

УДК 728.1

к.арх., доцент Кащенко Т.О.,  
Асланян В.Е., Казаков Д.О., Уваров В.О.,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## ОСОБЛИВОСТІ МІСТОБУДІВНИХ РІШЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ В УМОВАХ ХОЛОДНОГО КЛІМАТУ

*Розглянуто особливості містобудівних та архітектурно – просторових прийомів формування енергоефективного житла в умовах холодного клімату. Реалізація окремих прийомів проектування житлової групи в складних природно-кліматичних умовах продемонстровано на проектній пропозиції, розробленій відповідно до умов конкурсу «Ізовер. Мультикомфортний будинок. Житло в холодному кліматі. Астана, Казахстан».*

*Ключові слова:* містобудування, житлова група, енергоефективне житло, енергоефективність.

Парадигма енергетичної раціональності в архітектурі та тенденції розвитку архітектурного середовища як енергетичної системи полягають у пріоритетному врахуванні критерію енергоефективності при формуванні містобудівних рішень, створенні планувальної структури забудови, формоутворенні будівель і споруд, виборі конструкцій та будівельних матеріалів, інженерного обладнання, а також, як наслідок і методів проектування. Сучасна архітектурна практика підтверджує ефективність послідовного впровадження принципів сталого розвитку при формуванні енергоефективного архітектурного середовища, що реалізується у врахуванні не тільки кількісних показників економічності, а й у якісних характеристиках урбанізованого середовища.

Актуальною задачею містобудування є формування цілісного енергоефективного архітектурного середовища, що відбувається на його різних ієрархічних рівнях: районного планування, містобудівному, архітектурно – планувальному, ландшафтному, середовищного дизайну.

На містобудівному рівні важливим є визначення ділянок з сприятливими умовами; формування ефективної містобудівної структури, вибір відповідних морфологічних типів забудови, аналіз об'ємно-просторового рішення з виявленням та регулюванням аеродинамічних ефектів, аерації території, умов інсоляції та ін. Архітектурно – планувальний рівень передбачає застосування архітектурно-планувальних прийомів, які забезпечують підвищення енергоефективності будівлі в цілому: архітектурно – планувальні та об'ємно – просторові рішення, спрямовані на отримання сонячної енергії, її акумуляцію в

холодний період року, захист будівлі від перегріву в спекотний період, зменшення тепловитрат будинком завдяки компактності структури в цілому та її окремих елементів, теплове зонування функціонально - планувальних груп в будинку, диференціація вирішення фасадів залежно від орієнтації по сторонах світу (кількість прорізів, колір, фактура) та ін., вибір відповідних інженерно – конструктивних та технологічних рішень. Методи ландшафтної та середовищного дизайну є органічною складовою формування цілісного архітектурно – предметного середовища на засадах принципів сталого розвитку.

В рейтингу найбільш енергоефективних міст світу [12, 13] перші позиції посідають міста, в яких цілеспрямовано проводяться програми підвищення енергоефективності, ефективною є інфраструктура, транспортна мережа, зменшуються викиди окислу вуглецю, поширюється використання альтернативних джерел енергії. До першої десятки рейтингу увійшли міста Рейкьявік ( Ісландія), Ванкувер (Канада), Копенгаген (Данія), Осло (Норвегія), Лондон (Велика Британія), Мальме (Швеція), Бостон, Сан-Франциско, Портленд та Нью-Йорк ( Сполучені Штати Америки), при чому слід зазначити, що більшість з цих міст належить до регіонів з холодним кліматом.

Для скандинавських країн характерною є практика створення екологічних та енергоефективних кварталів, районів як цілісних структур, наприклад: житловий комплекс "Rundesbogen" м. Саннес (Норвегія), екологічний квартал Хаммарбю Шестад, м. Стокгольм (Швеція), екологічний район «Західна бухта», м. Мальме (Швеція); експериментальний житловий район VPKKI, м.Хельсінкі (Фінляндія); та еко–поселень, таких як: енергоефективне поселення «Stenlose South» (Данія); енергоефективне поселення в Кераві (Фінляндія), «Dyssekilde» та комьюніті «Vildrose» біля м. Копенгагена (Данія) [4,15] та ін. Комплексні урбаністичні підходи в умовах холодного клімату демонструють цілком зважені, життєспроможні та ефективні рішення.

Спрямованість на використання сонячної енергії, що закладена на рівні формування містобудівної структури поселення можна розглянути на прикладах концептуального поселення «Аркосанті» П.Солері (США), «Solar City» м. Лінц (Австрія )– поселення на 6 тис. мешканців, що практично повністю забезпечується сонячною енергією, має компакту структуру при збереженні функціональної гнучкості та різноманітності; широко відомого району Vauban, м. Фрайбург (Німеччина) [16,17], де компактний житловий комплекс виробляє енергії більше ніж потребує.

Серед позитивних прикладів поєднання реалізації соціальних та екологічних аспектів сталого розвитку слід зазначити житлові утворення в Відні (Австрія): Velo city, Compact city (2001, DUS architectur), Eurogate District

(конкурс 2007р., реалізація 2011-2016 рр., створений на основі генерального плану Н.Фостера, та за обраним конкурсом проектом генплану А. Віммера, де запроваджено ущільнення міської забудови, включення будівель за стандартами Energy lable Passiv Hause, klima;active, Oeкоpass).

З точки зору урбоекології для формування гармонійного природно архітектурного середовища важливим є відновлення біотопів, як це реалізовано в вже вище зазначених еко-кварталах та еко-поселеннях, а також і при реконструкції забудови як це було здійснено в кварталі Потсдамер Плац, житловому районі Кройцберг в Берліні (Німеччина), житловому комплексі Sargfabric Відень (Австрія) тощо.

Формування архітектурного середовища в умовах холодного клімату з досягненням комфортності середовища та ефективності його як структури вимагає розробки специфічних підходів та рішень щодо мікрокліматизації території, використання позитивних природних впливів та мінімізації негативних дій природних факторів.

Концептуальні рішення відокремлення від природного оточення масштабних кліматизованих просторів під штучними оболонками запропонували ще наприкінці ХХ ст. архітектори Р.Ерскін та К.Танге- «City in the Arctic», Ф.Отто - кліматизація міста в Антарктиді, частини острову Манхеттен (Нью-Йорк). На практиці такі рішення використовували для локальних кварталів чи комплексів будівель в умовах екстремально холодного клімату Крайньої Півночі та Антарктики.

Практичні задачі формування житлової забудови в холодному кліматі потребують аналізу комплексного формування забудови, форми та планування будівель, при чому доцільним є використання методів біокліматичного проектування, що дозволяє сформувати відповідну стратегію проектування.

Стратегія проектування формується відповідно до типу клімату, сезону та типу простору – відкритий чи закритий [7]. За матеріалами досліджень [7] пропонується в холодному кліматі для формування відкритих просторів та будівель мікрокліматичні стратегії: взимку «Sun + lee», тобто вплив сонячної радіації сприятливий, вплив вітру блокується; влітку «Shade +wind» - вплив сонячної радіації блокується, вплив вітру допускається. В роботі К.Даніелса [9] зазначається, що в холодному кліматі в забудові біля 70% часу за рік необхідним є захист від вітру, біля 75 % - бажаними є теплонадходження від сонячної радіації.

Специфіка містобудування та проектування енергоефективних будівель в екстремальних природнокліматичних умовах для холодного клімату викладена в роботах Полюя Б.М., де виділені характерні типи планування кварталів, пов'язаних з їх мікрокліматизацією: сонцеакумулюючі, вітрозахисні

аеродинамічні групи, неперервні структури, криптокліматичні групи - утворення штучного середовища [4].

Загальною вимогою для зменшення тепловитрат в умовах холодного клімату є устримлення до просторової компактності об'ємів будівель, комплексів, кварталів, створення замкнених чарунок, неперервної забудови [4,7,8]. За комплексним дослідженням форми, поверховості будівель та тепловитрат забудови в роботі Фільварова Г.Й., Крижановського В.П., Бистрякова І.К., Жука Н.І. [5] було рекомендовано використання рядової, периметральної та структурної забудови для будівель поверховістю 12-16 поверхів, та рядової та структурно для 9 поверхових будинків.

Для архітектурно-планувальних рішень будівель в умовах холодного клімату характерна функціональна та просторова компактність, збільшення ширини корпусу, застосування прийомів пасивного сонячного обігріву, влаштування буферних просторів, критих переходів, використання аеродинамічних форм.

Для архітектури енергоефективної житлової забудови в холодному кліматі в цілому притаманні інтегровані рішення, створення комплексів, неперервної забудови, мікрокліматизація дворового простору, заходи запобігання дії холодних зимових вітрів шляхом розташування вітрозахисних будівель, просторова та планувальна компактність, орієнтованість переважної площі оскління на південь, максимальна ізоляція північних фасадів.

Можливості реалізації наведених стратегій та рекомендацій щодо типів забудови та архітектурно-планувальних прийомів було здійснено на прикладі проектування житлового кварталу в умовах холодного клімату в рамках міжнародного конкурсу студентських проектів.

Завданням 11-го міжнародного студентського конкурсу «Ізовер. Мультикомфортний будинок. Житло в холодному кліматі. Астана, Казахстан», що було розроблено компанією ISOVER у тісній співпраці з Управлінням архітектури Національної компанії «AstanaEXPO-2017», стало створення проекту житлових будівель у столиці країни [18]. Основна мета конкурсу полягала в розробці житлової групи як енергоефективного та екологічно раціонального об'єкту «зеленої архітектури», відповідно до теми виставки «EXPO 2017 - Енергія майбутнього», з вимогою інтеграції житла в сучасний міський простір з урахуванням критеріїв Мультикомфортного будинку Сен-Гобен в різко континентальних кліматичних умовах міста Астани. Конкурсне завдання вимагало на ділянці площею 3,1га розмістити 10-12 житлових будівель висотою 6-8 поверхів із загальною кількістю квартир 320-350, з розрахунку не менше 18 м<sup>2</sup> житлової площі на одну людину та підземний паркінг із розрахунку паркувальне місце на кожну квартиру.

При проектуванні житлового комплексу постали наступні виклики :

- створення сталого і комфортного мікроклімату житлового середовища з врахуванням умов різко континентального клімату м. Астана, з різкими зимовими південно-західними вітрами, значними річними перепадами температури;

- досягнення балансу забудови (формування «фасаду» вулиці, громадського, житлового та рекреаційного простору), створення соціальної і громадської інфраструктури;

- досягнення критеріїв мультикомфортного будинку містобудівними, архітектурними, технічними, конструктивними рішеннями.

Для формування комфортної і привабливої житлового середовища, було закладено наступні принципи :

- принцип сталого розвитку;
- взаємозв'язок з природою;
- поділ суспільних і приватних просторів;
- привабливість місця проживання.

Провідною темою проекту стала своєрідна дуальність оточення, образу і внутрішнього простору комплексу. Натхненням для цього слугувала природа Казахстану: суворий клімат, контрастне природне середовище, гострі масивні гірські льодовики і безкінечні вітряні степи. Саме місто Астана також є контрастним, масивні споруди межують з значними відкритими просторами, спостерігається постійне змагання за висоту, перевагу в масштабності, ефектний вигляд.

При розташуванні основних об'ємів будівель кварталу досягнуто баланс між периметральним характером забудови та точковими будівлями, комплексне використання напівзаглиблених об'ємів паркінгу, експлуатованими дахами – терасами та ділянками озеленення безпосередньо на рівні землі, що створило загальний компактний об'єм житлового комплексу.

Для досягнення комфортного мікроклімату в кварталі велику увагу слід було приділити взаєморозташуванню будівель для зменшення небажаних аеродинамічних ефектів, сприянню теплонадходжень від сонячного опромінювання в зимовий період та запобіганню перегріву в літній період. Були враховані переважаючі напрямки вітру в зимовий та літній періоди. На південному-заході кварталу було сформовано захисний бар'єр від поривчастого зимового вітру, а східна сторона житлового комплексу навпаки відкрита для провітрювання влітку. Це рішення забезпечує також акустичний комфорт, так як ці блоки будівель захищають внутрішній простір кварталу від шуму вулиць по периметру. В комплексі це створює сприятливий мікроклімат у внутрішньому дворі.

Баланс між периметральною і точковою забудовою, чергування об'ємів будівель і розривів між ними забезпечує житлові будівлі та ділянку візуальним зв'язком з оточенням, різноманітність видових точок, достатню інсоляцію та освітлення. Орієнтація та взаєморозташування житлових будинків дозволяє застосувати планувальні прийоми пасивного сонячного обігріву. Крім того, на похилих дахах запроєктованих будівель запропоновані фотоелектричні колектори. Кількість електричної енергії, отриманої таким шляхом, покриває енерговитрати будинку.

Функціональне зонування ділянки передбачає розділення громадської та житлової прибудинкової території «по горизонталі» та «по вертикалі». Зонування в плані передбачає розташування громадських та комерційних закладів на перших поверхах будівель по периметру кварталу. Передбачені площі для супермаркету, закладів громадського харчування, магазинів одягу та інші установи. В центрі кварталу створені пішохідні зони, велодоріжки, зони відпочинку. Вертикальне зонування, завдяки створенню напівзаглибленої стилобатної частини, де розміщено паркінг та звідки здійснюється технічне обслуговування будівель та завантаження крамниць, дозволило відмовитися від практики влаштування внутрішньо квартальних проїздів, вивільнити дворовий простір і покращити умови проживання.

Внутрішній двір піднято на платформи вище рівня землі, над паркінгом, для розділення приватних та громадських просторів. В благоустрої дворового простору продовжена тематика контрастних форм і вільного простору. В ландшафтному дизайні дворів житлового комплексу запропоновані невисокі пірамідальні подіуми з озелененням, що мають використовуватись як місця для спілкування та відпочинку. Форма цих ландшафтних елементів захищає від поривів вітру та сприяє поглинанню шуму.

В проекті запропоновано 10 житлових будинків (тип А – на 24 та тип В – на 40 квартир), офісний блок і будівля дитячого садку 6 груп.

Лаконічний характер вирішення фасадів будівель образно передає стабільність житлового простору, відповідає суворим кліматичним умовам і переосмислено транслює традиційні архітектурні прийоми цього регіону. На сонцезахисних фасадних елементах використана стилізація казахського народного орнаменту. Віконні прорізи розташовані диференційовано, залежно від орієнтації кожна сторона будинку має різний відсоток віконних прорізів, задля досягнення балансу енергоспоживання. Так найбільшу площу засклення має південний фасад, щоб збільшити надходження прямого сонячного опромінення в зимовий період (в літній період на південному фасаді використовується система сонцезахисту), а північний фасад навпаки має мінімальну площу засклення, що зменшує тепловитрати.

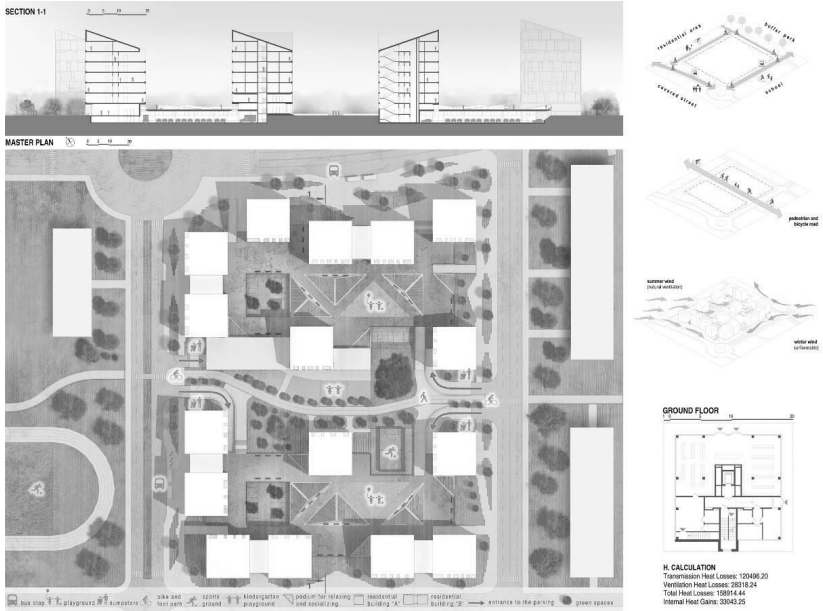


Рис. 1. Об'ємно-просторова організація житлового комплексу.

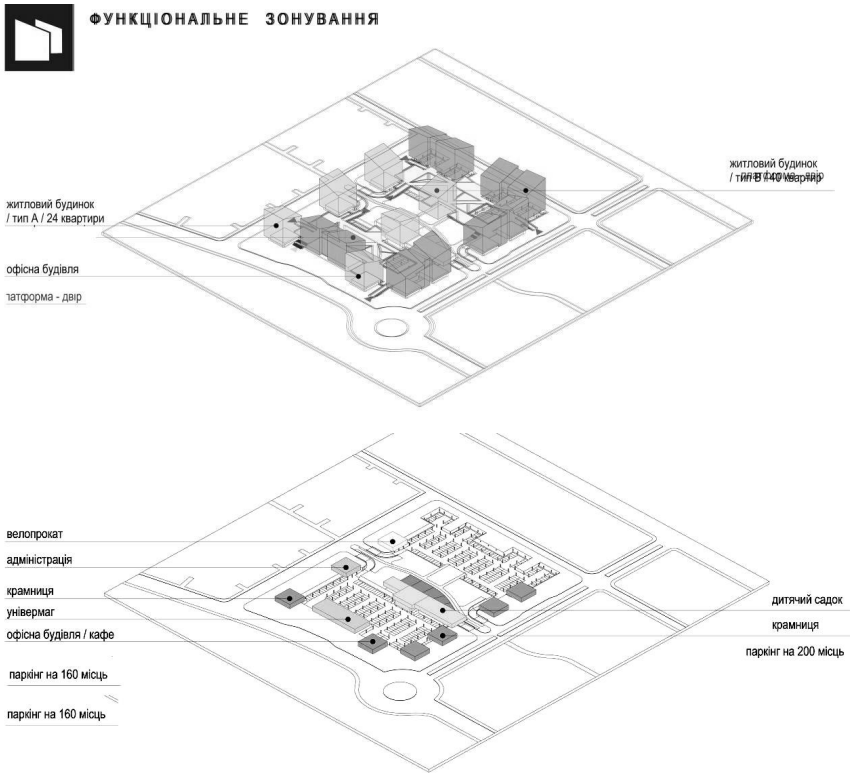


Рис. 2. Функціональна організація житлового комплексу.

В проекті важливо було дотримуватись принципів сталого розвитку та досягти критерію мультикомфортного будинку, тому поруч з архітектурно-планувальними рішеннями, велика увага приділялась сучасним системам утеплення, опалення, повітрообміну, електропостачання та підігріву води. Так були використані матеріали компанії ISOVER для утеплення, звукопоглинання та технічно конструктивні рішення унеможливлення мостиків холоду. В проекті закладено використання систем сонячних колекторів для підігріву води та опалення, фотоелектричних колекторів, системи вентиляції з рекуперацією тепла. В результаті компактного планування, раціонального використання рішень огорожуючих конструкцій, заповнень віконних прорізів, застосуванню сучасних інженерно-технічних рішень було досягнуто критеріїв мультикомфортного будинку - у результаті розрахунку за допомогою



програмного забезпечення Multy-Comfort House Designer v.3.5. показник енергоспоживання становить 12 кВт\*г/м<sup>2</sup> на рік.

Запропоноване в проєкті групування будинків житлового комплексу зменшило витрати ресурсів при будівництві, підвищило компактність забудови, дозволило отримувати максимум сонячного опромінювання в зимовий період, зменшило сонячний перегрів будівель та дворового простору влітку.

Надихаючись унікальними природними умовами Казахстану, культурними традиціями казахського народу, відчуваючи прагнення їх розвитку поруч з активним впровадження інновацій в сучасному міському середовищі Астани, слідуючи принципам сталого розвитку та мультикомфортності в запропонованому конкурсному проєкті було створено цілісне комфортне та енергоефективне житлове середовище.

### Література

1. Владимиров В.В. Расселение и окружающая среда. - М.: Стройиздат, 1982. - 228 с.
2. Кащенко Т.О. Передумови формування архітектурного енергоефективного середовища/ Науково - технічний збірник «Сучасні проблеми архітектури та містобудування» - К: КНУБА, 2008. – Вип. 19. - С. 132-137.
3. Маркус Т.А., Моррис Э.Н. Здания, климат и энергия.- Л.: Гидрометеоздат ЭВ, 1985. – 543 с.
4. Полуй Б.М. Архитектура и градостроительство в суровом климате.(экологические аспекты): учебное пособие для вузов- Л.: Стройиздат, 1989. – 300 с.
5. Фильваров Г.И., Крыжановский В.П., Быстряков И.К., Жук Н.И. Экономия энергоресурсов в градостроительстве - К.: Будівельник,1985. - 104с.
6. Bauer M, Mosle P., Schwarz M. Green building. Konzepte fur nachhaltige Architektur. – Munhen: Callwey, 2007. – 206 p
7. Brown G.Z., DeKay M. Sun, wind&light. – J. Wiley&sons, 2001. – 382 p
8. Cataneese A.J., Snyder J.C. Urban planning. – McGraw-Hill, 1988. – 379 p.
9. Daniels K. The Tecnology of Ecological Building.-Basel, Boston, Berlin: Birkhauser,1997. – 302 p.
10. Hausladen G., M.de Saldanha, Ch. Sager, P. Liedl. Clima design - – Munhen: Callwey, 2004. - 208 p.
11. Steele J. Ecological Architecture.–Thames &Hudson , 2005. – 272p
12. Режим доступу [http://www.kursiv.kz/news/details/real-estate/10\\_naibolee\\_energoeffektivnykh\\_gorodov\\_mira\\_oilprice\\_com/](http://www.kursiv.kz/news/details/real-estate/10_naibolee_energoeffektivnykh_gorodov_mira_oilprice_com/)
13. Режим доступу <http://www.oilprice.com>
14. Режим доступу <http://econet.ru/articles/68371-ekoposelenie-v-danii-uspeshnyu-opyt-malenkogo-eko-gosudarstva>

15. Режим доступу <http://econet.ru/articles/12653-datskoe-ekoposelenie-vildrose>
16. Режим доступу [http://www.energospace.ru/2007/07/02/solnechnyyj\\_poselok\\_arkhitekтора\\_disha.html](http://www.energospace.ru/2007/07/02/solnechnyyj_poselok_arkhitekтора_disha.html)
17. Режим доступу <http://www.designbuild-network.com/projects/zero-mountain/>
18. Режим доступу <http://www.isover-students.com>

### **АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрены особенности градостроительных и архитектурно – пространственных приемов формирования энергоэффективного жилья в условиях холодного климата. Реализация отдельных приемов проектирования жилой группы в сложных природно-климатических условиях продемонстрирована на проектном предложении, разработанном в соответствии с условиями конкурса «Изовер. Мультикомфортное здание. Жилье в холодном климате. Астана, Казахстан»

Ключевые слова: градостроительство, жилая группа, энергоэффективное жилье, энергоэффективность.

### **ANNOTATION**

At the article it is described specifics of urban planning and architectural spatial design of energy efficient residential buildings in cold climate. Realization this approach to design of dwelling buildings group in complicate natural-climatic conditions is presented on the project proposition designed according competition program «Isover. Multy-Comfort House. Residential function in cold climate – Astana, Kazakhstan».

Keywords: urban planning, dwelling group, energy efficient dwelling buildings, energy efficiency.