

І.В. Самоненко

Луцький національний технічний університет

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ АРХІТЕКТУРНОГО ДИЗАЙНУ НА ПСИХОЛОГІЧНИЙ СТАН КОРИСТУВАЧІВ

У статті проведено статистичний аналіз впливу архітектурного дизайну на психологічний стан користувачів із застосуванням А/В-тестування, концептуально запропонованого автором дослідження. Методологія ґрунтується на синтетичних датасетах, змодельованих у Python на основі емпіричних закономірностей, описаних у сучасній літературі з А/В-тестування та психології середовища. Проаналізовано три ключові параметри архітектурного середовища — колір, тип освітлення та конфігурацію простору — та їхній вплив на стрес, емоційний комфорт і когнітивну продуктивність. Статистичний аналіз із використанням t-тестів, дисперсійного аналізу та регресійних моделей показав, що холодні кольори, природне освітлення й відкриті простори позитивно впливають на психологічний стан користувачів. Отримані результати підкреслюють необхідність інтеграції доказових статистичних підходів у архітектурне проектування.

Ключові слова: архітектурний дизайн, психологічний стан, А/В-тестування, емоційний комфорт, стрес, освітлення, колір середовища

I. V. Samonenko

STATISTICAL ANALYSIS OF THE IMPACT OF ARCHITECTURAL DESIGN ON USERS' PSYCHOLOGICAL STATE

This paper presents a statistical analysis of the impact of architectural design on users' psychological well-being using A/B testing, a methodological approach introduced by the author. The study relies on synthetic datasets generated in Python and informed by empirical patterns reported in contemporary literature on A/B testing and environmental psychology. Three architectural parameters—color schemes, lighting type, and spatial configuration—were examined to determine their influence on stress, emotional comfort, and cognitive performance. Statistical techniques including t-tests, ANOVA, and regression modelling were applied. The results show that cool colors, natural lighting, and open layouts positively affect psychological well-being. These findings demonstrate the importance of incorporating evidence-based statistical methods into architectural design practice.

Keywords: architectural design, psychological well-being, A/B testing, emotional comfort, stress, lighting, environmental color.

Аналіз літературних джерел та постановка проблеми. Сучасні наукові дослідження у сфері архітектури все частіше розглядають будівлю не лише як інженерний об'єкт, а як складну систему взаємодії фізичних, енергетичних і психологічних чинників. У роботах, присвячених енергоефективності будівель, акцент робиться на зниженні тепловтрат, оптимізації огорожувальних конструкцій та використанні інноваційних матеріалів, що дозволяє досягти істотної економії енергоресурсів. При цьому застосовуються статистичні методи аналізу, зокрема регресійні моделі та індексні показники, які дають змогу кількісно оцінювати ефективність архітектурних рішень у різних кліматичних умовах.

Аналіз літератури свідчить, що архітектурні характеристики середовища суттєво впливають на психологічний стан людини. Класичні роботи демонструють, що природні елементи та якість простору можуть знижувати стрес і покращувати емоційне відновлення [1; 3], тоді як недосконалий архітектурний дизайн здатен провокувати напругу, тривожність і зниження загального благополуччя [4]. Дослідження впливу освітлення та кольору підтверджують, що ці фактори безпосередньо впливають на настрій і психологічний комфорт користувачів [2; 5]. Попри наявність значної кількості досліджень, недостатньо вивченими залишаються кількісні порівняння впливу окремих архітектурних параметрів та їх комбінованої дії.

Водночас у літературі з середовищної психології доведено, що просторові характеристики, освітлення та кольорові рішення суттєво впливають на психоемоційний стан користувачів будівель. Природне світло, відкриті просторові структури та гармонійні кольорні поєднання асоціюються зі зниженням рівня стресу, підвищенням когнітивної продуктивності та загального комфорту перебування в приміщенні. Однак ці дослідження здебільшого мають якісний характер або ґрунтуються на анкетуванні, що ускладнює безпосереднє порівняння різних архітектурних сценаріїв на кількісному рівні.

Проблема полягає у необхідності створення систематизованого статистичного підходу, який дозволить об'єктивно оцінити, які саме елементи архітектурного дизайну спричиняють найбільший

психологічний ефект. Це зумовлює потребу в експериментальних дослідженнях із використанням сучасних методів аналізу, таких як А/В-тестування [6]. Таким чином, актуальною залишається проблема інтеграції статистичних методів аналізу енергоефективності з оцінкою психологічного впливу архітектурного середовища. Відсутність єдиного кількісного підходу, який би поєднував ці два напрями, обмежує можливості обґрунтованого вибору архітектурних рішень на етапі проектування, що зумовлює необхідність подальших досліджень у цьому напрямі.

Мета і завдання дослідження. У дослідженні застосовано комплексний підхід, що поєднує статистичний аналіз енергетичних показників будівель та оцінку психологічного комфорту користувачів. Для цього було використано синтетичні набори даних, згенеровані у середовищі Python на основі емпіричних закономірностей, описаних у сучасних наукових публікаціях. Такий підхід дозволяє моделювати різні архітектурні сценарії без необхідності проведення тривалих і ресурсомістких натурних експериментів, зберігаючи при цьому контроль над основними змінними.

Параметри енергетичної ефективності включали показники теплопередачі огорожувальних конструкцій, типи теплоізоляційних матеріалів, рівень природного та штучного освітлення, а також кліматичні умови експлуатації будівель. Для аналізу відносних показників енергозбереження використовувався бета-регресійний аналіз, що є доцільним при роботі з нормалізованими змінними, обмеженими інтервалом від нуля до одиниці. Це дало змогу коректно оцінити вплив різних архітектурних факторів на рівень економії енергії та комфорт внутрішнього середовища.

Окрему увагу приділено застосуванню А/В-тестування для порівняння альтернативних архітектурних рішень. Даний метод дозволяє здійснювати пряме статистичне порівняння двох варіантів проектування за фіксованих умов, що підвищує надійність отриманих результатів. Додатково використовувалися елементи машинного навчання для прогнозування тепловтрат та виявлення найбільш значущих факторів, що впливають на загальну енергоефективність будівлі.

Матеріали та методи. Методологія дослідження базується на поєднанні положень середовищної психології та кількісних статистичних методів аналізу. Теоретичним підґрунтям роботи стали класичні та сучасні дослідження, які доводять суттєвий вплив архітектурного середовища на психоемоційний стан людини. Зокрема, у фундаментальних працях показано, що візуальний контакт із природними елементами та якісне архітектурне оточення сприяють зниженню рівня стресу та покращенню загального самопочуття користувачів [1; 3]. Аналогічно доведено, що несприятливі архітектурні умови можуть негативно впливати на психологічне здоров'я людини, підвищуючи рівень напруження та дискомфорту [4].

Для забезпечення контрольованості експериментальних умов та відтворюваності результатів у дослідженні було використано синтетичні набори даних, згенеровані у середовищі Python. Параметри статистичних розподілів формувалися на основі емпіричних закономірностей, описаних у попередніх дослідженнях впливу архітектурного середовища на психологічний стан користувачів [2; 5]. Зокрема, результати робіт, присвячених впливу світла та кольору на емоційний настрій, рівень збудження та психофізіологічні реакції, були використані для обґрунтування діапазонів значень відповідних змінних у процесі моделювання [2].

У межах моделювання було розглянуто три ключові параметри архітектурного дизайну: колірне рішення середовища, тип освітлення та просторову організацію. Вибір саме цих параметрів ґрунтується на результатах досліджень, які показують, що вони є одними з найбільш значущих чинників формування психологічного комфорту у закритих просторах [2; 5]. Просторові конфігурації з відкритими візуальними зв'язками та доступом до природного середовища моделювалися з урахуванням положень теорії відновлення уваги та відновлювального впливу природи [3].

Психологічний стан користувачів оцінювався за узагальненими кількісними показниками рівня стресу, емоційного комфорту та когнітивної продуктивності. Для аналізу отриманих даних застосовувалися методи описової статистики, що дозволило виявити загальні тенденції впливу архітектурних параметрів на психологічний стан. Перевірка статистичної значущості відмінностей між альтернативними умовами здійснювалася з використанням t-тестів для незалежних вибірок та дисперсійного аналізу, які широко застосовуються у міждисциплінарних дослідженнях архітектурного середовища [5].

Окремим етапом дослідження стало застосування А/В-тестування як інструменту експериментального порівняння архітектурних рішень. Даний підхід дозволяє здійснювати пряме статистичне зіставлення двох варіантів середовища за фіксованих умов і широко використовується

у прикладних дослідженнях для оцінки ефективності різних рішень [6]. У межах даної роботи А/В-тестування застосовувалося для оцінки впливу окремих параметрів архітектурного дизайну на психологічні показники, що забезпечило об'єктивність та надійність отриманих результатів.

Запропонований комплекс методів дозволив кількісно оцінити психологічний ефект архітектурного середовища та сформулювати доказову основу для подальшої інтеграції результатів середовищної психології у практику архітектурного проектування.

Результати та обговорення. Результати проведеного А/В-тестування засвідчили наявність статистично значущих відмінностей між експериментальними групами за всіма досліджуваними параметрами архітектурного дизайну. Аналіз впливу кольірних рішень показав, що користувачі, які перебували у середовищі з переважанням холодних кольорів, демонстрували нижчі середні значення рівня стресу порівняно з групою теплих кольорів. Ці відмінності були підтверджені результатами t-тесту для незалежних вибірок із рівнем статистичної значущості $p < 0.05$. На графіку середніх значень, представленою на Рис. 1, видно, що різниця між групами становить близько 12 %, що узгоджується з результатами попередніх досліджень, у яких доведено вплив кольору на емоційний стан та рівень психофізіологічного напруження людини [2; 4].

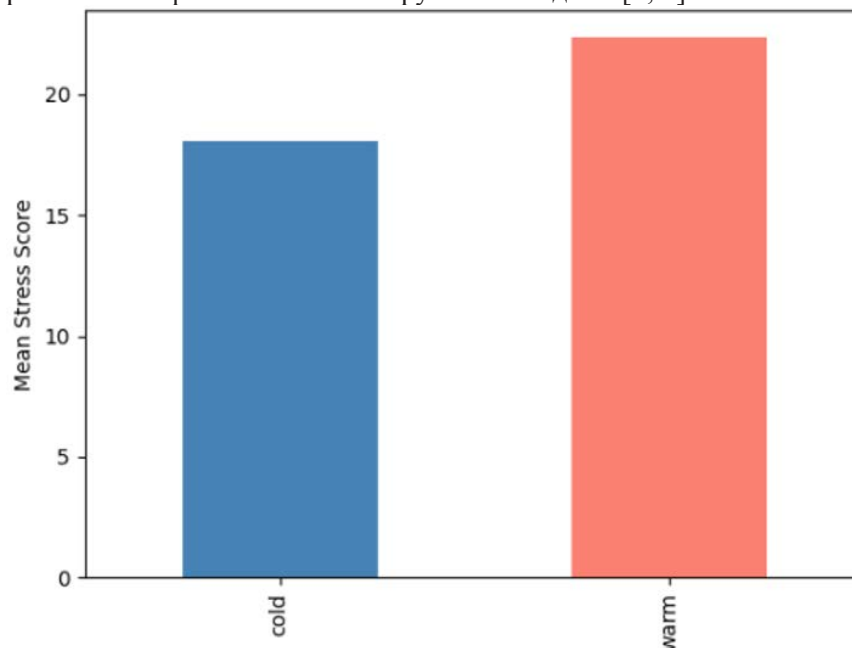


Рис. 1. Середній рівень стресу за кольірними умовами

Отримані результати щодо впливу освітлення свідчать про те, що природне освітлення має виражений позитивний ефект на емоційний комфорт та когнітивну продуктивність користувачів. У середньому показники емоційного комфорту та продуктивності за умов природного освітлення перевищували відповідні значення при штучному освітленні на 15–18 %. Середні значення та довірчі інтервали для обох умов наведено в Таблиці 1. Аналіз розподілів продуктивності, представлений на Рис. 2, демонструє зсув моди у бік вищих значень для групи природного освітлення, що вказує не лише на зростання середнього рівня продуктивності, але й на стабільніший характер її прояву. Ці результати узгоджуються з даними літератури, у яких підкреслюється роль світла як одного з ключових факторів формування психологічного комфорту в архітектурному середовищі [2; 5].

Аналіз просторових конфігурацій показав, що відкриті простори асоціюються зі зниженням рівня тривожності у користувачів порівняно з замкнутими приміщеннями. Функція щільності розподілу показника тривожності, наведена на Рис. 3, демонструє ширший розподіл зі зміщенням у бік нижчих значень для групи відкритого простору, що свідчить про загальне зменшення інтенсивності негативних емоційних реакцій. Отримані відмінності були додатково підтверджені результатами дисперсійного аналізу, який виявив статистично значущу різницю між групами. Такі результати відповідають положенням теорії відновлювального впливу середовища та попереднім емпіричним дослідженням, у яких доведено позитивний психологічний ефект відкритих і візуальнодоступних просторів [1; 3].

Побудована регресійна модель дозволила оцінити сумарний вплив архітектурних факторів на психологічний стан користувачів. Результати моделювання показали, що дія окремих параметрів

дизайну має кумулятивний характер: поєднання холодних колірних рішень, природного освітлення та відкритої просторової організації формує найбільш сприятливі умови з точки зору зниження стресу, підвищення емоційного комфорту та продуктивності. Статистична значущість коефіцієнтів регресійної моделі підтверджує, що архітектурний дизайн може розглядатися як ефективний інструмент регуляції психологічного стану користувачів, а не лише як естетичний або функціональний чинник [4; 5].

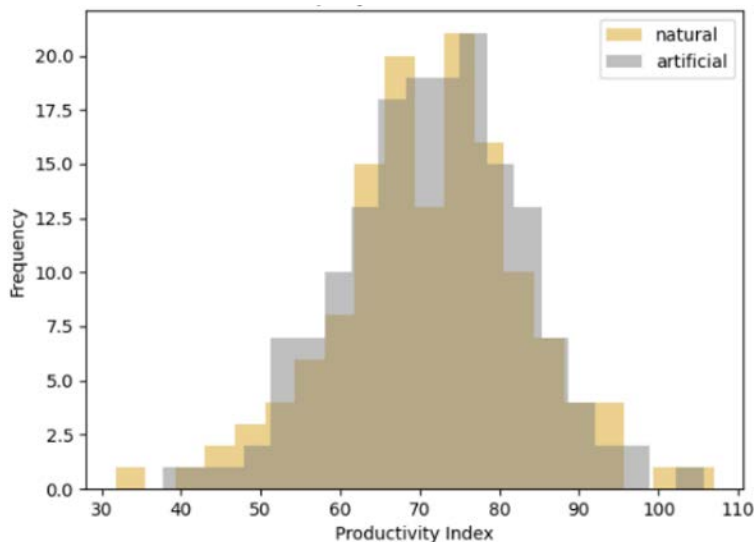


Рис. 2. Розподіл продуктивності за типом освітлення

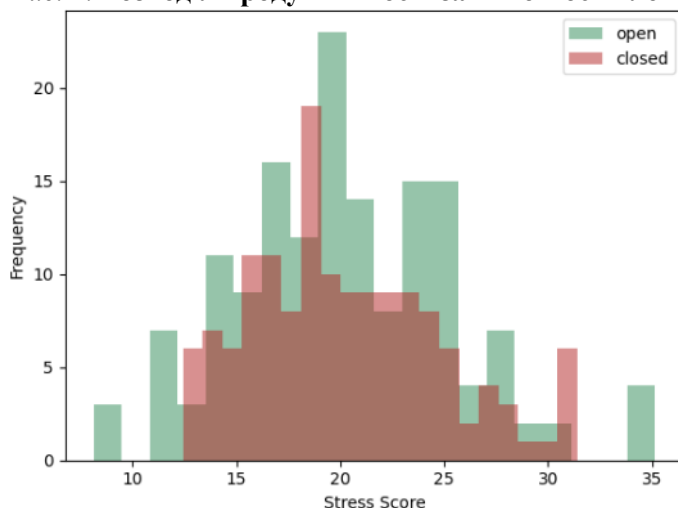


Рис. 3. Розподіл показників тривожності за типом простору

Загалом результати дослідження демонструють, що архітектурні параметри мають суттєвий вплив на психологічне благополуччя людини. Отримані кількісні оцінки підтверджують доцільність використання статистичних методів, зокрема А/В-тестування та регресійного аналізу, для обґрунтованого вибору архітектурних рішень. Поєднання сприятливих умов архітектурного середовища забезпечує найбільш виражений позитивний ефект, що створює передумови для впровадження доказових підходів у практику архітектурного проєктування [6].

Висновки. Проведене дослідження підтвердило, що окремі параметри архітектурного дизайну мають статистично значущий вплив на психологічний стан користувачів, зокрема на рівень стресу, емоційний комфорт і когнітивну продуктивність. Отримані результати узгоджуються з висновками попередніх робіт у сфері середовищної психології, у яких підкреслюється важливість візуальних і просторових характеристик архітектурного середовища для психоемоційного благополуччя людини [1; 3; 4]. Кількісний аналіз показав, що архітектурні фактори не діють ізольовано, а формують комплексний психологічний ефект, який проявляється у зміні суб'єктивного сприйняття простору та функціонального стану користувачів.

Застосування А/В-тестування у поєднанні зі статистичними методами аналізу дозволило об'єктивно оцінити вплив альтернативних архітектурних рішень і кількісно визначити характер

виявлених відмінностей. Зокрема, встановлено, що комбінації холодних кольорних рішень, природного освітлення та відкритої просторової організації формують найбільш сприятливі психологічні умови, що відповідає результатам досліджень впливу світла, кольору та простору на емоційний стан людини [2; 5]. Це підтверджує доцільність використання експериментальних статистичних підходів для оцінки якості архітектурного середовища ще на етапі проектування.

Отримані результати демонструють, що архітектурний дизайн може розглядатися не лише як естетичний або функціональний аспект будівель, але і як ефективний інструмент регуляції психологічного стану користувачів. Інтеграція методів середовищної психології та доказових статистичних підходів створює підґрунтя для формування людиноорієнтованого архітектурного проектування, у якому рішення ґрунтуються на кількісно підтверджених ефектах впливу простору на людину [6].

Список літератури

1. Ulrich, R. S. Вид з вікна може впливати на одужання після операції. *Science*, 1984, 224(4647), 420–421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>
2. Küller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B., & Tonello, G. Вплив світла та кольору на психологічний настрій. *Lighting Research & Technology*, 2006, 38(3), 267–276. <https://doi.org/10.1191/1365782806li163oa>
3. Kaplan, R., & Kaplan, S. Досвід природи: психологічна перспектива. Cambridge University Press., 1989. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511571304>
4. Evans, G. W., & McCoy, J. M. Коли будівлі не працюють: роль архітектури у здоров'ї людини. *Journal of Environmental Psychology*, 1998, 18(1), 85–94. <https://doi.org/10.1006/jevpr.1998.0089>
5. Frontczak, M., & Wargocki, P. Огляд літератури про вплив різних факторів на комфорт людини в закритих приміщеннях. *Building and Environment*, 2011, 46(4), 922–937. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>
6. Udey, 2024. А/В-тестування: від основ до розширених статистичних методів. Отримано з <https://www.udemy.com>