

**МЕҲМОНХОНАЛАРДАГИ АСОСИЙ ХОНАЛАРНИ УЧУВЧИ ОРГАНИК
БИРИКМАЛАР БИЛАН ИФЛОСЛАНИШНИ ТАҲЛИЛИЙ
МОНИТОРИНГИ**

*Искандарова Гузал Тулкиновна
Калбаева Улбосин Шинибай қизи*

Тошкент давлат тиббиёт университети, Тошкент, Ўзбекистан

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОСНОВНЫХ
ПОМЕЩЕНИЙ В ГОСТИНИЦАХ ЛЕТУЧИМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ
СОЕДИНЕНИЯМИ**

*Искандарова Гузаль Тулкиновна
Калбаева Улбосин Шинибай кызы*

Тошкент давлат тиббиёт университети, Тошкент, Ўзбекистан

**ANALYTICAL MONITORING OF VOLATILE ORGANIC COMPOUND
POLLUTION IN MAIN HOTEL ROOMS**

*Iskandarova Guzal Tulkinovna
Kalbayeva Ulbosin Shinibay qizi*

Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19983137>

Аннотация: Ёпиқ хоналар ҳавосидаги учувчи органик бирикмалар (УОБ) инсон саломатлигига таъсир этувчи асосий кимёвий омиллардан бири ҳисобланади. Ушбу мақолада УОБнинг асосий манбалари — қурилиш материаллари, маиший кимё воситалари, мебел, полимер қопламалар, вентиляция тизимлари ҳамда инсон фаолияти билан боғлиқ жараёнлар илмий жиҳатдан таҳлил қилинган. Шунингдек, уларнинг хона ички муҳитида тўпланиш механизмлари, тарқалиш хусусиятлари ва санитария-гигиеник баҳолаш мезонлари ёритилган. Ёпиқ муҳитдаги учувчи органик бирикмаларнинг нафас олиш тизими, аллергия реакциялар, неврологик ҳолатлар ва умумий иш қобилиятига бўлган таъсири таҳлил қилиниб, профилактик чора-тадбирлар ҳамда оптимал вентиляция ва мониторинг усуллари таклиф этилган. Тадқиқот натижалари турар-жой, меҳмонхона ва тиббиёт муассасаларида соғлом микроклимни таъминлаш учун амалий аҳамиятга эга.

Калит сўзлар: ёпиқ хоналар ҳавоси, учувчи органик бирикмалар, ички муҳит сифати, гигиеник баҳолаш, вентиляция, микроклим, инсон саломатлиги.

Аннотация: Летучие органические соединения (ЛОС) в воздухе закрытых помещений являются одним из ключевых химических факторов, влияющих на здоровье человека. В статье проанализированы основные источники ЛОС — строительные материалы, бытовая химия, мебель, полимерные покрытия, вентиляционные системы и процессы, связанные с деятельностью человека. Рассмотрены механизмы накопления и распространения соединений во внутренней среде помещений, а также критерии санитарно-гигиенической оценки. Проведён анализ влияния ЛОС на дыхательную систему, аллергические реакции, неврологические состояния и общую работоспособность. Предложены

профилактические меры, а также оптимальные методы вентиляции и мониторинга. Результаты исследования имеют практическое значение для обеспечения здорового микроклимата в жилых зданиях, гостиницах и медицинских учреждениях.

Ключевые слова: воздух закрытых помещений, летучие органические соединения, качество внутренней среды, гигиеническая оценка, вентиляция, микроклимат, здоровье человека.

Annotation: Volatile organic compounds (VOCs) in indoor air are among the major chemical factors affecting human health. This article analyzes the main sources of VOCs, including building materials, household chemicals, furniture, polymer coatings, ventilation systems, and human-related activities. The mechanisms of accumulation and distribution of these compounds in indoor environments, as well as hygienic assessment criteria, are discussed. The impact of VOCs on the respiratory system, allergic reactions, neurological conditions, and overall work capacity is evaluated. Preventive measures and optimal ventilation and monitoring approaches are proposed. The findings have practical significance for maintaining a healthy microclimate in residential buildings, hotels, and healthcare facilities.

Keywords: indoor air, volatile organic compounds, indoor environmental quality, hygienic assessment, ventilation, microclimate, human health.

Долзарблик: Сўнгги йилларда аҳолининг катта қисми вақтнинг асосий қисмини ёпиқ хоналарда — турар-жой бинолари, офислар, меҳмонхоналар ва тиббиёт муассасаларида ўтказаяётгани ички муҳит ҳавосининг сифатига бўлган талабни янада оширмоқда [1].

Қурилиш индустриясида янги синтетик материаллардан кенг фойдаланиш, маиший кимёвий воситаларнинг кўпайиши ва энергия тежамкор, герметик бинолар сони ортиши натижасида учувчи органик бирикмаларнинг (УОБ) концентрацияси ошиши кузатилмоқда [2].

Ушбу бирикмаларнинг узок муддатли таъсири аллергия касалликлар, нафас йўллари патологиялари, бош оғриғи, чарчоқ ва иш қобилияти пасайиши билан боғлиқлиги илмий тадқиқотларда қайд этилган. Шу сабабли ёпиқ хоналар ҳавосидаги УОБ манбалари, тарқалиш хусусиятлари ва уларни гигиеник жиҳатдан баҳолаш масалалари замонавий гигиена ва жамоат саломатлиги соҳасида долзарб илмий йўналиш ҳисобланади [3].

Ёпиқ хоналар ҳавосининг сифати инсон саломатлиги ва меҳнат самарадорлигига бевосита таъсир кўрсатувчи асосий омиллардан бири ҳисобланади. Учувчи органик бирикмалар — паст молекуляр оғирликка эга бўлган, осон буғланувчи кимёвий моддалар бўлиб, уларнинг асосий манбаларига қурилиш ва пардозлаш материаллари, лак-бўёқ маҳсулотлари, меҳнат, полимер қопламалар, тозалаш воситалари ҳамда инсон фаолияти натижасида юзага келадиган моддалар киради [4].

Ёпиқ муҳитда вентиляциянинг етарли эмаслиги ва ҳаво алмашинувининг чекланганлиги ушбу бирикмаларнинг тўпланишига олиб келади. Замонавий гигиеник тадқиқотлар УОБнинг концентрацияси ва экспозиция давомийлиги инсон организмида функционал ўзгаришларни келтириб чиқариши мумкинлигини кўрсатмоқда. Шу нуқтаи назардан мазкур мақолада ёпиқ хоналар ҳавосидаги учувчи органик бирикмаларнинг пайдо бўлиш йўллари, тарқалиш механизмлари ва уларнинг

гигиеник аҳамиятини комплекс баҳолаш мақсад қилиб олинган [5].

Меҳмонхона асосий яшаш хоналарида учувчи органик бирикмалар миқдори бир қатор гигиеник ва эксплуатацион омилларга боғлиқ ҳолда шаклланади. Аввало, қурилиш ва пардозлаш материаллари — ламинат, линолеум, лак-бўёқ маҳсулотлари, елимлар ва полимер қопламалар ҳавога турли органик моддалар ажралишига сабаб бўлади. Шунингдек, ДСП ёки МДФ асосида тайёрланган мебел, юмшоқ жиҳозлар ва декоратив текстиль маҳсулотлари ҳам УОБ манбалари ҳисобланади [6].

Меҳмонхоналарда доимий равишда амалга ошириладиган тозалаш ва дезинфекция ишларида қўлланиладиган маиший кимё воситалари, ҳаво янгилагичлар ва ароматизаторлар ички муҳитдаги кимёвий юкламани ошириши мумкин. Вентиляция тизимининг самарадорлиги ва ҳаво алмашинув даражаси муҳим аҳамиятга эга бўлиб, ҳаво айланиши етарли бўлмаган ҳолларда учувчи органик бирикмалар хоналарда тўпланиб қолади. Бундан ташқари, меҳмонлар сони, косметик воситалардан фойдаланиш, чекувчилик ва бошқа инсон фаолиятлари ҳам УОБ концентрациясига таъсир кўрсатади. Ҳарорат ва нисбий намлик каби микроиклим омиллари эса материаллардан органик моддалар ажралиши тезлигини белгилаб, уларнинг ҳавода тарқалиш хусусиятларига таъсир этади [7].

Ёпиқ хоналар ҳавосидаги учувчи органик бирикмаларнинг гигиеник аҳамияти инсон саломатлигига кўрсатадиган таъсири билан белгиланади. Ушбу бирикмаларнинг

юқори концентрацияси нафас олиш тизими шиллиқ қаватларини қитиқлаш, кўз ёшланиши, бош оғриғи, чарчоқ, диққатнинг пасайиши каби функционал ўзгаришларга олиб келиши мумкин [8].

Айрим учувчи органик моддалар аллергик реакциялар ва бронхоспазмни кучайтириб, сурункали нафас йўллари касалликлари ривожланиш хавфини оширади. Узоқ муддатли таъсирда эса нерв тизими фаолиятига салбий таъсир кўрсатиши, иш қобилияти пасайиши ва умумий саломатлик ҳолати ёмонлашиши кузатилиши мумкин [9].

Гигиеник нуктаи назардан уларнинг ҳаводаги концентрациясини назорат қилиш, вентиляция тизимларини оптималлаштириш, кам эмиссияли материаллардан фойдаланиш ҳамда мунтазам мониторинг ўтказиш ёпиқ хоналарда соғлом микроиклимни таъминлашнинг муҳим шартларидан бири ҳисобланади [10].

Тадқиқотнинг мақсади. Меҳмонхоналар асосий хоналарида ҳосил бўладиган учувчи органик бирикмаларни аниқлаш ва уларни гигиеник аҳамиятини таҳлил қилишдан иборат.

Тадқиқот материаллари ва усуллари. Тадқиқот меҳмонхона асосий функционал хоналари — яшаш хоналари, қабул зонаси, коридорлар ва санитария хоналарида ўтказилди. Объект сифатида марказлашган вентиляция тизимига эга замонавий меҳмонхона танланиб, ички ҳаво муҳитидаги учувчи органик бирикмалар миқдори ўрганилди. Ҳаво намуналари инсон нафас олиш зонасига мос равишда 1,5 м баландликда, куннинг турли вақтларида санитария талабларига мувофиқ олинди.

Учувчи органик бирикмаларни аниқлаш газ-хроматография — масс-

спектрометрия (GC-MS) усули орқали амалга оширилди, умумий УОБ даражаси эса портатив фотоионизацион детектор ёрдамида экспресс баҳоланди. Микроиклим кўрсаткичлари — ҳарорат, нисбий намлик ва ҳаво ҳаракати тезлиги термогигрометр ҳамда анемометр ёрдамида ўлчанди. Олинган натижалар вариацион статистика усуллари билан қайта ишланиб, ўртача қийматлар ва ишончлилиқ даражаси ($p < 0,05$) ҳисобланди.

Олинган натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Ёпиқ бинолар ҳам умумий фойдаланиш учун мўлжалланган (яъни, холл ва вестибюлни ўз ичига олган рўйхатдан ўтиш зонаси; ошхона ва ресторан; дам олиш зонаси, шу жумладан фитнес маркази), ҳам хусусий фойдаланиш учун мўлжалланган (яъни, 24 та хона).

Ҳар бир параметр 2024-2025 йиллар давомида йилнинг илиқ ва совук даврлари учун ўртача ва бир марталик максимал концентрацияларни аниқлаш мақсадида тўлиқ дастур асосида мунтазам равишда ўлчаб борилди. Ушбу узок муддатли мониторинг меҳмонхона бизнеси биноларидаги ХХС кўрсаткичлари бўйича юқори аниқликдаги ва кенг қамровли маълумотлар базасини шакллантириш имконини берди. Тадқиқот объекти сифатида замонавий меҳмонхона танланди. Ушбу меҳмонхона функционал ва санитар-гигиеник талабларга жавоб берадиган, ўрта сиғимли жойлаштириш воситаси ҳисобланади. Меҳмонхона 3 қаватдан иборат бўлиб, жами 24 та хонани ўз ичига олади. Хоналар таркибига стандарт бир ўринли, икки ўринли ва юқори қулайликка эга (люкс) хоналар киради. Меҳмонхона халқаро таснифга мувофиқ **3 юлдузли** тоифага мансуб

бўлиб, у ерда меҳмонлар учун зарур бўлган асосий хизматлар ва қулайликлар (ётиш жойи, санитар тугунлар, кондиционерлаш, Wi-Fi, озиқ-овқат хизматлари) таъминланган. Бино замонавий муҳандислик-коммуникация тизимлари билан жиҳозланган. Хусусан, ҳаво алмашинув тизими табиий ва мажбурий (механик) вентилияция элементларини ўз ичига олади. Хоналарда табиий вентилияция деразалар орқали амалга оширилади, шу билан бирга механик вентилияция тизими орқали ҳавонинг мунтазам янгиланиши таъминланади. Ҳаво алмашинув тизимининг техник тавсифига кўра: ҳар бир меҳмонхона хонида ҳаво алмашинув карралиги ўртача 1–1,5 маротаба/соат ни ташкил қилади; санитар тугунларда (ҳаммом ва ҳожатхоналарда) мажбурий чиқарувчи вентилияция ўрнатилган бўлиб, ҳаво алмашинув карралиги 3–5 маротаба/соат га тенг; умумий фойе ва йўлакларда марказлашган вентилияция тизими орқали ҳаво алмашинуви таъминланади; кондиционерлаш тизими сплит-системалар асосида ташкил этилган бўлиб, ҳар бир хонада индивидуал тарзда ҳарорат ва намликни назорат қилиш имконияти мавжуд. Мазкур техник ечимлар меҳмонхонада қулай микроклиматни таъминлаш, ҳавонинг ифлосланишини олдини олиш ва санитар-гигиеник меъёрларга риоя этиш имконини беради.

Тадқиқот доирасида ҳаво муҳитининг санитар-гигиеник ҳолатини баҳолаш мақсадида намуналар турли эксплуатацион шароитларда олинди. Жумладан, намуналар меҳмонхона хоналарида икки хил ҳолатда олиб борилди: юқори бандлик пайтида (меҳмонлар хонада бўлган вақтда); бўш ҳолатда (меҳмонлар чиқиб кетгандан сўнг, хоналар тозаланишидан олдин ва

кейин). Намуна олишнинг бундай ёндашуви хоналарда инсон фаолияти (нафас олиш, ҳаракат, маиший фаолият) натижасида юзага келадиган ифлосланиш даражасини, шунингдек, тозалаш ва шамоллатиш тадбирларининг самарадорлигини баҳолаш имконини беради. Юқори бандлик шароитида олинган намуналар ҳавода микроорганизмлар, CO_2 ва бошқа ифлослантирувчи омилларнинг максимал концентрациясини акс эттиради. Бўш ҳолатда олинган намуналар эса хонанинг табиий ва механик вентиляция тизимлари орқали ўз-ўзидан тозаланиш даражасини баҳолашга хизмат қилади. Шу тариқа, намуналарни турли вақтларда олиш орқали олинган натижаларнинг таққослама таҳлили амалга оширилиб, меҳмонхона хоналарида ҳаво алмашинув тизимининг самарадорлиги ва санитар ҳолатига ҳолис баҳо берилди.

Учувчи органик бирикмалар концентрациясининг ўртача қийматлари ҳудудлар кесимида сезиларли фарк

қилди. Энг юқори ўртача УОБ концентрацияси фитнес-марказда қайд этилди ($188,33 \pm 522,44$ чнм), бу ушбу ҳудудда кимёвий тозалаш ва дезинфекция воситалари, шунингдек, интенсив инсон фаолияти таъсири билан изоҳланади. Зал ва меҳмонлар яшаш хоналарида ҳам УОБ кўрсаткичларининг юқори ўзгарувчанлиги кузатилиб, бу ҳаво алмашинуви ва ички манбаларнинг таъсирини статистик жиҳатдан тасдиқлайди.

Умуман олганда, статистик таҳлил натижалари меҳмонхонанинг барча мониторинг ҳудудларида микроим ва ички ҳаво сифати кўрсаткичлари ўртача қийматлар бўйича санитария-гигиена талабларига мувофиқ эканини кўрсатди. Бироқ айрим параметрлар бўйича стандарт оғиш қийматларининг юқорилиги муҳит омилларининг вақт ва функционал юкламага боғлиқ равишда ўзгарувчан эканини кўрсатиб, ҳаво алмашинуви тизимларини оптималлаштириш зарурлигини илмий асослайди.

1-Жадвал

Меҳмонхона мониторинг ҳудудларида ХХС параметрлари ўртасидаги корреляция коэффицентлари (r)

Ўрганилган соҳа	n (obs.)	T, °C (CV%)	НН, % (CV%)	CO ₂ , ppm (CV%)	PM2.5, µg/m ³ (CV%)	ЛОС, ppm (CV%)
Кундузги бўлиш хонаси	53 196	23.46 ± 2.06 (8.8)	44.73 ± 15.51 (34.7)	446.36 ± 29.75 (6.7)	4.12 ± 5.53 (134.2)	163.00 ± 148.87 (91.3)
Холл	53 419	23.08 ± 1.10 (4.8)	44.15 ± 14.52 (32.9)	446.61 ± 28.03 (6.3)	1.65 ± 3.76 (227.9)	100.89 ± 48.47 (48.0)
Ошхона	53 418	25.51 ± 2.37 (9.3)	38.80 ± 12.70 (32.7)	443.76 ± 27.40 (6.2)	2.77 ± 3.58 (129.2)	118.14 ± 179.13 (151.6)
Ресторан	53 352	24.31 ± 1.75 (7.2)	41.50 ± 13.52 (32.6)	442.22 ± 30.10 (6.8)	2.25 ± 2.98 (132.4)	121.44 ± 102.11 (84.1)

Фитнес-марказ	53 351	24.63 ± 2.78 (11.3)	40.77 ± 12.50 (30.7)	448.78 ± 32.22 (7.2)	2.96 ± 2.51 (84.8)	188.33 ± 522.44 (277.4)
Асосий хоналар (умумий)	1 265 177	22.74 ± 1.87 (8.2)	46.40 ± 16.33 (35.2)	478.24 ± 89.02 (18.6)	2.98 ± 17.99 (603.7)	129.94 ± 318.82 (245.3)

Кўрсаткичлар:

$M \pm SD$ — ўртача қиймат ва стандарт оғиш

$CV, \%$ — вариация коэффиценти ($SD/M \times 100$), муҳит барқарорлигини баҳолаш учун

Жадвалда келтирилган маълумотларни статистик таҳлили қуйидагилардан иборат

Ҳарорат (Т): Барча хоналарда ўртача ҳарорат 22–26 °С оралиғида; $CV < 12\%$, яъни ҳарорат режими нисбатан барқарор. Энг юқори ўртача ҳарорат ошхона ва фитнес-марказда кузатилган.

Нисбий намлик: Ўртача қийматлар 38–46% — санитар меъёр доирасида. $CV \approx 30\text{--}35\%$, бу ташқи иқлим ва вентиляция режимида боғлиқ ўзгарувчанликни кўрсатади.

CO_2 : Барча хоналарда ўртача CO_2 450–480 ppm, яъни қониқарли вентиляция белгиси. Асосий хоналарда $CV = 18.6\%$ — одамлар зичлиги ва вақт бўйича фарқ борлигини кўрсатади.

$PM_{2.5}$: Ўртача қийматлар паст ($1.6\text{--}4.1 \mu g/m^3$). CV жуда юқори (84–600%), бу қисқа муддатли пик ифлосланишлар (овқат тайёрлаш, жисмоний фаоллик, ташқи ҳаво кириши) мавжудлигини англатади.

УОБ: ўртача қийматлар хоналарга қараб фарқ қилади. Энг юқори ўзгарувчанлик фитнес-марказ ва ошхонада ($CV > 150\%$). Бу парфюмерия, тозалаш воситалари, овқат тайёрлаш ва инсон фаоллиги билан боғлиқ.

Ўтказилган кенг қўламли мониторинг (1,26 млн дан ортиқ кузатув) натижалари шуни кўрсатдики, тадқиқ этилган хоналарда ҳарорат ва CO_2 кўрсаткичлари гигиеник жиҳатдан

барқарор ва меърий чегараларда сақланган. Бу умумий вентиляция тизимининг қониқарли ишлаётганини тасдиқлайди.

Шу билан бирга, $PM_{2.5}$ ва учувчи органик бирикмалар учун стандарт оғиш ва вариация коэффицентларининг жуда юқори бўлиши айрим вақтларда қисқа муддатли, лекин юқори интенсив ифлосланиш эпизодлари мавжудлигини кўрсатди. Айниқса, ошхона ва фитнес-марказларда УОБ ва майда дисперсли чангнинг ўзгарувчанлиги юқори бўлиб, бу функционал фаолият хусусиятлари билан изоҳланади. Жадвалда келтирилган n (мутлоқ.) кўрсаткичлари тадқиқот давомида олинган алоҳида ўлчашлар (кузатувлар) умумий сонини ифодалайди ва улар меҳмонхона хоналарининг сонига тенг эмас.

Тадқиқот жараёнида ҳар бир функционал зонада (кундузги бўлиш хонаси, холл, ошхона, ресторан, фитнес-марказ ва бошқалар) микроклимат ва ҳаво сифати кўрсаткичлари кўп маротаба, турли вақт интервалларида (куннинг турли соатларида, турли бандлик ҳолатларида ва бир неча кунлар давомида) мунтазам равишда ўлчаб борилди.

Шу муносабат билан: ҳар бир нуқтада такрорий ўлчашлар амалга оширилган;

- автоматик ёки ярим автоматик асбоблар орқали қисқа вақт

оралиқларида (масалан, ҳар 1–5 дақиқада) маълумотлар қайд этилган;

- натижада жами кузатувлар сони бир неча ўн минглаб қийматларни ташкил этган.

“Кундузги бўлиш хонаси” учун келтирилган 53 196 та кузатув — бу ушбу зонада тадқиқот давомида қайд этилган барча алоҳида ўлчашлар йиғиндисидир. Шу тариқа, жадвалдаги катта ҳажмдаги n қийматлари тадқиқотнинг юқори даражадаги такрорийлиги ва маълумотларнинг ишончлилигини таъминлаш мақсадида йиғилган катта ҳажмли эмпирик маълумотлар базасини акс эттиради.

Демак, умумий микроиклим кўрсаткичлари қониқарли бўлса-да, ҳаво сифатини яхшилаш учун функционал хоналарда маҳаллий вентилляцияни кучайтириш, ифлосланиш манбаларини чеклаш ва PM2.5 ҳамда УОБ бўйича даврий мониторингни давом эттириш мақсадга мувофиқ деб ҳисобланади.

Корреляцион таҳлилнинг илмий тавсифи

Корреляцион таҳлил натижалари меҳмонхона муҳитидаги асосий микроиклим ва ички ҳаво сифати параметрлари ўртасида статистик аҳамиятли боғлиқликлар мавжудлигини кўрсатди. Ҳарорат билан нисбий намлик ўртасида ўртача манфий корреляция аниқланди ($r = -0,62$; $p < 0,05$), бу ҳаво ҳарорати ошиши билан нисбий намликнинг пасайиш тенденциясини ифодалайди.

CO₂ концентрацияси билан УОБ ўртасида ижобий ўртача корреляция кузатилди ($r = 0,44$; $p < 0,05$), бу инсон фаолияти интенсивлиги ва вентилляция самарадорлиги ички ҳаво ифлосланишига биргаликда таъсир кўрсатишини кўрсатади. Шунингдек,

PM2.5 билан нисбий намлик ўртасида манфий корреляция ($r = -0,41$; $p < 0,05$) аниқланиб, паст намлик шароитида ҳаводаги майда заррачалар концентрацияси ошиши мумкинлигини статистик жиҳатдан тасдиқлади.

УОБ кўрсаткичининг ҳарорат ($r = 0,34$; $p < 0,05$) ва PM2.5 ($r = 0,38$; $p < 0,05$) билан ижобий боғлиқлиги меҳмонхоналарда кимёвий моддалар манбалари, тозалаш воситалари ва ҳаво алмашинуви режимлари ўзаро боғлиқ эканини кўрсатади. Олинган корреляцион муносабатлар меҳмонхоналардан фойдаланишда гигиеник ёндашувларни такомиллаштириш, айниқса вентилляция ва микроклиматни бошқариш тизимларини оптималлаштириш зарурлигини илмий асослайди.

Мавсумий ўзгаришларни батафсилроқ ўрганиш учун биз ANOVA таҳлилини ўтказдик ва йил фаслларига қараб атроф-муҳит параметрлари ва КВПда сезиларли фарқлар мавжудлигини тасдиқладик. Танланмадаги кўп сонли кузатувларни ҳисобга олган ҳолда, биз бундай ўзгаришларнинг кучини баҳолаш учун мавсумлар ва ҳудудлар бўйича ўртача қийматларни таҳлил қилишни давом эттирдик (2-жадвалга қаранг).

Мавсумий кўтарилиш кузатиладиган фитнес марказидан ташқари, мавсум давомида ҳарорат деярли бир хил сақланишини кузатдик; ёзда барча хоналарда ҳавонинг нисбий намлиги кўтарилди; PM 2.5, умуман олганда, фасллар алмашинуви билан, айниқса қишдан баҳорга ўтиш билан пасайди.

УОБга келсак, мавсумларнинг ўзгариши уларнинг таркибининг нотекис ўсишига олиб келди: баъзи биноларда

(масалан, холл, лобби, ошхона ва (масалан, фитнес маркази ва хоналарда) ресторанда) у камайди, бошқаларида эса кўпайди.

2-жадвал

Турли мониторинг ҳудудларида мавсумга қараб ўртача киймат ва SD кўринишида ифодаланган атроф-мухит ва ХХС параметрлари

Соҳа	n (obs.)	Ҳарорат, °C (M±SD; CV%)	НН, % (M±SD; CV%)	CO ₂ , ppm (M±SD; CV%)	PM _{2.5} , µg/m ³ (M±SD; CV%)	ЛОС, ppm (M±SD; CV%)
Кундузг и бўлиш хонаси	53 196	23.46±2.06 ; 8.8	44.73±15.5 1; 34.7	446.36±29.7 5; 6.7	4.12±5.53; 134.2	163.00±148.8 7; 91.3
Холл	53 419	23.08±1.10 ; 4.8	44.15±14.5 2; 32.9	446.61±28.0 3; 6.3	1.65±3.76; 227.9	100.89±48.47; 48.0
Ошхона	53 418	25.51±2.37 ; 9.3	38.80±12.7 0; 32.7	443.76±27.4 0; 6.2	2.77±3.58; 129.2	118.14±179.1 3; 151.6
Ресторан	53 352	24.31±1.75 ; 7.2	41.50±13.5 2; 32.6	442.22±30.1 0; 6.8	2.25±2.98; 132.4	121.44±102.1 1; 84.1
Фитнес-марказ	53 351	24.63±2.78 ; 11.3	40.77±12.5 0; 30.7	448.78±32.2 2; 7.2	2.96±2.51; 84.8	188.33±522.4 4; 277.4
Асосий хоналар (умумий)	1 265 177	22.74±1.87 ; 8.2	46.40±16.3 3; 35.2	478.24±89.0 2; 18.6	2.98±17.99 ; 603.7	129.94±318.8 2; 245.3

Белгилар: M ± SD — ўртача ва стандарт оғиш; CV% = SD/M × 100

Жадвалда келтирилган маълумотларни таҳлил қилиб қуйидаги статистик хулосаларни олдик: ҳарорат: CV < 12% — барқарор микроиклим. Ошхона ва фитнес-марказда ҳарорат биров юқори. Нисбий намлик: CV ≈ 30–35% — ташқи шароит ва вентиляцияга боғлиқ ўзгарувчанлик. CO₂: CV ≈ 6–19% — вентиляция умуман қониқарли. Умумий хоналарда ўзгарувчанлик каттароқ. PM_{2.5}: CV жуда юқори (84–600%) — қисқа муддатли чангланиш пиклари бор. УОБ: Фитнес ва ошхонада жуда юқори ўзгарувчанлик — функционал фаолият билан боғлиқ.

Кенг кўламли кузатувлар натижасида ҳарорат ва CO₂ кўрсаткичлари барча функционал хоналарда гигиеник меъёрлар доирасида ва нисбатан барқарор экани аниқланди.

Бироқ PM_{2.5} ва УОБ бўйича вариация коэффицентларининг жуда юқори бўлиши айрим вақтларда юқори интенсив ифлосланиш эпизодлари мавжудлигини кўрсатди. Айниқса, ошхона ва фитнес-марказда бу ҳолат яққол намоён бўлиб, овқат тайёрлаш, тозалаш воситалари, парфюмерия ва жисмоний фаоллик билан боғлиқ. Шу боис, ушбу хоналарда маҳаллий шамоллатишни кучайтириш, ифлосланиш манбаларини чеклаш ва PM_{2.5} ҳамда УОБ бўйича доимий мониторингни йўлга қўйиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Меҳмонхонанинг турли функционал ҳудудларида (зал, холл, кухня, ресторан, фитнес-марказ ва меҳмонлар яшаш хоналари) киш, баҳор ва ёз мавсумларида олиб борилган

мониторинг натижалари асосида ички ҳаво сифати параметрларининг таъсирли статистик кўрсаткичлари (ўртача қиймат $\pm$ SD) ҳисобланди. Кузатувлар сони (n) барча ҳудудлар ва мавсумлар бўйича етарли даражада бўлиб, айниқса меҳмонлар яшаш хоналарида маълумотлар ҳажмининг катталиги статистик натижаларнинг ишончлилигини таъминлади.

Ҳарорат кўрсаткичлари мавсумий ўзгаришларга аниқ боғлиқ экани кузатилди. Барча ҳудудларда киш мавсумида ҳароратнинг нисбатан паст, ёз мавсумида эса юқори қийматлари қайд этилди. Энг юқори ўртача ҳарорат ёз мавсумида фитнес-марказда аниқланди ($26,52 \pm 2,37$ °C), бу инсон фаолияти интенсивлиги ва иссиқлик чиқарувчи омиллар билан изоҳланади. Меҳмонлар яшаш хоналарида ҳарорат мавсумлар кесимида нисбатан барқарор бўлиб, стандарт оғиш қийматларининг пастлиги микроклиматнинг яхшигина бошқарилаётганини кўрсатади.

Нисбий намлик кўрсаткичлари мавсумий фарқларнинг энг яққол ифодаланган параметрларидан бири бўлди. Киш ва баҳор мавсумларида барча ҳудудларда нисбий намлик паст ($28\text{--}34$ %) даражада бўлган бўлса, ёз мавсумида у сезиларли даражада ошган ($50\text{--}61$ %). Меҳмонлар яшаш хоналарида ёз мавсумида нисбий намликнинг ўртача қиймати $61,42 \pm 7,97$ % ни ташкил этиб, намликни тартибга солиш чораларини кучайтириш зарурлигини кўрсатади.

CO₂ концентрацияси бўйича таҳлил натижалари ҳудуд ва мавсумга боғлиқ фарқларни намоён этди. Киш мавсумида барча ҳудудларда CO₂ миқдорининг нисбатан юқори қийматлари кузатилди, бу биноларнинг камроқ шамоллатилиши билан боғлиқ.

Энг юқори ўртача CO₂ концентрацияси меҳмонлар яшаш хоналарида қайд этилди ($486,24 \pm 99,79$ чнм, ёз мавсуми), стандарт оғишнинг катта бўлиши эса вентиляция режимлари ва инсон юкламасининг вақт бўйича ўзгарувчанлигини статистик жиҳатдан тасдиқлайди.

PM2.5 (PM2.5) кўрсаткичи киш мавсумида барча ҳудудларда сезиларли даражада юқори бўлиб, айниқса зал ва ресторан ҳудудларида ўртача қийматлар $6\text{--}16$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ гача етган. Ёз мавсумида эса PM2.5 концентрациясининг пасайиши кузатилиб, бу табиий вентиляция ва ташқи ҳаво алмашинувининг яхшиланиши билан изоҳланади. Меҳмонлар яшаш хоналарида стандарт оғишнинг катта бўлиши қисқа муддатли чанг манбалари таъсирини кўрсатади.

Учувчи органик бирикмалар концентрацияси барча ҳудудларда юқори ўзгарувчанликка эга экани аниқланди. Айниқса фитнес-марказда ёз мавсумида УОБнинг ўртача қиймати 221,96 чнм ни ташкил этиб, жуда катта стандарт оғиш ($SD = 611,21$) қайд этилди. Бу ҳолат кимёвий тозалаш воситалари, инсон фаолияти ва ҳаво алмашинуви самарадорлигининг нотекислиги билан боғлиқ эканини кўрсатади. Зал, ошхона ва ресторан ҳудудларида ҳам киш ва баҳор мавсумларида УОБ концентрациясининг юқори қийматлари статистик жиҳатдан қайд этилди.

Умуман олганда, статистик таҳлил натижалари ички ҳаво сифати кўрсаткичларининг ҳудудий ва мавсумий фарқларга эга эканлигини кўрсатди. Айрим параметрлар бўйича стандарт оғиш қийматларининг юқорилиги меҳмонхоналардан фойдаланиш жараёнида вентиляция,



намликни бошқариш ва санитария-гигиена тадбирларини мавсумий хусусиятларни ҳисобга олган ҳолда оптималлаштириш зарурлигини илмий асослайди.

Жадвалда келтирилган маълумотлар ички ҳаво сифати кўрсаткичларининг мавсумий ва ҳудудий ўзгарувчанлигини акс эттиради. Айрим параметрлар бўйича стандарт оғиш қийматларининг юқорилиги муҳит омилларининг вақт ва функционал юкламага боғлиқ эканини кўрсатади.

Хулоса. Меҳмонхона асосий хоналари ҳаво муҳитини гигиеник баҳолаш натижалари шуни кўрсатдики, ички безак материаллари, мебел жиҳозлари, тозалаш ва дезинфекция воситалари ҳамда вентиляция шароити учувчи органик бирикмаларнинг ҳосил бўлиши ва тарқалишига асосий таъсир этувчи омиллар ҳисобланади. Тадқиқот давомида аниқланган УОБ миқдорлари хоналарнинг функционал вазифаси, одамлар оқими ва микроклим кўрсаткичларига боғлиқ равишда фарқ қилгани кузатилди.

Газ-хроматография – масс-спектрометрия ҳамда экспресс таҳлил усуллари ички ҳаво муҳитидаги учувчи органик бирикмаларни ишончли ва самарали баҳолаш имконини берди. Олинган натижалар меҳмонхоналарда самарали вентиляцияни ташкил этиш, кам эмиссияли материаллардан фойдаланиш ва тозалаш воситаларини

гигиеник жиҳатдан танлаш орқали ҳаво сифати яхшиланиши мумкинлигини кўрсатди. Шунингдек, УОБ мониторингини мунтазам олиб бориш меҳмонлар саломатлигини муҳофаза қилиш ва қулай микроклимни таъминлашда муҳим аҳамиятга эга экани асосланди.

Натижалар шуни кўрсатадики, хоналардан ташқари деярли барча хоналар учун очиқ ҳавода ва хонада РМ 2,5 даражаси ўртасида ижобий боғлиқлик мавжуд. Бу шуни англатадики, биз кўчада бўлгани каби хоналарда ҳам концентрациянинг пасайиш тенденциясини кузатамиз. Йил мавсуми давомида, қишдан ёзга қадар РМ 2,5 таркибининг пасайиши географик контекстнинг одатий хусусиятидир. Бир томондан, шаҳар ҳудудларидаги одатий РМ 2,5 манбалари, яъни уй хўжаликларининг иситиш тизимлари ва йўл ҳаракати қишда фаолроқ бўлади.

Шунга қарамай, моделдаги Х2 шунчалик кичикки, унинг тушунтирувчи кучи аҳамиятга эга эмас ($X^2 = 0,04$ - А3 жадвалга қаранг). Шундай қилиб, хоналарда аниқланган РМ2,5и даражалари очиқ ҳаводаги концентрацияларга боғлиқ эмас ва шунинг учун фақат хонада амалга ошириладиган аниқ фаолият турлари билан боғлиқ деган хулосага келиш ўринли.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Малышева А. Г., Калинина Н. В., Юдин С. М. Химическое загрязнение воздушной среды жилых помещений как фактор риска здоровью населения //Анализ риска здоровью. – 2022. – №. 3. – С. 72-82.

2. Горбанев С. А. и др. Об обосновании предложений по изменениям и дополнениям санитарно-эпидемиологических требований к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях //Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98. – №. 7. – С. 707-712.



3. Доронина Ю. Е., Матюшева Н. В. Проблемы экологии помещений современных жилых домов ("синдром больных зданий") //Вестник студенческого научного общества. – 2019. – Т. 10. – №. 2. – С. 129-131.
4. Щербакова М. А., Васечка Т. А., Трифонов В. А. Моющие средства бытовой химии и их влияние на здоровье человека //Научный редактор. – 2025. – С. 59.
5. Зима А. Г. Экологичность отделочных строительных материалов. Критерии выбора (с точки зрения воздействия на организм человека) //Заметки ученого. – 2020. – №. 10. – С. 253-271.
6. Ренц А. И. Измерение концентраций летучих органических соединений как критерий оценки экологической безопасности внутренней среды помещений //Экология урбанизированных территорий. – 2020. – №. 4. – С. 58-62.
7. Константинова В. П. Экологически безопасное жилье.
8. Панфилов М. А. О здоровой среде обитания.
9. Левин Е. В., Окунев А. Ю., Цешковская Е. Ю. Анализ экспериментальных данных по эмиссии вредных веществ из строительных материалов. ПВХ-линолеумы //Academia. Архитектура и строительство. – 2022. – №. 1. – С. 124-132.
10. Маркова О. Л. и др. Определение приоритетных загрязнителей воздушной среды закрытых помещений //Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – №. 9. – С. 62-68.