява влиянието на климатичните промени върху режима на температурата на външния въздух. Извършеният сравнителен анализ за температурите на въздуха за двата климатични периода 1961 – 1990 г. и 1991 – 2020 г. показва, че нормата на температурата за София през втория период се е повишила през януари с 1,0 °C, през февруари с 0,9 °C и през март с 1,1 °C спрямо първия. При относителната влажност на въздуха не се наблюдават съществени изменения в нормите за двата периода (разликата е до 3 % понижение за март, а през другите месеци е и по-малка).

2. Криптоклимат на художествена галерия „Алтера“

Основните метеорологични фактори, които формират микроклимата в сградите, са температурата и влажността на външния въздух, скоростта и посоката на вятъра (охлаждащо влияние поради обветрянето на сградата), падащата върху фасадите и проникваща в помещенията през остъклените части слънчева радиация. Допълнително върху това въздействие се наслаждава влиянието на системите за отопление и кондициониране на въздуха, които обаче консумират допълнително значително количество енергия. Така че, и тяхното проектиране и оптимална експлоатация отново са в пряка зависимост от микроклиматичните особености на мястото, където е разположена сградата. Климатичните промени в неблагоприятна посока обаче могат значително да влошат енергийната ефективност на сградата, да утежнят работата на тези системи и да увеличат разходите за поддържане на подходящ и стабилен микроклимат в сградите.

2.1. Цел на изследването

Основната цел на настоящото изследване е да установи до какви температурно-влажностни условия в помещенията на художествена галерия „Алтера“ (експозиционна зала и архивохранилище) водят съвременните промени във външните метеорологични условия. Съвременните климатични модели показват, че се очаква в недалечно бъдеще зимите у нас да бъдат по-топли и с поднормено количество на снежната покривка, а летата като цяло да бъдат с повече горещи дни и по-продължителни засушливи периоди. Всичко това на фона на все по-често проявление на екстремно време – интензивни валежи, мощни бури и продължителни горещи вълни. Анализът на метеорологичното време за зимните месеци по време на експеримента показва, че експерименталният период (януари – март 2007 г.) е бил с 2,4 °C по-топъл от нормата за тези зимни месеци по данни от периода 1991 – 2020 г., което ни позволява да характеризираме тази зима с голяма степен на достоверност като възможен представител на зимите, които се очакват и в бъдеще за района на нашата столица. Зимният период по време на експеримента може също така да се характеризира като такъв с относителна влажност на външния въздух около нормата и сравнително безснежна като количество на снежната покривка в столицата. Това ни позволява да разглеждаме експерименталния период като информативен за бъдещите зими при сегашните климатични промени.

2.2. Експериментални данни

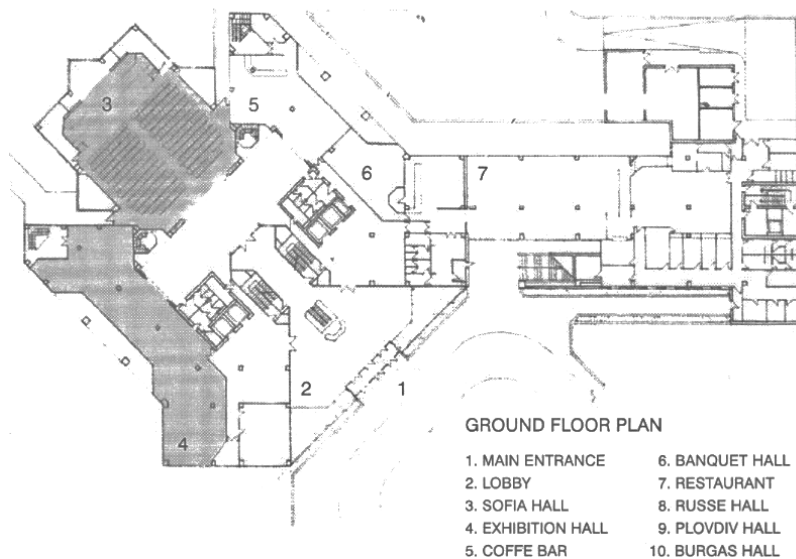
Периодът на проведения експеримент в помещенията на художествена галерия „Алтера“ обхваща първите три зимни месеца на 2007 г. (от януари до края на март). Измерванията са провеждани ежечасно в работното време на галерията, а в останалото време са използвани данните от самопишещи уреди в експозиционната зала и архивохранилището на галерията, което ни позволява да получим информация за непрекъснатия денонощен ход на температурата на вътрешния въздух и относителната му влажност. Измерванията на температурата на въздуха и относителната влажност са провеждани с аспирационни психрометри тип ГОСТ 6353-52 и самопишещи термографи (с биметална пластина) и два броя хигрографи, разположени на представителни места в експозиционната зала и фондохранилището на галерията. Метеорологичната информация за външния въздух е получена от часовите синоптични наблюдения (през три часа) в Централната метеорологична станция – София, отново за тези три зимни месеца. Използвани са данните за температурата на въздуха, относителната влажност, атмосферното налягане и парциалното налягане (пъргавина) на водната пара. Това ни позволи да изчислим влагосъдържанието и енталпията (топлосъдържание) на външния въздух в София през този период на експеримента.

2.3. За сградата, в която се намира галерия „Алтера“

Художествена галерия „Алтера“ (понастоящем “Art Place Interpred”) е разположена в сградата на Интерпред – Международен търговски център в София, на приземния етаж. Сградата е построена през 1985 г. от арх. Иван Янков, а е проектирана в творческо ателие „Роменски“ от колектив под ръководството на арх. Владимир Роменски. За значимостта и достойнствата на тази архитектурна композиция може да се съди и от факта, че тя е предложена за недвижима културна ценност с местно значение през 2021 г. Конструкцията ѝ представлява динамична композиция от две 10-етажни призматични тела (височина от 44 m), свързани с трети нисък и рязко пресечен пирамидален обем, който достига до 4-ия

етаж на сградата. Сградата представлява комбинирана архитектурна композиция от метална конструкция на болтова връзка, касетирани междуетажни плочи и алуминиеви окачени фасади. Самата художествена галерия „Алтера“ е разположена на приземния (партерен) етаж на сградата и заема площ от 286 m². Ориентацията на главната ѝ фасада е на изток (галерията е означена с 4 на схемата на етажа, показан на фиг. 1). Окачената фасада е от алуминиеви профили и стъклопакет с прекъснат топлинен мост. Стъклопакетът ѝ е с дебелина от 26 mm, включващ 10 mm външно рефлектиращо стъкло, 12 mm въздушна камера и 4 mm вътрешно стъкло. Целият пакет на стъклата е с коефициент на топлопреминаване $K = 2,4 \text{ kcal/h.m}^2\text{°C}$ ($2,8 \text{ W/m}^2\text{°K}$).

СВЕТОВНИЯТ ТЪРГОВСКИ ЦЕНТЪР ИНТЕРПРЕД - INTERPRED. THE WORLD TRADE CENTER SOFIA



Фиг. 1. План на етажа от сградата, където е разположена галерия „Алтера“

2.4. Температура на въздуха по време на експеримента

Проведеният анализ на събраната експериментална информация показва, че часовите стойности на температурата на външния въздух са се изменяли в диапазона от $-6,4 \text{ °C}$ до $18,2 \text{ °C}$ през тези три зимни месеца на 2007 г. В същото време средноденонощните стойности на температурата на външния въздух са варирали между $-1,7 \text{ °C}$ и $11,2 \text{ °C}$. Сравнителното изследване показва, че средномесечните стойности на температурата на външния въздух са били през януари 2007 г. с $6,0 \text{ °C}$ по-високи от нормите за периода 1961 – 1990 г., през февруари с $3,2 \text{ °C}$, а през март с $2,1 \text{ °C}$ (табл. 1). Стойностите през 2007 г. са по-високи от нормите за 1991 – 2020 г. с $5,0 \text{ °C}$, $2,3 \text{ °C}$ и $1,0 \text{ °C}$, съответно. Това ни позволява да характеризираме тези месеци от периода на експеримента като доста топли в температурно отношение. Тези параметри на външната среда са оказвали влияние върху микроклимата в помещенията на галерията по време на експеримента през 2007 г.

Температурата на въздуха в помещенията на сградите е един от основните параметри на микроклимата в тях. Режимът на нейното изменение до голяма степен определя доколко е комфортен и здравословен микроклиматът в сградите. Съгласно българските

строителни норми [1] температурата на въздуха при зимен режим в галерии, където са изложени произведения на изкуството от кожа, хартия или метал, трябва да бъде в интервала от 16,0 °C до 20,0 °C, а в архивохранилищата температурата трябва да се изменя между 14,0 °C и 18,0 °C. За правилното и дълготрайно съхранение на изложените експонати е от изключителна важност и стабилността на криптоклимата в помещенията на галерията.

Таблица 1. Средномесечни стойности на температурата и относителната влажност на външния въздух през 2007 г. и норми за периода 1961 – 1990 и 1991 – 2020 по месеци

Месец	$T_{2007}, ^\circ\text{C}$	$f_{2007}, \%$	$T_{1961-1990}, ^\circ\text{C}$	$f_{1961-1990}, \%$	$T_{1991-2020}, ^\circ\text{C}$	$f_{1991-2020}, \%$
Януари	4,5	73	-1,5	77	-0,5	78
Февруари	3,9	76	0,7	74	1,6	72
Март	6,9	67	4,8	69	5,9	66

2.4.1. Температура на въздуха в експозиционната зала

Анализът на събраната експериментална информация показва, че часовите стойности на температурата на вътрешния въздух в експозиционната зала (T , °C) са се изменяли в диапазона от 15,1 °C до 28,3 °C през тези три зимни месеца на експерименталната 2007 г. Средноденонощните ѝ стойности са варирали между 17,6 °C и 25,7 °C от януари до март. От представената графика за януари 2007 г. (фиг. 2) се вижда, че амплитудата на колебанията на температурата на въздуха в това помещение е относително голяма (около 4,2 °C). Средномесечните стойности на температурата на вътрешния въздух са били над нормативния интервал от 16,0 °C до 20,0 °C (табл. 2). Съгласно нормативните изисквания в България за подобен род помещения температурата на вътрешния въздух при зимен режим трябва да бъде в интервала от 16,0 °C – 20,0 °C [1]. В [2] е препоръчан допустим режим 17,0 °C – 21,0 °C, а в [3] – стойности от 17,5 °C до 20,5 °C.

Таблица 2. Средномесечни стойности на температурата и относителната влажност на вътрешния въздух

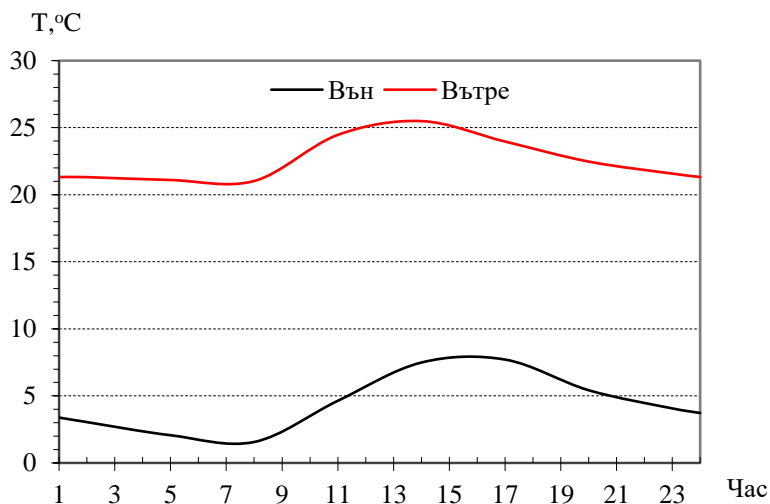
Месец	Зала $T, ^\circ\text{C}$	Зала $f, \%$	Хранилище $T, ^\circ\text{C}$	Хранилище $f, \%$
Януари	22,7	32	16,8	45
Февруари	21,0	34	16,9	42
Март	22,1	29	19,2	35

2.4.2. Температура на въздуха във фондохранилището

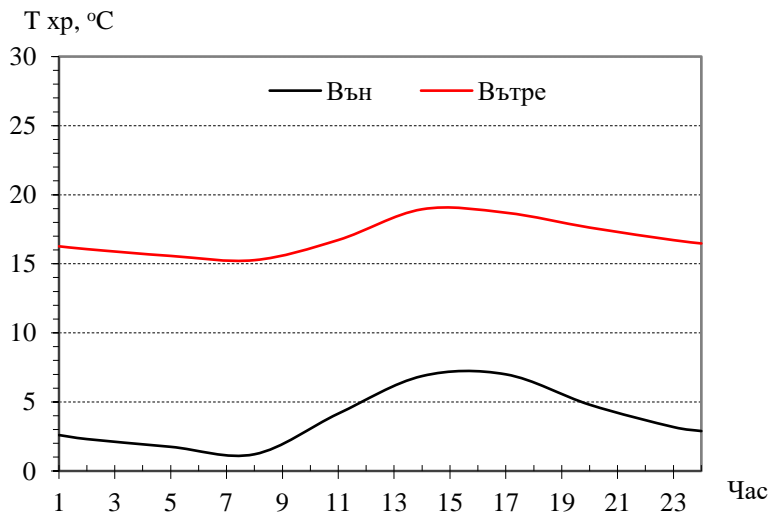
Режимът на температурата на въздуха във фондохранилището на галерията ($T_{\text{хр}}$, °C) се характеризира с изменение на часови стойности в диапазона от 12,0 °C до 26,9 °C през периода на експеримента. Средноденонощните стойности на температурата на въздуха в това помещение са били между от 13,4 °C до 22,7 °C общо през целия период на експеримента (януари – март). Амплитудата на денонощните колебания на температурата на въздуха в това помещение (3,4 °C) през февруари също е относително голяма за подобен род помещения (фиг. 3). Средномесечните стойности на температурата на вътрешния въздух са в изискуемия нормативен интервал (14,0 °C и 18,0 °C), с изключение на март, когато са

били над нормата (таб. 2). Съгласно нормативните изисквания за подобен род помещения температурата на вътрешния въздух при зимен режим трябва да бъде в интервала от 14,0 °C и 18,0 °C [1], в [2] се препоръчва температура на въздуха 18,0 °C.

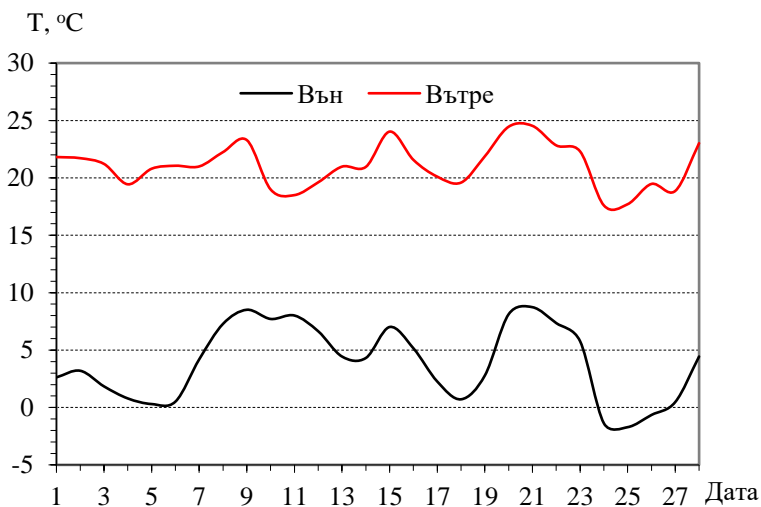
Представа за хода на средноденонощните стойности на температурата на въздуха в експозиционната зала и фондохранилището може да се получи от фиг. 4 и фиг. 5 – вижда се, че ходът на температурата на вътрешния въздух и през двата месеца в общи линии следва хода на тази на външния въздух без дефазирание.



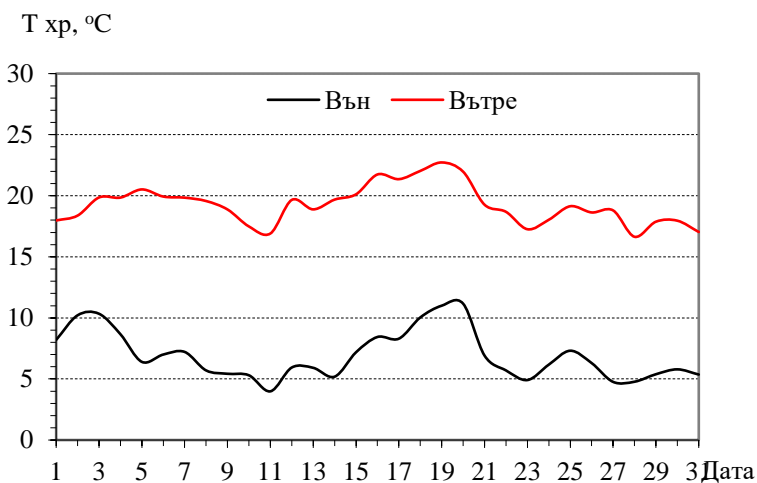
Фиг. 2. Денонощен ход на температурата на въздуха T , °C в експозиционната зала – януари 2007 г.



Фиг. 3. Денонощен ход на температурата на въздуха T_{xp} , °C в хранилището – февруари 2007 г.



Фиг. 4. Средноденонощни стойности на температурата на въздуха T , °C в експозиционната зала – февруари 2007 г.



Фиг. 5. Средноденонощни стойности на температурата на въздух във фондохранилището T_{xp} , °C – март 2007 г.

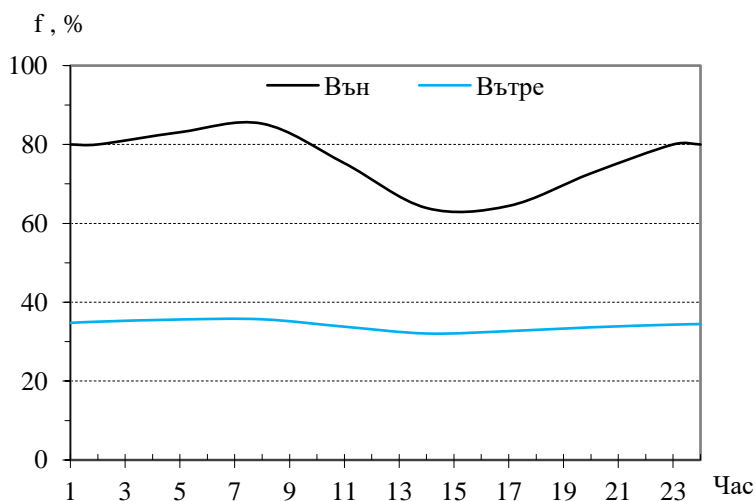
2.5. Относителна влажност на въздуха по време на експеримента

Проведеният първичен анализ на получената от Централната метеорологична обсерватория в София информация за относителната влажност на въздуха показва, че часовете ѝ стойности са се изменяли в диапазона от 24 % до 99 % през тези три експериментални месеца на 2007 г. Средноденонощните стойности на този метеорологичен параметър за външния въздух са се изменяли между 53 % до 95 %. Средномесечните стойности на относителната влажност на външния въздух са били около нормата през този

експериментален период (табл. 1). От тази таблица се вижда, че през януари 2007 г. тя е само с 4 % под нормата за периода 1961 – 1990 г., през февруари – с 2 % над нормата, а през март – с 2 % под нея. По отношение на нормите за периода 1991 – 2020 г. стойностите ѝ през 2007 са отново около нормите – с 5 % под нормата за януари, за февруари с 4 % над нормата и за март с 1 % над нормата. Тези влажностни условия на околната среда са оказвали своето влияние върху микроклимата в помещенията на галерията през експерименталната 2007 г. Съгласно българските строителни норми [1] относителната влажност на въздуха при зимен режим в галерии, където са изложени произведения на изкуството от кожа, хартия, метали, трябва да бъде в интервала от 50 % до 65 %, а в архивохранилища – от 50 % до 60 %.

2.5.1. Относителна влажност на въздуха в експозиционната зала

Проведеният сравнителен анализ на експерименталните данни показва, че относителна влажност на вътрешния въздух (f , %) в експозиционна зала (часови стойности) се е изменяла в диапазона от 19 % до 48 % по време на експеримента. Средноденонощните стойности на относителната влажност на въздуха в това помещение са се изменяли между от 25 % до 46 % от януари до март 2007 г. От представената графика (фиг. 6) се вижда, че амплитудата в колебанията на относителната влажност на въздуха е незначителна (около 4 %), дължаща се основно на влагоотделяния от посетители и обслужващ персонал. Средномесечните стойности на относителната влажност на вътрешния въздух са били под нормативния интервал от 50 % до 65 % (табл. 2). Съгласно нормативните изисквания относителна влажност на вътрешния въздух в експозиционни зали трябва да бъде от 50 % до 65 % [1], а в [2] е препоръчан оптимален режим 50 – 55 %.

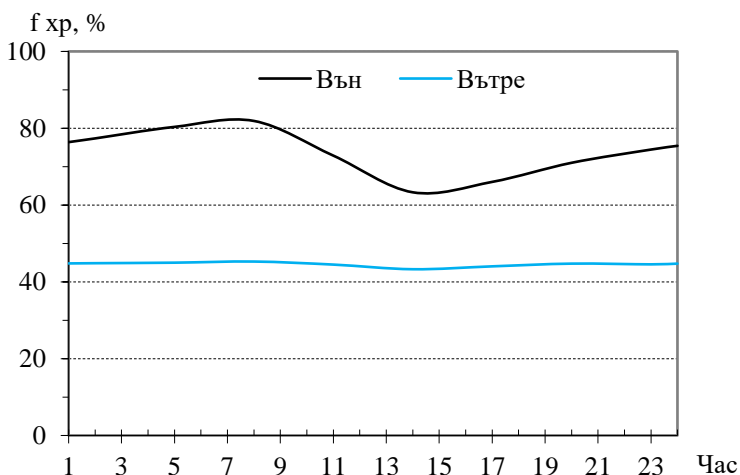


Фиг. 6. Денонощен ход на относителната влажност на въздуха f , % в експозиционната зала – февруари 2007 г.

2.5.2. Относителна влажност на въздуха във фондохранилището

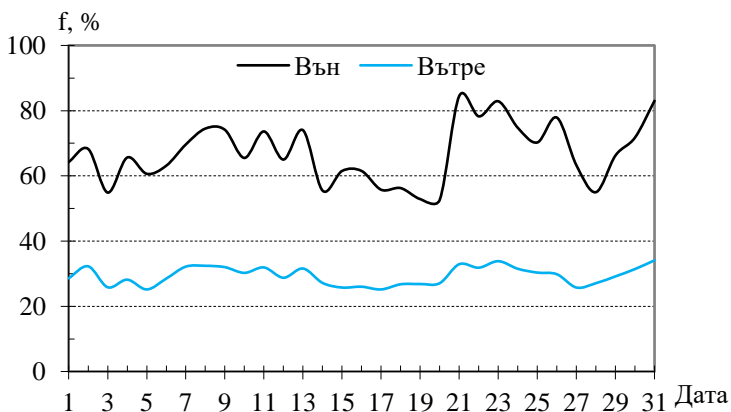
Относителната влажност на вътрешния въздух във фондохранилището (f_{xp} , %) показва вариации в часовите си стойности в диапазона от 25 % до 54 % през тези три експериментални месеца на 2007 г. Средноденонощните ѝ стойности в това помещение са се изменяли от 30 % до 52 % през целия период на експеримента (януари – март).

Амплитудата на колебанията на относителната влажност на въздуха в това помещение (фиг. 7) е още по-малка (около 2 %) в сравнение с експозиционната зала и в този смисъл тя отговаря на стриктните изискванията за стабилност на микроклимата в подобен род помещения. Средномесечните стойности на относителната влажност на вътрешния въздух са под нормативния интервал (50 % до 60 %) през целия експериментален период (табл. 2). В архивохранилището норматива за относителната влажност на въздуха е от 50 % до 60 % [1], а в [2] – 55 % ± 5 %.

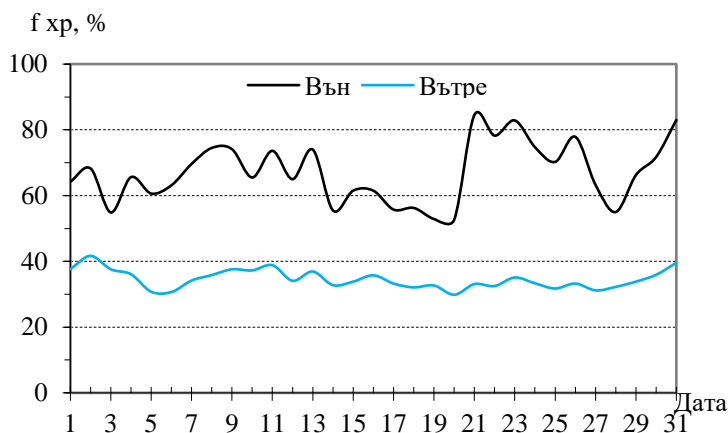


Фиг. 7. Денонощен ход на относителната влажност на въздуха $f_{xp}, \%$ във фондохранилището – януари 2007 г.

Ходът през съответния месец от средноденонощните стойности на относителна влажност на вътрешния въздух в експозиционната зала и във фондохранилището на галерия „Алтера“ е представен на показаните графики (фиг. 8 и фиг. 9) – вижда се, че относителната влажност на въздуха в помещенията в общи линии следва хода на тази на външния въздух, но със значително по-малко колебание.



Фиг. 8. Средноденонощни стойности на относителната влажност $f, \%$ на въздуха в експозиционната зала – март 2007 г.



Фиг. 9. Средноденонощни стойности на относителната влажност на въздуха f_{xp} , % във фондохранилището – март 2007 г.

2.6. Влагосъдържание на въздуха по време на експеримента

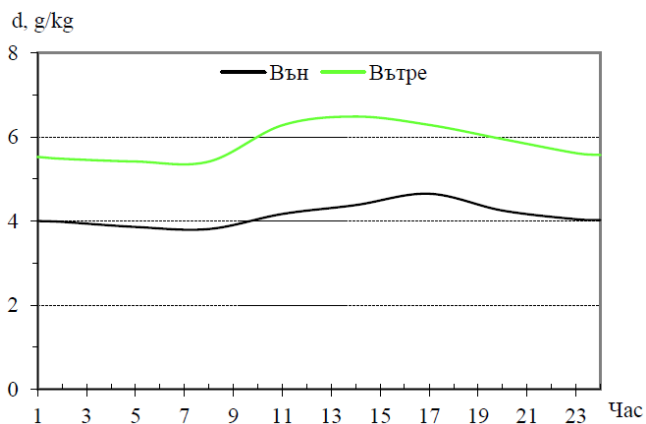
Влагосъдържанието на въздуха (d , g/kg) представлява отношение на масата на водната пара, съдържаща се в него, към масата на сухия въздух и се определя по формулата [4]:

$$d = \frac{R_d}{R_v} \left(\frac{e}{p - e} \right) 10^3, \quad (1)$$

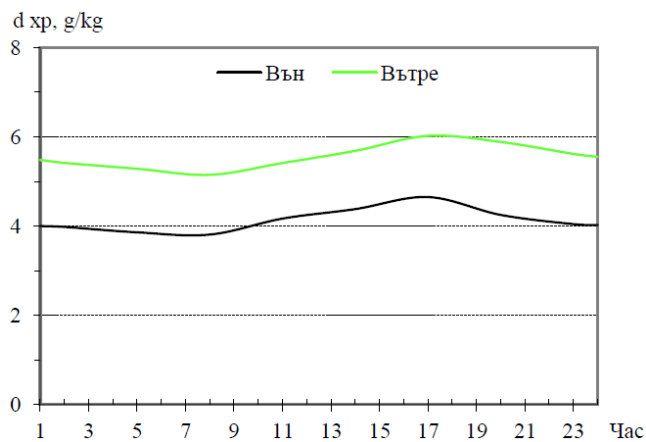
където R_d е газовата константа на сухия въздух; R_v – константата на влажния въздух; p – атмосферното налягане, а e – парговината на водната пара.

Часовите стойности на влагосъдържанието на външния въздух по време на експеримента през 2007 г. са се изменяли в диапазона от 3,8 g/kg до 4,7 g/kg. Тези на въздуха в експозиционната зала – от 4,8 g/kg до 6,6 g/kg и във фондохранилището от 4,7 g/kg до 6,0 g/kg. Средноденонощните стойности на влагосъдържанието на въздуха вън са се изменяли от 2,4 g/kg до 5,7 g/kg, на въздуха вътре в експозиционната зала – от 3,4 g/kg до 8,5 g/kg, а в хранилището – от 3,8 g/kg до 7,0 g/kg. Средномесечните стойности на влагосъдържанието на въздуха вън са се изменяли от 4,1 g/kg до 4,3 g/kg, за експозиционната зала – от 5,2 g/kg до 5,9 g/kg, а за хранилището – от 5,1 g/kg до 5,7 g/kg. Анализът показва, че средните стойности на влагосъдържанието на въздуха за целия експериментален период са 4,2 g/kg за външния въздух, за въздуха вътре в експозиционна зала – 5,6 g/kg, а във фондохранилището – 5,4 g/kg.

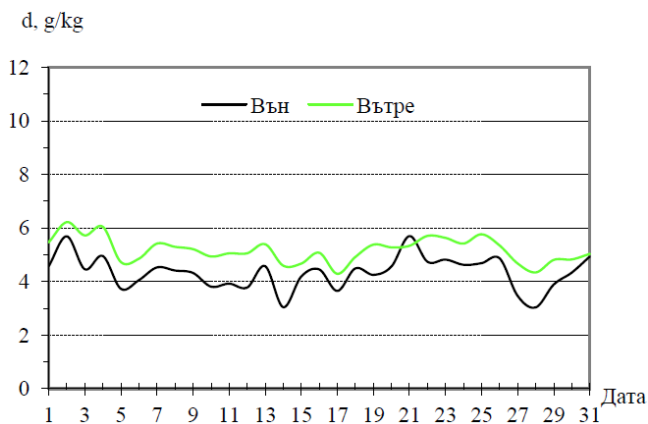
От графиките на денонощния ход на влагосъдържанието в помещенията през януари 2007 г. (фиг. 10 и фиг. 11) се вижда, че този в хранилището е по-изгладен и с по-малка амплитуда (около 0,9 g/kg) в сравнение с хода в експозиционната зала. Амплитудата в експозиционната зала е по-голяма поради влагоотделяния от посетители и обслужващ персонал в помещението. Графиката на хода от средноденонощните стойности на влагосъдържанието (фиг. 12) показва, че ходът през месеца в експозиционната зала следва в общи линии този на влагосъдържанието на външния въздух.



Фиг. 10. Денонощен ход на влагосъдържанието на въздуха d , g/kg в експозиционната зала – януари 2007 г.



Фиг. 11. Денонощен ход на влагосъдържанието на въздуха d_{xp} , g/kg във фондохранилището – януари 2007 г.



Фиг. 12. Средноденонощни стойности на влагосъдържанието на въздуха d , g/kg в експозиционната зала – март 2007 г.

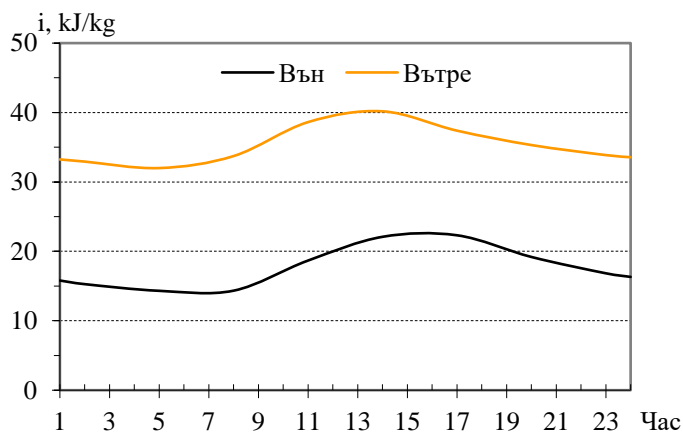
2.7. Енталпия на въздуха по време на експеримента

Енталпия (топлосъдържането) на въздуха е комплексен параметър, който отчита факта, че влажният въздух съдържа допълнително и скрита топлина на фазови преходи от водната пара в него (топлина на кондензация). Енталпията на въздуха (i , kJ/kg) е термодинамична функция на състоянието, представляваща сумата от вътрешната енергия на газа и работата, извършена от него при изобарно разширение до заемания обем.

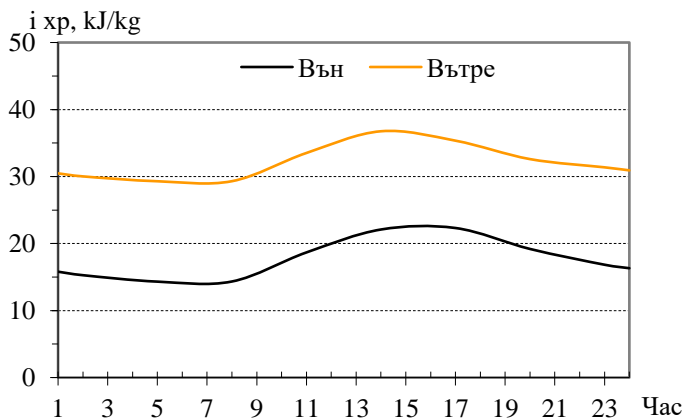
Топлосъдържанието на въздуха се изчислява по формулата [4]:

$$i = c_p T + (L + c_n T) d \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

където c_p е специфичната топлоемкост на сухия въздух при постоянно налягане; c_n – специфичната топлоемкост на водната пара от въздуха при налягане на насищане и температура 0 °C; L – топлината на изпарение при 0 °C; d – влагосъдържанието на въздуха, а T температурата на атмосферния въздух.

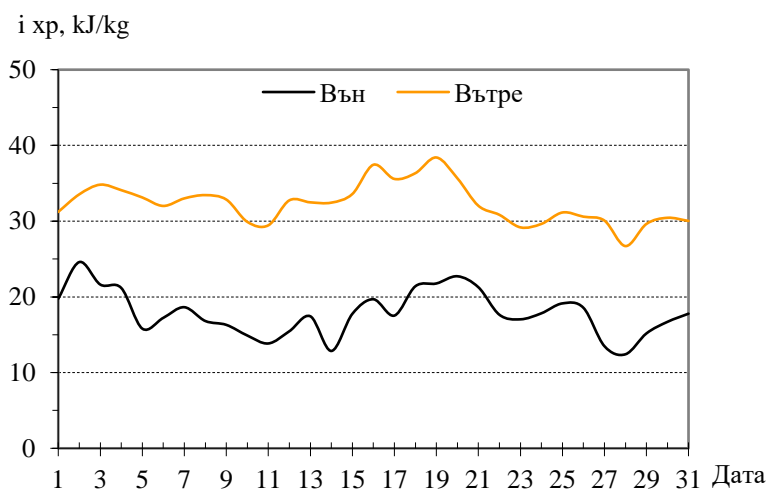


Фиг. 13. Денонощен ход на енталпията на въздуха i , kJ/kg в експозиционната зала – март 2007 г.



Фиг. 14. Денонощен ход на енталпията на въздуха i_{xp} , kJ/kg във фондохранилището – март 2007 г.

Средномесечните стойности на енталпията на въздуха вън са се изменяли от 10,9 kJ/kg до 22,3 kJ/kg, тези на въздуха вътре в експозиционната зала – от 32,0 kJ/kg до 42,1 kJ/kg, а във фондохранилището – от 27,9 kJ/kg до 36,8 kJ/kg. Средната стойност на енталпията на въздуха за периода на експеримента (за трите месеца – януари, февруари и март) е както следва: за външния въздух – 15,7 kJ/kg, за вътрешния въздух в експозиционната зала – 36,3 kJ/kg, а за този във фондохранилището – 31,5 kJ/kg. От графиките на денонощния ход на енталпията в помещенията (фиг. 13 и фиг. 14) се вижда, че този в хранилището е с по-малка амплитуда (около 7,0 kJ/kg) в сравнение с хода в експозиционната зала на галерия „Алтера“. Графиката на хода през месеца от средноденонощните стойности на енталпията (фиг. 15) показва, че ходът в хранилището следва в общи линии този на енталпията на външния въздух по време на експеримента.



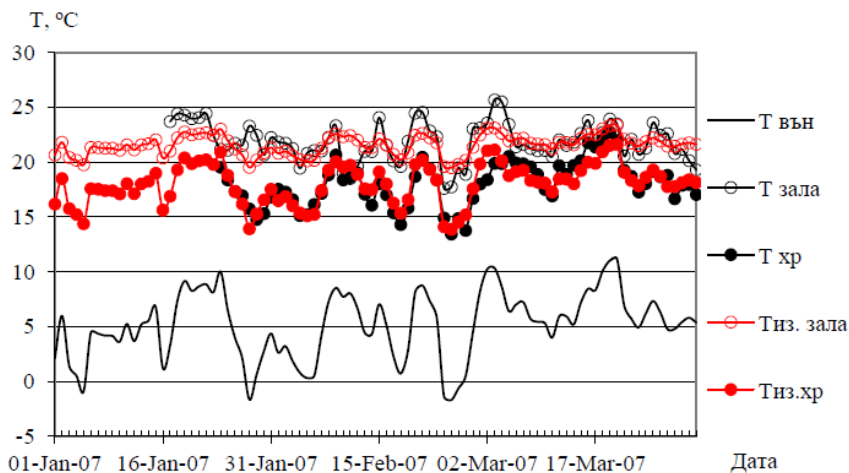
Фиг. 15. Средноденонощни стойности на енталпията на въздуха i_{xp} , kJ/kg във фондохранилището – март 2007 г.

2.8. Връзки на микроклимата в галерията с параметрите на външната среда

Ограниченото време на проведеното експериментално изследване в галерия „Алтера“ (от само три месеца) ни позволи да диагностицираме параметрите на микроклимата в нейните помещения, като първи етап от проведения анализ. Метеорологичната информация за параметрите на външния въздух в столицата обаче е значително по-достъпна и се добива регулярно и ежедневно, ето защо като продължение на изследването е потърсена връзка между параметрите на външния въздух и тези на въздуха в галерията, въз основа на информацията от събраните експериментални данни. На втори етап от проведения анализ бяха получени зависимости между средноденонощните стойности за различни метеорологични параметри на външния въздух и тези в помещенията на галерия „Алтера“ – за температурата и относителната влажност на въздуха, влагосъдържанието му и енталпията на въздуха в сградата. Те имат диагностичен характер и позволяват по средноденонощните стойности на различни метеорологични параметри на външния въздух да бъдат изчислени тези параметри на въздуха в помещенията на галерията.

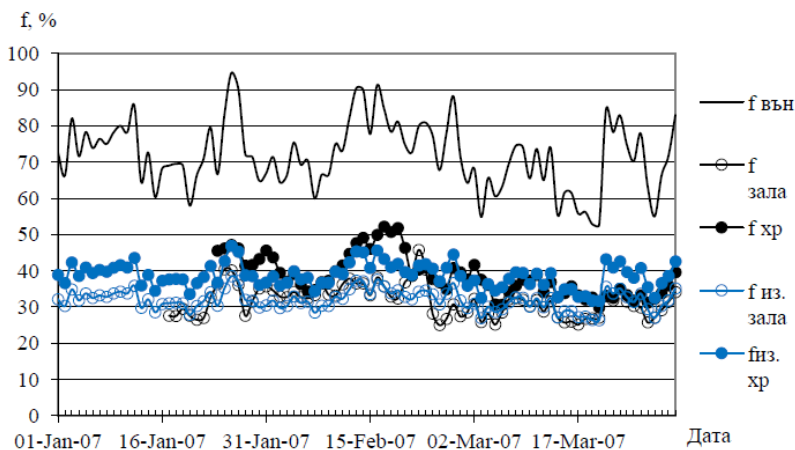
Получени са линейни регресионни зависимости на температурата на външния въздух и температурата на въздуха в помещенията на галерия „Алтера“. Те позволяват по параметрите на външния въздух (те могат да се измерват и прогнозираат) да се изчисляват очакваните параметри (ако се използва прогнозната температура вън) на въздуха в помещенията. Видът им за средноденонощните стойности на температурата на въздуха в експозиционната зала е $T_{\text{вътре}} = 0,3T_{\text{вън}} + 20,0$, а при тези за хранилището на галерията

$T_{\text{вътре}}^{\text{xp}} = 0,6T_{\text{вън}} + 14,9$. При висока положителна корелация за фондохранилището с коефициент на корелация ($r = 0,88$) и при значителна корелация в експозиционната зала ($r = 0,59$). На фиг.16 е представена графика на изчислените по тези зависимости стойности на температурата на въздуха в помещенията на галерията. В нея с $T_{\text{зала}}$ и T_{xp} са означени измерените стойности на температурата на въздуха в експозиционната зала и хранилището, с $T_{\text{из.зала}}$ и $T_{\text{из.хр}}$ – средноденонощните стойности, изчислени по получените зависимости, а с $T_{\text{вън}}$ е означена температурата на външния въздух. Вижда се много доброто съвпадение на измерените и изчислените стойности на температурата на въздуха във фондохранилището. За изложбената зала голяма част от разликите между изчислените и измерените стойности се дължи основно на топлоотделянията от посетители при различни организирани културни мероприятия.

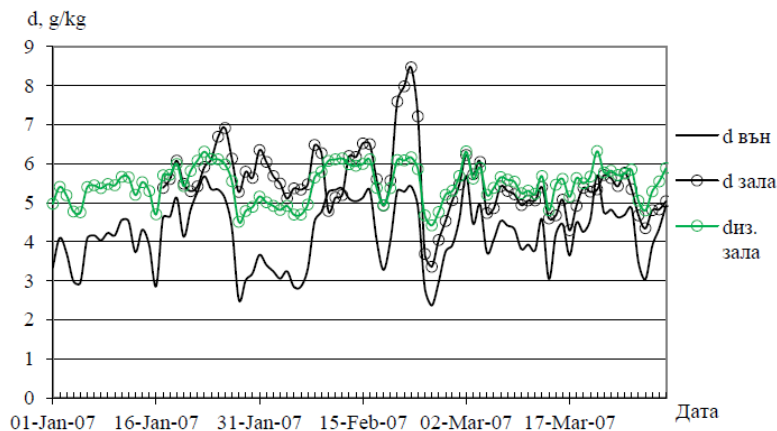


Фиг. 16. Температура на въздуха в сградата T , °C по време на експеримента през 2007 г.

Получени са диагностични зависимости между средноденонощните стойности на относителната влажност на външния въздух и относителната влажност на въздуха в помещенията на галерия „Алтера“. Те имат вида за експозиционната зала $f_{\text{вътре}} = 0,3f_{\text{вън}} + 11,1$ и за фондохранилището $f_{\text{вътре}}^{\text{xp}} = 0,4f_{\text{вън}} + 12,8$, при значителна положителна корелация и за двете помещения от галерията ($r = 0,64$). На фиг.17 е представена графика на изчислените по тези зависимости стойности на относителната влажност на въздуха в помещенията на галерията. В нея с $f_{\text{зала}}$ и $f_{\text{хр}}$ са означени измерените стойности на относителната влажност на въздуха в експозиционната зала и хранилището, с $f_{\text{из.зала}}$ и $f_{\text{из.хр}}$ – средноденонощните стойности, изчислени по получените зависимости, а с $f_{\text{вън}}$ е означена относителната влажност на външния въздух. От фигурата се вижда доброто съвпадение между измерените и изчислените стойности на относителната влажност на въздуха във фондохранилището по време на експеримента.

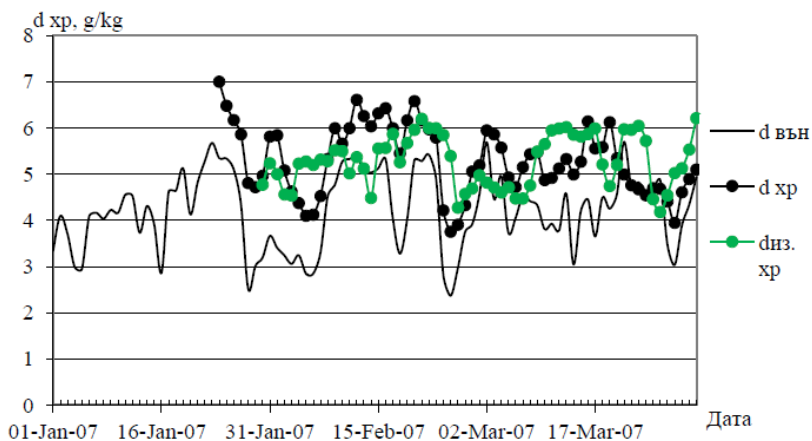


Фиг. 17. Относителна влажност на въздуха f , % в сградата по време на експеримента през 2007 г.



Фиг. 18. Влагосъдържание на въздуха d , g/kg в експозиционната зала по време на експеримента през 2007 г.

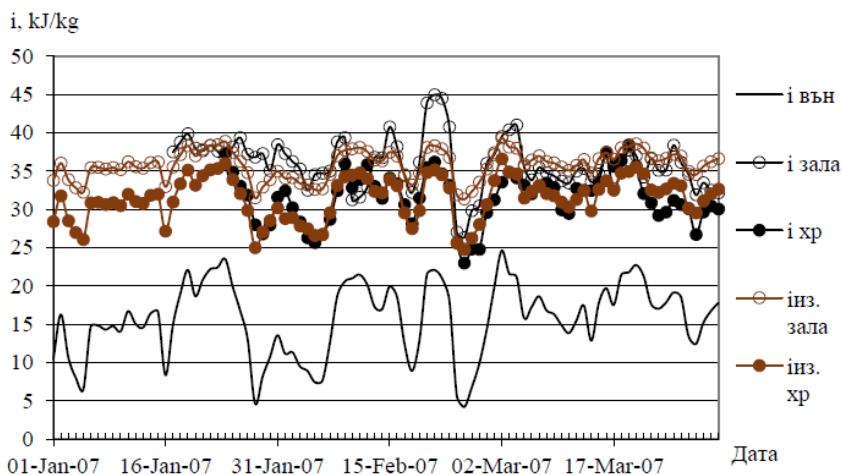
Получени са диагностични зависимости между средноденоношните стойности на влагосъдържанието на външния въздух и влагосъдържанието на въздуха в помещенията на галерия „Алтера“. Те позволяват по параметрите на външния въздух да се изчисляват очакваните параметри на въздуха в помещенията, както следва: за експозиционната зала $d_{\text{вътре}} = 0,6d_{\text{вън}} + 3,1$, както и за фондохранилището $d_{\text{вътре}}^{\text{хр}} = 0,6d_{\text{вън}} + 2,7$, при значителна положителна корелация за хранилището ($r = 0,70$) и в експозиционната зала ($r = 0,57$). На фиг. 18 е представена графика на изчислените по тези зависимости стойности на влагосъдържанието на въздуха в експозиционната зала, а на фиг. 19 – тези за фондохранилището на галерия „Алтера“. На тях с $d_{\text{зала}}$ и $d_{\text{хр}}$ са означени изчислените по експерименталните данни стойности на влагосъдържанието на въздуха в експозиционната зала и хранилището, с $d_{\text{из.зала}}$ и $d_{\text{из.хр}}$ – средноденоношните стойности, изчислени по получените зависимости, а с $d_{\text{вън}}$ е означено влагосъдържанието на външния въздух. Вижда се по-добро съответствие между измерените и изчислените стойности на влагосъдържанието във фондохранилището (фиг. 19).



Фиг. 19. Влагосъдържание на въздуха d , g/kg във фондохранилището по време на експеримента през 2007 г.

Получени са диагностични зависимости между средноденонощните стойности на енталпията на външния въздух и енталпията на въздуха в помещенията на галерия „Алтера“. Те позволяват по параметрите на външния въздух да се изчисляват очакваните параметри на въздуха в помещенията, както следва: за експозиционната зала $i_{\text{вътре}} = 0,4i_{\text{вън}} + 29,7$, а за фондохранилището $i_{\text{вътре}}^{\text{xp}} = 0,6i_{\text{вън}} + 22,3$, при висока положителна корелация за фондохранилището ($r = 0,86$) и значителна корелация в експозиционната зала ($r = 0,56$).

На фиг. 20 е представена графика на изчислените по тези зависимости стойности на енталпията на въздуха в помещенията на галерия „Алтера“. На нея с $i_{\text{зала}}$ и i_{xp} са означени изчислените по експерименталните данни стойности на енталпията на въздуха в експозиционната зала и хранилището, с $i_{\text{из.зала}}$ и $i_{\text{из.хп}}$ – средноденонощните стойности, изчислени по получените зависимости, а с $i_{\text{вън}}$ е означена енталпията на външния въздух. От тази фигура се вижда по-доброто съответствие на измерените и изчислените средноденонощни стойности на енталпията във фондохранилището на галерия „Алтера“.



Фиг. 20. Енталпия на въздуха i , kJ/kg в сградата по време на експеримента през 2007 г.

3. Заключение

В резултат на събраните данни от проведения експеримент през зимата на 2007 г. в помещенията на художествена галерия „Алтера“ (експозиционна зала и фондохранилище), както и от анализа на събраната информация можем да обобщим следното:

- Анализът на трите месеца по време на експеримента показва, че експерименталният период (януари – март) е бил с 2,4 °C по-топъл от нормата за тези зимни месеци по данни от периода 1991 – 2020 г., което ни позволява да характеризираме тази зима като представител на зимите, които се очакват и в бъдеще за района на нашата столица – а именно по-топли и с по-малко сняг.
- Температурата на вътрешния въздух в експозиционна зала се е изменяла в диапазона от 15,1 °C до 28,3 °C при норматив (16,0 °C – 20,0 °C). В архивохранилището се е изменяла в интервала от 12,0 °C до 26,9 °C през дните на експеримента при норматив (14,0 °C и 18,0 °C). Относителната влажност на вътрешния въздух в експозиционната зала се е изменяла в диапазона от 19 % до 48 % по време на експеримента (при норматив 50 % до 65 %). В архивохранилището се изменяла в диапазона от 25 % до 54 % през тези три зимни месеца на експеримента (при норматив 50 % до 60 %).
- Можем да обобщим, че и температурата на въздуха, както и относителната му влажност, са заемали неблагоприятни за изложените експонати стойности, както под нормативната граница, така и над нея, което показва твърде голямата амплитуда на изменение на тези елементи, налага се тези колебания да се коригират и смекчат, защото въздействието им е неблагоприятно за произведенията на изкуството, излагани в художествена галерия „Алтера“.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вjuletin za stroitelstvo i arhitektura. Kn. 8, 1986, Sofia.
2. Devina, R., Ilarionova, I., Rodionova, N., Jugnovats, T. Stabilizatsija temperaturno-vlagnostnogo regima v muzejah i pametnikah arhitekturji. Vipusk 2, 1987, Moskva.
3. Naredba 15/28.07.2005 za tehicheski pravila i normativi za proektirane, izgradane i eksploatatsija na obektite i suoragenijata za proizvodstvo, prenos i razpredelenie na toplinna energija. Izmenenie v DV, br. 6 ot 22.01.2016 g.
4. Zavarina, M. Stroiteljnaja klimatologija. Gidrometeoizdat, 1976, Leningrad (UDK 551.584:699.83).

INFLUENCE OF CONTEMPORARY CLIMATE CHANGES ON THE TEMPERATURE AND HUMIDITY CONDITIONS IN THE PREMISES OF THE ALTERA ART GALLERY DURING THE WINTER PERIOD

Ts. Dimitrov¹

Keywords: temperature-humidity conditions within art galleries, cryptoclimate of museums, microclimate into public buildings

ABSTRACT

The microclimate of the buildings is formed under the influence of external meteorological factors, its constructive and thermo-technical parameters, as well as the work of heating and cooling systems. Maintaining appropriate and steady temperature-humidity conditions are of crucial importance within exhibition halls of museums and art galleries, where artefacts, paintings and works of arts are shown and kept. Based on data from an experiment conducted within the "Altera" Art Gallery during 2007, the temperature-humidity conditions in its premises during the period 17.01 – 31.03, has been researched. The "Altera" Art Center is situated in the building of Interpred World Trade Center, Sofia. The peculiarities of diurnal course (by hourly values) and those of the average diurnal (for 24 hours) values of the temperature, relative humidity, moisture content and enthalpy of the air into the exhibition hall and the repository of the gallery, against the background of those of the environment, are investigated. Relations between the average diurnal values for the parameters of the outdoor air and those inside the building (temperature, relative humidity, moisture content and enthalpy of the air into the premises) are also obtained.

¹ Tsvetan Dimitrov, Senior Asst. Prof. Dr., Dept. "Meteorology", National Institute of Meteorology and Hydrology, 66 Tsarigradsko Shose Blvd., Sofia 1784, e-mail: tsvetan.dimitrov@meteo.bg