

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

**ДІБ МІШЕЛЬ ЗАКАРІЯ**

УДК 728.1.021.1:7.72.624

**ТИПОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ  
ПАСИВНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

18.00.02 – Архітектура будівель та споруд

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата архітектури

Київ –2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Київському національному університеті будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник**

доктор технічних наук, професор  
**Сергейчук Олег Васильович**,  
Київський національний університет  
будівництва і архітектури,  
професор кафедри архітектурних конструкцій

**Офіційні опоненти:**

доктор архітектури, доцент  
**Чернявський Володимир Георгійович**,  
Національна академія образотворчого  
мистецтва і архітектури, завідувач  
кафедри теорії, історії архітектури та  
синтезу мистецтв

кандидат архітектури, доцент  
**Шулдан Лариса Олександрівна**  
Національний університет  
«Львівська Політехніка», доцент  
кафедри архітектурного проектування та інженерії

Захист відбудеться «05» грудня 2019 року о 15.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.02 Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, аудиторія 466.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31

Автореферат розісланий «29» жовтня 2019 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Н.А. Лещенко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Проблема енергозбереження стоїть сьогодні в Україні на одному з перших місць. Житловий сектор, будучи одним з основних споживачів енергії в системі національної економіки, має величезний потенціал енергозбереження. Численні малоповерхові будинки, побудовані до енергетичної кризи 70-х років минулого століття, вимагають радикальної термомодернізації, і це диктує необхідність розробки економічно ефективних енергозберігаючих технологій.

Сьогодні основними перешкодами для впровадження енергозберігаючих технологій і рішень у житловому фонді є субсидування цін на енергію, енергоінтенсивний стиль життя населення, нестача фінансового капіталу, відсутність стимулів для населення і зацікавленості інвесторів у енергозберігаючих проектах, непоінформованість про можливості енергозбереження серед більшості жителів і навіть серед фахівців.

Будівництво енергоефективних будівель і термомодернізація існуючих є першочерговим завданням для української економіки, оскільки енергозбереження тісно пов'язане з національною енергетичною безпекою, нестачею енергії, а також зі скороченням викидів парникових газів в навколишнє середовище. Відомо, що Україна імпортує для своїх потреб 85% нафти, 75% природного газу, а також ядерне паливо. При цьому ціни на енергоносії постійно зростають.

Необхідно відзначити ще один факт: за останні більш ніж чотирнадцять років в експлуатацію введено 111,2 млн. м<sup>2</sup> житла. Даний показник складає всього 10,4% від загального житлового фонду на території України. Більше 50% від цієї кількості становить індивідуальне житло.

Після енергетичної кризи архітектори стали все більше використовувати в своїх проектах відновлювальні джерела тепла: сонце, вітер, тепло землі. З'явився цілий напрям у проектуванні – пасивні будинки, які споживають для опалення набагато менше енергії, ніж звичайні будівлі.

Одним з кращих технічних рішень, яке зарекомендувало себе в багатьох країнах світу є будівлі, що відповідають стандарту «пасивного будинку» РНРР (Passive House Planning Package), (Німеччина). Однак доцільність застосування цього стандарту в Україні вимагає його ретельного аналізу з точки зору відповідності природно-кліматичним, економічним, демографічним та іншим факторам нашої країни.

Сьогодні енергоефективні та пасивні будинки стають об'єктами масової забудови. Розробка типологічних основ проектування пасивних будинків в умовах України дозволить суттєво підвищити енергоефективність в масовому будівництві, що позитивно вплине на енергозбереження як окремої будівлі, так і забудови в цілому. У практичному сенсі це дозволить точніше узгоджувати проектні рішення з природно-кліматичними умовами для підтримання нормативних фізико-технічних і екологічних параметрів мікроклімату будівель, що є сьогодні нагальною вимогою.

Теоретичною базою виконаних досліджень є роботи вчених: у галузі оптимізації архітектурних рішень і взаємозв'язку планувальних рішень з кліматичними умовами: В.О. Акопджанян, Б. Андерсона, Д.І. Антонюка, Ю.С. Асєєва, М.М. Атаєва, О.К. Афанасьєвої, М. Бродач, Л.Г. Вейцман, С.Г. Буравченко, Ю.Г. Бурханова, М.М. Західова, Т.О. Кашенко, Г.А. Лебедева, В.К. Ліцкевича, В.П. Самойловича, С.Н. Смирнової, В. Файста, Н. Фостера, Г.Н. Хавхуна, Н.М. Шили, Л.О. Шулдан, Т. Ернст, I. Andresen, K. Englund, P. Hernandez, P. Kenny, Ch. Moore, I. Sartori, D. Schüwer, W. Wang, K. Wittchen. У галузі конструктивних рішень: В.С. Буравченко, Г.М. Васильченко, В.Л. Мартинова, В.Г. Михайливиної, О.Л. Підгорного, С.О. Сахнівської, О.В. Сергейчука, В.Г. Сохи, Є.Г. Фаренюка, Г.Г. Фаренюка, Ю.В. Фурсова, О.Б.Чумуриної, Ch. Chen, B. Feran, E. Heiduk, B. Jerome, A. Kowalczyk, I. Krylov, I. Manel, C. Michael, H. Rivard, K. Oy, W. Wang, R. Zmeureanu. У галузі інженерних рішень: Б. Андерсона, М.Ю. Ометової, Ю.А. Табунцікова, О.Л. Татаурова, В. Файста, F. Brian, T. Dokka, Z. Duan, E. Heiduk, S. Rosa, I. Strom.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Необхідність застосування нових методів в енергозбереженні базується на ряді законодавчих документів, постанов і програм: Законах України «Про енергетичну ефективність будівель», «Про енергозбереження», «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду», Постанові Кабінету міністрів «Про державну експертизу з енергозбереження», Комплексній Державній програмі енергозбереження України, Національній енергетичній програмі та інших.

Робота виконана відповідно до плану проведення держбюджетних науково-дослідних робіт:

— кафедри архітектурних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури за темами: «Оптимізація об'ємно-планувальних та конструктивних рішень енергоефективних будівель в умовах України» (№ держ. реєстрації 0111U009156); «Створення методологічних основ проектування, розрахунку та впровадження енергоактивних біосферосумісних об'єктів будівництва в умовах України» (№ держ. реєстрації: РК 0114U002579);

— кафедри дизайну архітектурного середовища по темі: «Теоретично-методологічні та типологічні основи формування і розвитку архітектурно-дизайнерського і міського середовища» (№ держ. реєстрації: 0115U005162);

— науково-дослідного інституту будівельних конструкцій за темою: «Розроблення проекту ДСТУ-Н Б В.1.1.-27-2010 «Будівельна кліматологія» (№ держ. реєстрації № 0108U003528);

— ТОВ «КиївПромЕлектроПроект» за темою: «Розроблення проекту «Зміна №2 ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне и штучне освітлення» (Договір з Мінрегіонбудом України № С84-13/1 54-10 від 28.07.2010);

— Науково-дослідного і проектний інституту цивільного сільського будівництва за темою «Розроблення проекту ДБН В.2.2–Х-20XX «Будинки

одноквартирні та блоковані» (№ держ. реєстрації: РК № 0112U003807 від 26.06.12, ІК № 0714 U006098 від 26.03.14).

**Метою дослідження** є розробка типологічних основ проектування на території України пасивних житлових будинків з урахуванням кліматичних, соціальних, демографічних, економічних факторів, естетичних і національних особливостей архітектури.

**Завдання дослідження:**

Для досягнення мети в дисертації поставлено такі завдання:

- провести аналіз різних сучасних стандартів проектування енергоефективних малоповерхових житлових будинків;
- провести аналіз кліматичних особливостей різних регіонів України з точки зору їх впливу на типологічні вимоги до пасивних житлових будинків;
- запропонувати архітектурно-кліматичне районування території України для будівництва пасивних житлових будинків;
- розробити об'ємно-планувальні, конструктивні та інженерно-технічні схеми пасивних житлових будинків для різних кліматичних районів України;
- впровадити результати досліджень в нормативні документи, проектну практику і навчальний процес.

**Об'єктом дослідження** є пасивні житлові будинки.

**Предметом дослідження** є типологічні основи проектування пасивних житлових будинків на території України.

**Межі дослідження.** Змістовні межі дослідження охоплюють об'ємно-планувальні, конструктивні та інженерно-технічні аспекти проектування енергоефективних пасивних житлових будинків. Дослідження базується на прикладах проектування пасивних будинків у Швеції, Данії, Німеччині, Польщі, Латвії, Норвегії, Росії, Китаю, Фінляндії, Австрії, Англії, Ірландії, Італії, Іспанії, Франції, Португалії, Новій Зеландії, США, ОАЕ, а також на аналізі історичного житла у різних кліматичних зонах Землі, нормативних вимог України та закордонних країн до енергоефективних будинків.

**Методи дослідження.** Дисертаційне дослідження базується на проведенні порівняльного аналізу при вивченні історичних і сучасних прикладів будівництва енергоефективних малоповерхових житлових будинків; аналізі нормативних і проектних матеріалів; математичній оптимізації та комп'ютерному моделюванні; експериментальному проектуванні.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

Вперше:

- запропоновано архітектурно-кліматичне районування України з урахуванням типологічних особливостей пасивних житлових будинків;
- розроблені типологічні вимоги до об'ємно-планувальних, конструктивних та інженерно-технічних рішень пасивних житлових будинків, розташованих в природних умовах приморських, гірських, рівнинних та інших районів;

– рекомендовано при будівництві пасивного житла використання природних утеплювачів з теплотехнічними характеристиками, встановленими автором на основі лабораторних випробувань;

Удосконалено:

– методи інтеграції геліосистем в архітектуру пасивних житлових будинків;

– характеристики засобів термомодернізації житлових будинків масових серій 60-70 р.р. ХХ століття;

Отримали подальший розвиток:

– дослідження з енергетичного аналізу об'ємно-планувальних, конструктивних та інженерно-технічних рішень історичного і сучасного житла в різних кліматичних умовах;

– лабораторні випробування теплозахисних характеристик природних утеплювачів;

– дослідження щодо визначення доцільного утеплення будівель;

– пропозиції щодо термомодернізації житлових будинків масових серій 60-70 рр. ХХ століття.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати роботи впроваджені у нормативні документи:

– ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 «Будівельна кліматологія»,

– Зміна № 2 ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення»,

– ДБН В.2.2-Х-20ХХ20ХХ «Будинки і споруди. Житлові будинки одноквартирні та блоковані » (на стадії розробки).

Дослідження автора можуть бути використані для подальшого удосконалення нормативної бази з енергоефективного будівництва. Запропонована типологія пасивних будинків може бути покладена в основу проведення ТЕО і бізнес-планів будівництва і термомодернізації житлових будинків. Розроблені об'ємно-планувальні, конструктивні та інженерно-технічні типологічні схеми пасивних житлових будинків для різних кліматичних районів України значно спростять процес проектування і підвищать якість проектних рішень.

Основні результати впроваджені в проектування енергоефективних будівель в Україні (Creative Space в м. Києві, Hill House в Київській області), а також у дипломне проектування і в навчальний процес.

Отримано патент на корисну модель енергозберігаючої системи для світлових отворів будівель.

**Особистий внесок здобувача.** в роботах, опублікованих у співавторстві, полягає: в аналізі та узагальненні результатів випробувань [1,14]; розробці моделі розрахунку показників енергоефективних будівель [2]; в аналізі кліматичних параметрів при проведенні кліматичного районування України [3,10,12,14,15]; в розрахунку раціонального значення опору теплопередачі енергоефективного будинку в умовах України [6]; в аналізі енергоефективності об'ємно-планувального рішення будівлі [9]; в обґрунтуванні доцільності запропонованої системи сонцезахисту [16].

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на наукових і науково-практичних конференціях різних рівнів: 72-75-й науково-практичних конференціях КНУБА, (Київ, 2011-2014 р.р.); 1-4 міжнародної науково-практичної конференції «ЕНЕРГОІНТЕГРАЦІЯ» (КНУБА, Київ, 2011-2014 р.р.); 8-10-й Кримської Міжнародної науково-практичної конференції «Геометричне та комп'ютерне моделювання» (НАПКБ, Сімферополь, 2011-2013 р.р.); 1-й міжнародній науково-практичній конференції «Енергозбереження в будівництві» (НДІБК, Київ, 2013 р.).

**Публікації.** Основні результати дослідження опубліковані в 21 друкованих працях, з яких 1 – монографії; 4 – у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України, 3 – в іноземному науковому виданні; 8 – тез наукових доповідей у матеріалах наукових-практичних конференцій; 2 – які додатково відображають наукові результати дисертації; 2 – нормативних документах; 1 – патенті на корисну модель.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та додатків. Загальний обсяг 242 сторінок: 131 сторінок основного тексту; 50 рисунків та 24 таблиці; список використаних джерел із 187 найменувань; додатків на 19 сторінках, з них 6 сторінки актів впровадження результатів дисертації.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У **вступі** розкрита актуальність теми дисертації, наукова новизна і практичне значення отриманих результатів, обґрунтовано необхідність проведення дослідження, сформульовані цілі та завдання дослідження, апробація результатів, обсяг і структура дисертації.

У першому розділі «**Енергетичний аналіз історичного житла і сучасний стан енергоефективності в архітектури і будівництві**» розглянуто та проаналізовано енергетичні показники історичного житла в Україні, традиційного житла за кордоном і сучасний стан енергоефективності в будівництві. Проведено аналіз вітчизняної практики проектування, особливостей об'ємно-планувальних рішень садибних житлових будинків в архітектурно-етнографічних регіонах з точки зору врахування природно-кліматичних умов відповідно до сучасного архітектурно-будівельного кліматичного районування України. На формування житла впливає рівень надходження сонячної радіації, температура опалювального періоду, швидкість і напрям вітру, кількість опадів, рельєф місцевості, місцеві будівельні матеріали, етнографічні чинники тощо.

Аналіз показав, що до аналогів пасивного житла можна віднести архітектурну особливість народного житла в Україні в частині його орієнтації на території садиби таким чином, щоб стіна з найбільшою кількістю світлових прорізів була орієнтована на південь, південний схід і схід. Така орієнтація вікон створює найбільш сприятливі умови експлуатації, оскільки житлове приміщення добре інсолюється, при цьому не перегрівається в спекотні літні дні і прогрівається сонячними променями взимку. Це можна пояснити прагненням

мінімізувати тепловтрати будинку взимку в зв'язку з відсутністю сонця з північної сторони і переважанням західних і північно-західних зимових вітрів в Україні. Переважним напрямком вітру взимку можна також пояснити влаштування входу в житло, в основному, з південного боку – це зменшувало ймовірність занесення входу снігом і додаткове вітроохолодження сіней. Для кожного архітектурно-будівельного кліматичного району визначені свої характерні типологічні особливості вирішення житла.

Аналіз зарубіжної практики проектування такого житла також підтверджує, що на об'ємно-планувальні рішення садибних житлових будинків найсильніше впливають кліматичні і етнографічні чинники. Відзначається, що ще до енергетичної кризи 1973 р були спроби проектування і будівництва будинків з використанням сонячної енергії в якості альтернативного джерела енергії. Зроблено огляд архітектурних, конструктивних та інженерно-технічних рішень таких будинків з точки зору можливості їх застосування в умовах України.

Проведено аналіз розвитку нормативних вимог з енергоефективності житлових будинків в Україні. Він показав, що в країні значна увага приділяється підвищенню енергоефективності нових та існуючих будівель. Сучасна нормативна база включає понад 30 документів рівня ДБН і будівельних стандартів. Норми враховують економічні можливості країни і, в цілому, відповідають аналогічним нормам в країнах ЄС. Однак на даний момент відсутні норми з проектування пасивних будинків і, крім того, в них недостатньо уваги приділяється власне архітектурним питанням енергоефективності. Позитивним моментом останньої редакції ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель» є введення вказівок з вибору типу сонцезахисних пристроїв для різних архітектурно-будівельних кліматичних районів, що позитивно позначиться на зменшенні енергоспоживання на охолодження будівель влітку.

Проаналізовано сучасний вітчизняний досвід енергоефективного будівництва. Однією з перших робіт з архітектури енергоефективних житлових будинків є кандидатська дисертація Т.О. Кащенко «Підвищення енергоефективності житлових будинків на основі оптимізації їх форми» у якій проведено аналіз проблеми енергозбереження в галузі житлового будівництва, запропонована концепція оптимізації основних параметрів форми будинку.

Буравченком С.Г. у УкрНДПщивільбуд була проведена робота з розробки «Рекомендацій з проектування індивідуальних пасивних житлових будинків в умовах України», але вони носять загальний характер; вплив клімату на типологію енергоефективного житла не диференційовано по різних регіонах України.

Близька до тематики даного дослідження дисертаційна робота кандидата архітектури Л.О. Шулдан «Принципи архітектурно-типологічного вдосконалення шкільних будівель з врахуванням енергозаощаджування», а також роботи Антонюк Д.І. і Хавхун Г.Н, в яких розглядаються енергетичні аспекти дитячих дошкільних установ та рекреаційних будівель.

Геометричним питанням проектування енергоефективних будівель присвячені докторські дисертації Сергейчука О.В. і Мартинова В.Л., а також



кандидатська дисертація Буравченка В.С. В основу цих розробок покладено конус сонячних променів, запропонований проф. Підгорним О.Л.

В цілому слід зазначити, що питанням підвищення енергоефективності будівель присвячено багато вітчизняних дисертаційних робіт, однак вони, в основному, розглядають тільки особливості утеплення будівель.

Базовим нормативним документом з цієї проблематики є ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», в якому уточнені кліматичні характеристики території України і розроблено нове архітектурно-будівельне кліматичне районування країни.

Є приклади експериментального проектування і будівництва пасивних або близьких до них по енергоефективності будинків: експериментальний будинок інституту технічної теплофізики НАН України (м. Київ), житловий будинок архітектора Т. Ернст (м. Київ), замський будинок OptimaHouse (Київська обл.), замський будинок Дворецького О.Г (20 км від Сімферополя), приватний житловий будинок в Ужгороді. Ці об'єкти детально розглянуті та проаналізовані їх позитивні та негативні фактори.

У сучасній зарубіжній практиці будівництва є велика кількість наукових досліджень і реалізованих проектів пасивних будинків (на сьогоднішній день в світі налічується більше 25000 побудованих будинків). Цей досвід розглянуто у дисертації на прикладі проектної практики і нормативних документів (Швеції, Данії, Німеччини, Польщі, Латвії, Норвегії, Росії, Китаю, Фінляндії, Австрії, Англії, Ірландії, Італії, Іспанії, Франції, Португалії, Новій Зеландії, США, ОАЕ). Вони були згруповані за кліматичними умовами і проаналізовані з точки зору можливості використання їхніх рішень в кліматичних умовах України.

В цілому, матеріал I розділу показав актуальність розробки типологічних вимог до пасивних житлових будинків для різних кліматичних регіонів України та адаптації їх до європейських стандартів.

У другому розділі **«Аналіз кліматичних, демографічних і економічних факторів, що впливають на проектування пасивних будинків в Україні»** пропонується комплексна оцінка зазначених факторів (рис. 1).

В цілому формування енергоефективних будинків пов'язане з розглядом ряду питань, які вивчаються в різних областях знань: архітектурі, архітектурно-будівельної фізиці, кліматології, енергетиці, економіці, теорії оптимізації та ін. Проаналізовано основні фактори, що впливають на об'ємно-планувальні і конструктивні рішення пасивних будинків, визначені інженерно-технічні вимоги до пасивних житлових будинків характерні у різних кліматичних районах України.

Проведено аналіз розвитку будівельного кліматичного районування території України, представленого в нормах СРСР, ДБН 360-92 та інших документах. З урахуванням кліматичних змін за останні 30 років зроблено пропозиції щодо кліматичного районування країни з орієнтацією на типологічні вимоги для пасивних житлових будинків. Результати цього аналізу було використано в новому нормативному архітектурно-будівельному кліматичному районуванні України [15], в розробці якого взяв участь дисертант (рис. 2).

Досліджено демографічні фактори, що впливають на типологію пасивних будинків на основі статистичних даних за складом сімей, які проживають в індивідуальних житлових будинках (2012 р.) і вперше автором складена карта демографічного складу сімей в архітектурно-кліматичних районах України (рис. 3). Виявлено процентне співвідношення житлових кімнат в соціальних будинках в цих районах.

Проаналізовано показник компактності будинків для різних типів сімей з урахуванням кількості кімнат і запропоновано спосіб підвищення компактності житла на основі блокування будинків, для забезпечення рекомендованого для пасивних будинків коефіцієнта компактності (рис. 4). Рівень компактності досягається за рахунок блокування одно-двокімнатних квартир навколо внутрішнього дворику, і лінійним блокуванням трьох і більше кімнатних квартир. Окремо розташовані будинки з об'ємом 700 м<sup>3</sup> мають необхідний коефіцієнтом компактності.

Проведено розрахунки та запропоновано рекомендовані значення опору теплопередачі основних видів огорожувальних конструкцій будівель з точки зору їх відповідності оптимальним значенням, рекомендованим Esofys в країнах ЄС для будинків з традиційною системою опалення та вентиляції (табл. 1).

Таблиця. 1

Рекомендовані значення опорів теплопередачі у температурних зонах України

Температурна зона	HDD	CDD	Рекомендовані значення $U$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К), для			Рекомендовані значення $R$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт, для		
			стін	покриттів	підлог по ґрунту	стін	покриттів	підлог по ґрунту
I	3786	68	0,2	0,17	0,26	5,0	5,9	3,9
II	3105	234	0,22	0,18	0,28	4,5	5,6	3,6

У третьому розділі «Розробка типологічних вимог до пасивних житлових будинків в Україні» розроблено загальні принципи планування пасивних житлових будинків для п'яти архітектурно-будівельних кліматичних районів на території України.

Систематизовані і виділені основні принципи об'ємно-планувальних рішень житлових будинків з урахуванням орієнтації приміщень, наявності буферних приміщень і пасток тепла. Запропоновані характерні варіанти блокування будинків, раціональне розміщення світлових прорізів в огорожувальних конструкціях і їх площа; доцільні параметри приміщень, оптимальна інтеграція геліоприймачів та ін.

Для підвищення енергоефективності будівель розроблені типологічні вимоги до конструктивного вирішення пасивних житлових будинків. Для захисту від перегріву в літній період рекомендовані конструктивні рішення світлопрозорих конструкцій із застосуванням сонцезахисних елементів. На один з таких елементів отримано авторське свідоцтво [17]. Запропоновано рішення вентиляованої покрівлі, варіанти теплоізоляції огорожувальних конструкцій,

застосування високоефективних вікон і їх раціональне розташування в огороджувальних конструкціях тощо.

Для підвищення екологічності будівель розроблені і запропоновані конструктивні рішення стін з місцевих природних будівельних матеріалів а також із застосуванням сучасних високоефективних утеплювачів. Для утеплення сільського житла запропоновано використовувати мати з очерету. Були проведені лабораторні випробування теплотехнічних характеристик таких матів в кліматичній камері ДП «Випробувальний центр будівельних конструкцій» КНУБА. Вони показали їх ефективність. Використання такого утеплення дозволить жителям села, які мають невисокий рівень достатку, істотно економити на опаленні і, при цьому, внести вклад в екологію шляхом очищення річок від заростей очерету.

Розглянуто питання інженерно-технічних вимог до пасивних житлових будинків, які забезпечують такі показники: річний загальний показник споживання енергії для всіх побутових потреб – не більше 120 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік); питома витрата теплової енергії на опалення та охолодження будівлі – не більше 15 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік). Ці вимоги враховуються: при визначенні кутів нахилу даху і місць для розташування фотоелементів та сонячних колекторів; при виборі ґрунтових теплообмінників різного типу; при розробленні варіантів використання рекуператорів для утилізації температури відпрацьованого повітря і води; при визначенні особливостей застосування теплових насосів та використання кондиціонерів, які працюють від сонячної енергії.

Запропоновано методику визначення оптимального кута нахилу геліоприймачів для різних районів України з урахуванням річного ходу хмарності і зроблені розрахунки для низки міст, розташованих в різних кліматичних районах.

У четвертому розділі **«Впровадження результатів досліджень»** представлено впровадження результатів дослідження дисертаційної роботи у нормативні документи в галузі будівництва (ДСТУ-Н «Будівельна кліматологія», ДБН «Природне і штучне освітлення», и пр. ДБН «Будинки і споруди. Житлові будинки одноквартирні та блоковані»); практику проектування (Creative Space и Hill House); у навчальний процес (з дисциплін «Сучасні будівельні матеріали та конструкції», «Регіональна архітектура», ДЦП магістрів кафедри арх. конструкцій).

Впровадження показали, що:

1. Наукове дослідження має важливе практичне значення для перспективного формування нормативної бази в галузі будівництва.

2. Результати проведених досліджень є затребуваними при здійсненні реального проектування енергоефективних архітектурних об'єктів на території України.

3. Проведені дослідження важливі для навчального процесу і наукової роботи студентів архітектурних і будівельних спеціальностей.

4. Важливе значення мають розроблені автором проектні пропозиції з термомодернізації типових будівель старої забудови на прикладі «хрущовок» для

підвищення їх енергоефективності до вимог пасивних житлових будинків та обґрунтування економічної доцільності термомодернізації, визначеного терміну окупності інвестицій на термомодернізації.

## ВИСНОВКИ

1. Досліджено та узагальнено науково-практичний досвід об'ємно-планувальної організації житлових будинків різних типів (історичного народного житла в Україні; традиційного житла за кордоном; садибного житла в етнографічних районах тощо), які є своєрідними аналогами «пасивних житлових будинків» як енергоефективних архітектурних об'єктів. Встановлено, що у світовій практиці існує понад 25000 функціонуючих пасивних житлових будинків. Автором проаналізовані конкретні приклади проектної практики та нормативні регламенти 19 зарубіжних країн. Аналіз нормативно-методичних документів засвідчив необхідність дотримання певних вимог з метою досягнення енергоефективних проектних рішень: врахування архітектурно-будівельного кліматичного районування, етнографії, мінімізації тепловтрат об'єктів будівництва, оцінки впливу кліматичних факторів (сонячної радіації, температури опалювального періоду, кількості опадів тощо).

2. Встановлено, що базовими нормативними документами з проектування пасивних будинків в Україні є: ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель», ДСТУ-Н-Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», «Рекомендації з проектування індивідуальних житлових будинків в умовах України». Однак, всі ці роботи стосуються загальних питань, а вплив клімату на типологію енергоефективного житла не диференційовано відповідно до різних районів України. На основі визначення впливу кліматичних факторів на проектування пасивних житлових будинків в Україні, запропоновано архітектурно-будівельне районування території України.

3. Статистично обґрунтовано вплив демографічних чинників, які визначають типологію пасивних житлових будинків (склад сімей, процентне співвідношення житлових кімнат тощо); проаналізовано показник компактності будинків для різного типу сімей; визначено шляхи отримання необхідних коефіцієнтів компактності при периметральному блокуванні одно-двокімнатних квартир та лінійному блокуванні трьох і більше кімнатних квартир. На цій основі вперше розроблена карта демографічного складу сімей відповідно до запропонованих кліматичних районів в Україні.

4. Проведено розрахунки та рекомендовано значення показників опору теплопередачі основних видів огорожувальних конструкцій житлових будівель з традиційною системою опалення та вентиляції відповідно до оптимальних значень, прийнятих у країнах ЄС (за Ecofys).

5. Розроблено типологічні вимоги до об'ємно-планувальних, конструктивних та інженерно-технічних рішень пасивних житлових будинків в усіх п'яти архітектурно-будівельних кліматичних районах України, які стосуються: орієнтації приміщень, розміщення балконів та лоджій, вимог

наскрізного провітрювання, наявності «пасток тепла» тощо; надано рекомендації щодо блокування будинків, елементів їх внутрішньої організації (тамбур, дворик, підвали тощо), орієнтації приміщень з погляду тривалості інсоляції та пропозиції щодо раціональної форми та компактності будинків. Для підвищення енергоефективності будинків рекомендовано використання світлопрозорих конструкцій, сонцезахисних елементів, вентильованих покрівель, високоефективних вікон, а також екологічних утеплювачів. На основі лабораторних випробувань автором отримані теплотехнічні характеристики теплоізоляційних матів з очерету.

6. Удосконалено методи інтеграції геліосистем в архітектуру пасивних житлових будинків з урахуванням природно-кліматичних умов України. Модифіковано методику визначення кута нахилу геліоприймачів з урахуванням річного ходу хмарності та запропоновано засоби термомодернізації житлових будинків масових серій 60-70 р.р. ХХ століття до рівня енергоефективності пасивних будинків.

7. Результати проведеного дослідження впроваджено автором у нормативні документи та проектну практику.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Монографії

1. **Диб М.З.** Типологические основы проектирования пассивных жилых домов на территории Украины. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, 2018. 214 р. ISBN-13: 978-613-3-99110-1, ISBN-10: 6133991100, EAN: 9786133991101 (online).

### Статті у наукових фахових виданнях України

2. **Диб М.З.** Учёт демографии при проектировании энергоэффективного многоквартирного и блокированного жилья в Украине. Сучасні проблеми архітектури та містобудування КНУБА: наук.-техн. збірник. Київ, 2014. Вип. 35. С. 350-354.

3. **Диб М.З.** Проектирование энергоэффективного усадебного жилья “Hill House“ в Киевской области. Містобудування і територіальне планування КНУБА: наук.-техн. збірник. Київ, 2014. №51. С. 88-95.

4. **Диб М.З.** Особенности объёмно-планировочного решения малоэтажных пассивных жилых домов в Украине. Сучасні проблеми архітектури та містобудування КНУБА: наук.-техн. збірник. Київ, 2017. Вип. 48. С. 408-413.

5. **Диб М.З.** Оценка реализованных примеров энергоэффективных малоэтажных жилых домов в Украине. Архітектурний вісник КНУБА: Наук.-вироб збірник. Київ, 2018. Вип. 16. С. 476-483.

### Статті у наукових періодичних виданнях інших держав

6. Сергейчук О.В., Щербакова Е.Н., **Диб М.З.** Климатическое районирование Украины как основа для проектирования биосферосовместимых

поселений. Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, Юго-Западный государственный университет: научн.-техн. журнал Курск, 2013. №1. С. 9-16. (база РИИЦ). ISSN 2311-1518.

*Особистий внесок здобувача: Збір та обробка кліматичних параметрів при районуванні території.*

7. **Dib M.Z.** Specific features of structural solution of low-rise Passive House dwellings in Ukraine. European Journal of Technical and Natural Sciences. Vienna, 2017, Issue 52, V(4). P. 3-5. ISSN 2414-2352 (online).

8. **Dib M.Z.** Evaluation of natural climatic conditions in realized energy efficient buildings. International Journal of Engineering Technologies and Management Research, Indore, 2019, Issue 5, V(6). P. 84-94. ISSN - 2454-1907, DOI: 10.5281/zenodo.3229954 (online).

### Тези і матеріали наукових конференцій

9. **Диб М. З., Зварич В. Д.** Лабораторные испытания утеплителя из очерета. Энергозбереження в будівництві та архітектурі: наук.-техн. збірник. Київ, 2011. Вип. 1. С. 85-90.

*Особистий внесок здобувача: обробка результатів лабораторних випробувань.*

10. **Dib M. Z., Landolfi S. M.** The problems of the thermal reconstruction of mass low rise dwelling. Энергозбереження в будівництві та архітектурі: наук.-техн. збірник. Київ, 2011. Вип. 2. С. 88-94.

*Особистий внесок здобувача: аналіз поліпшення енергетичних показників масового малоповерхового житла за допомогою теплоізоляції та застосування відновлюваної енергії.*

11. Подгорный А. Л., Сергейчук О. В., **Диб М. З.**, и др. Геометрические основы изменения № 2 ДБН В.2.5-28-2006 «Естественное и искусственное освещение». Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвідомчий наук.-техн. збірник. Київ, 2012. Вип. 90. С. 272-280.

*Особистий внесок здобувача: Особистий внесок здобувача: збір та аналіз кліматичних параметрів для світлокліматичного районування території України.*

12. **Диб М. З.**, Типологические основы проектирования пассивных жилых домов во II архитектурно-строительном климатическом районе Украины. Энергозбереження в будівництві та архітектурі: наук.-техн. збірник. Київ, 2012. Вип. 3. С. 121-127.

13. Landolfi S. M., **Dib M. Z.**, Zaher A. Building integrated photovoltaics with thermal insulation and mechanical ventilation in Rome – Italy. Технічна естетика і дизайн: міжвідомчий наук.-техн. збірник. Сімферополь, 2012. Вип. 11. С. 213-217.

*Особистий внесок здобувача: аналіз побудови інтегрованої фотоелектричної енергії з метою інтеграції фотоелектричних систем з огороженням будівлі.*

14. **Диб М. З.** Определение оптимального угла наклона гелиоприемников в Украине. Будівельні конструкції: міжвідомчий наук.-техн. збірник. Київ, 2013. Вип 77. С. 217-221.

15. Сергейчук О. В., **Диб М. З.** О перспективах дальнейшего увеличения теплоизоляции наружных ограждающих конструкций в Украине. Энергоефективність в будівництві та архітектурі: наук.-техн. збірник. Київ, 2013. Вип. 4. С. 253-258.

*Особистий внесок здобувача: аналіз рекомендованих Escofus значень опору теплопередачі в країнах з точки зору використання їх в Україні.*

16. **Диб М. З.**, Сергейчук О. В., Ландолфе М. С. Проектирование энергоэффективного административно-образовательного здания «Creative space» в Киеве. Энергоефективність в будівництві та архітектурі: наук.-техн. збірник. Київ, 2014. Вип. 6. С. 76-80.

*Особистий внесок здобувача: розробка рекомендацій з підвищення енергоефективності проекту адміністративно-освітнього будівництва "Creative Space" в м. Київ.*

#### **Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації**

17. **Диб М. З.**, Сергейчук О. В. Кліматичне районування України для пасивного будівництва. Екоінформ: наук.-техн. журнал. № 2 (262), 2011. С. 52-53.

*Особистий внесок здобувача: обґрунтування архітектурно-будівельного кліматичного районування території України з точки зору застосування його для пасивного будівництва.*

18. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Мінрегіонбуд України; [розроб.: Г. Фаренюк, Є. Колесник, **М. Диб**, та ін. (всього 24 особи)]. Київ, 2011. 123 с. (Національний стандарт України).

*Особистий внесок здобувача: Збір та обробка кліматичних параметрів при районуванні території.*

19. ДБН В.2.5-2006. Природне і штучне освітлення: Зміна № 2. Мінрегіон України; [розроб.: Ю. Громадський, О. Сергейчук, **М. Диб** та ін. (всього 15 осіб)]. Київ, 2012. 32 с. (Державні будівельні норми України).

*Особистий внесок здобувача: збір та аналіз кліматичних параметрів для світлокліматичного районування території України.*

20. **Диб М. З.**, Зварич В. Д. Камыш как утеплитель. Энергосбережение: Всеукраинский научн.-техн. журнал. № 2, 2012. С. 21-22.

*Особистий внесок здобувача: обробка результатів лабораторних випробувань очерету.*

21. Сергейчук О. В., Злоба В. В., **Диб М. З.** Энергозберігаюча система для світлових прорізів будівель : патент на корисну модель № 99738., Україна, МПК E06B 3/00. - № и 2014 12542; Заявл. 12.11.2014; Опубл. 25.06.2015, Бюл. № 12. 4 с.

*Особистий внесок здобувача: розробка конструктивного рішення влаштування системи у прорізах.*

## АНОТАЦІЯ

**Діб М.З. Типологічні основи проектування пасивних житлових будинків на території України.** — На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата архітектури зі спеціальності 18.00.02 — архітектура будівель і споруд. — Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, 2019.

Робота присвячена розробці теоретичних основ типології проектування пасивних житлових будинків на території України. Проаналізовано основні фактори, що впливають на об'ємно-планувальне і конструктивне рішення пасивних будинків, визначені інженерно-технічні та типологічні вимоги до пасивних житлових будинків у різних кліматичних районах України. Досліджено демографічні фактори, що впливають на типологію пасивних будинків і проаналізовано статистичні дані зі складу родин в архітектурно-кліматичних районах України. Виявлено процентне співвідношення житлових кімнат у соціальних будинках в цих районах. Виділено та систематизовано загальні принципи об'ємно-планувальних, конструктивних та інженерно-технічних рішень житлових будинків на території України. При цьому розглянуті питання: орієнтація приміщень, наявність буферних приміщень і пасток тепла, характерні принципи об'ємно-планувальних рішень, варіанти блокування житлових будинків, особливість розміщення світлопрозорих конструкцій в огорожувальних конструкціях і розрахунок їх площі, параметри приміщень, оптимальне розташування геліоприймачів, рішення стін з природних, місцевих будівельних матеріалів, а також із застосуванням сучасних вискоєфективних утеплювачів, використання поновлювальних джерел енергії та ін. Результати роботи впроваджені в національні будівельні норми і стандарти; в практику архітектурно-будівельного проектування в Україні, в навчальний процес.

**Ключові слова:** архітектурне проектування, пасивні будинки, типологія будівель, енергоефективність будівель, архітектурно-будівельне кліматичне районування.

## АННОТАЦИЯ

**Діб М.З. Типологические основы проектирования пассивных жилых домов на территории Украины.** — На правах рукописи.

Диссертация на получение научной степени кандидата архитектуры по специальности 18.00.02 — архитектура зданий и сооружений. — Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, 2019.

Работа посвящена разработке типологии проектирования пассивных жилых домов на территории Украины. Проанализированы основные факторы, оказывающие влияние на объёмно-планировочное и конструктивное решение пассивных зданий, определены инженерно-технические и типологические требования к пассивным жилым домам в различных климатических районах Украины. Исследованы демографические факторы, влияющие на типологию пассивных домов и проанализированы статистические данные по составу семей



и впервые составлена карта демографического состава семей для архитектурно-климатических районов Украины. Выявлено процентное соотношение жилых комнат в социальных домах в этих районах. Систематизированы и выделены общие принципы объёмно-планировочных решений жилых домов на территории Украины. При этом рассмотрены вопросы: ориентации помещений, наличия буферных помещений и ловушек тепла, характерные принципы объёмно-планировочных решений, варианты блокировки жилых домов, особенности размещения светопрозрачных конструкций в ограждающих конструкциях и расчёт их площади, параметры помещений, оптимальное расположение гелиоприемников, решение стен из природных, местных строительных материалов, а также с применением современных высокоэффективных утеплителей, использования возобновляемых источников энергии и др.

Результаты работы внедрены в национальные нормативные документы по вопросам, связанным с проектированием и реконструкцией пассивных зданий, в практику архитектурно-строительного проектирования и в учебный процесс.

**Ключевые слова:** архитектурное проектирование, пассивные здания, типология зданий, повышение энергоэффективности зданий, архитектурно-строительное климатическое районирование.

## ABSTRACT

**Dib M.Z. The fundamental typology design of Passive House dwellings of Ukraine.** — As a manuscript.

The dissertation is submitted to Kyiv National University of Construction and Architecture (KNUCA), to fulfill the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (Ph.D.) in architecture on specialty 18.00.02 — Architecture of Buildings and Structures. — Kyiv, 2019.

The dissertation work is devoted to the development of the typology design of Passive House dwellings on the territory of Ukraine. To achieve the purpose, the fundamental principles influencing the spatial architecture layout design and structural solutions of passive buildings have been analyzed. In addition, the technical-engineering and typology requirements for Passive Houses dwellings relevance to various climatic zones of Ukraine have been determined.

Demographic factors that influencing the typology of passive houses have been investigated, as well as the statistical data on the composition of the households has been analyzed. For the first time, the map of the demographic composition of the households in the architectural-climatic zones of Ukraine has been compiled. The percentage of living rooms in social houses in these areas has been revealed.

As a response to this issue, an analysis is performed for an indicator of the compactness ratio of the building shape concerning various Ukraine's households taking into account the room count. Nevertheless, the method whereby linear terraced dwelling houses is proposed based on detailed simulation analyze, to improve the compactness ratio of the Passive House dwellings.

Calculation of the recommended thermal resistances (R-values) for the building envelope components in terms of their compliance with the optimal recommended value by Ecofys in the EU for houses with a traditional heating and ventilation system is conducted and proposed.

The fundamental principles of spatial architecture layout design solutions for dwelling houses in Ukraine have been systematized and outlined. This is achieved by taking into consideration the premises orientation, availability of buffer zones and sun rooms, characteristic principles of spatial architecture layout design, options of terraced houses, the features of the building envelope include window-to-wall ratios, room parameters, the optimal location of solar collectors, etc.

Typology requirement of the structural solution for Passive House dwellings is developed with the purpose to improve the energy efficiency of buildings. As a response, translucent structures component with the use of sun-protection devices is recommended for protection against overheating during the summer period. A patent invention of these elements is implemented. The components of the ventilated roof, options of the building envelope thermal insulation, application to high-efficiency windows and the rational orientation of the openings in the building envelop and the like are proposed.

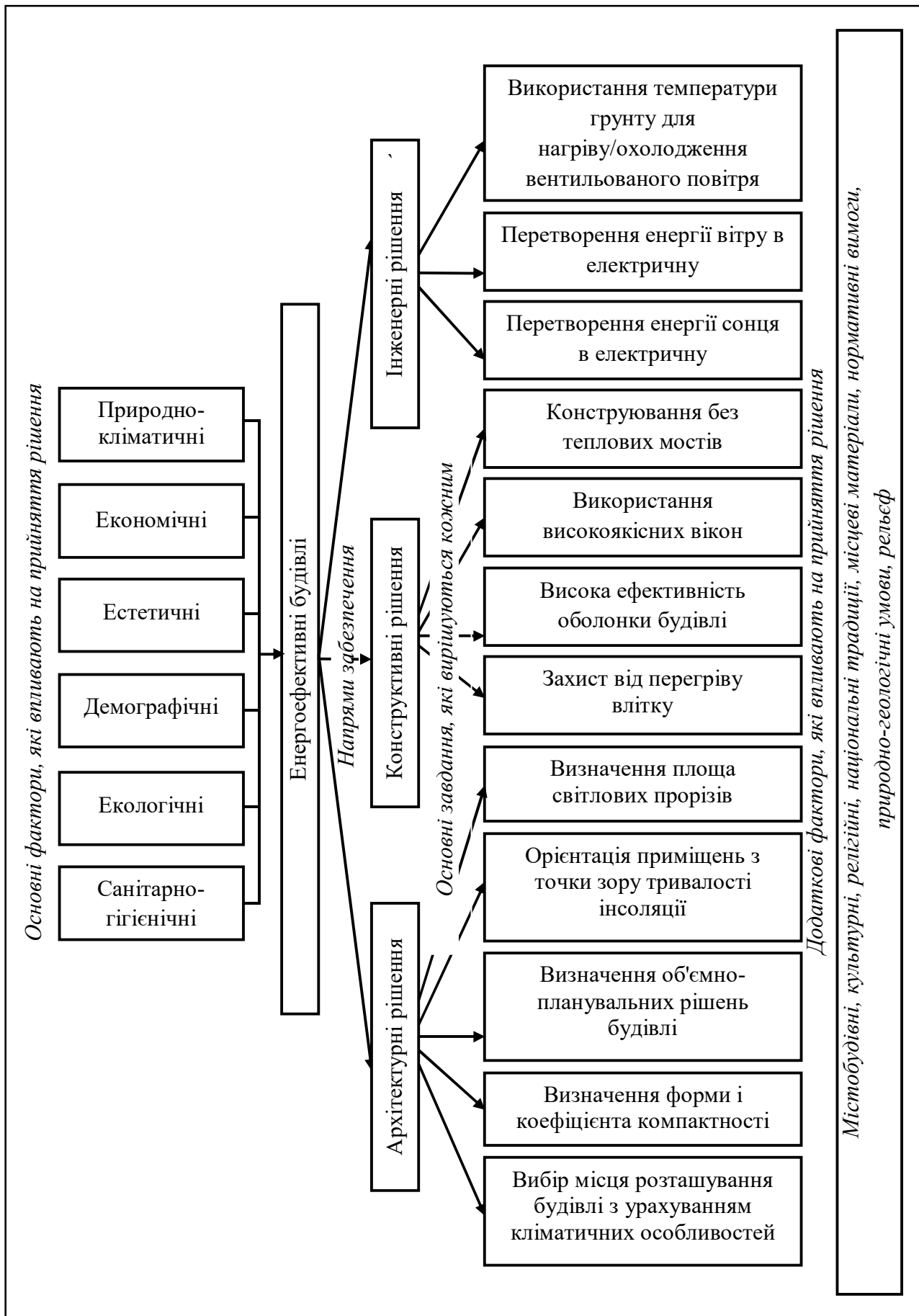
In order to improve the ecological aspects of buildings on the territory of Ukraine, it has been developed and proposed structural solutions of the walls, constructed with locally available and generally sustainable materials with application to modern highly thermal heat insulations.

The questions of technical-engineering solution for Passive House dwelling standard, which fundamentally consists of an energy limit: net useful energy demand for heating and cooling of 15 kWh/m<sup>2</sup>/year and total primary energy consumption of 120 kWh/m<sup>2</sup>/year. These requirements are taken into account to determine the issues relating to the tilt angle and integration of rooftop photovoltaic and solar panel, whereby using a subsoil heat exchanger with various shallow geothermal methods to keep the heat exchanger of the ventilation system frost-free. Compact heat pump units, combining heat recovery ventilation with heating, hot water supply, and storage in one unit for this purpose, while utilizing the solar power for air conditioning refers to using the sun's power or energy to cool the house.

The method of determining the optimal tilt angle of solar collectors for different regions of Ukraine is proposed taking into consideration the annual cloudy condition. The calculations are made for several cities located in different climatic zones.

The dissertation achievements have been incorporated into public documents, including national regulatory documents on issues related to the design and reconstruction of passive buildings, as well as methodological guidelines focuses on preparation specialists within existing disciplines of architecture and construction. The contributions of the dissertation have also been implemented in design and construction practices.

**Keywords:** architectural design, passive buildings, building typology, improvement energy efficiency in buildings, architectural-construction climatic zones.



**Рис. 1. Взаємозв'язок комплексу чинників, які необхідно аналізувати при проектуванні енергоефективних будівель**

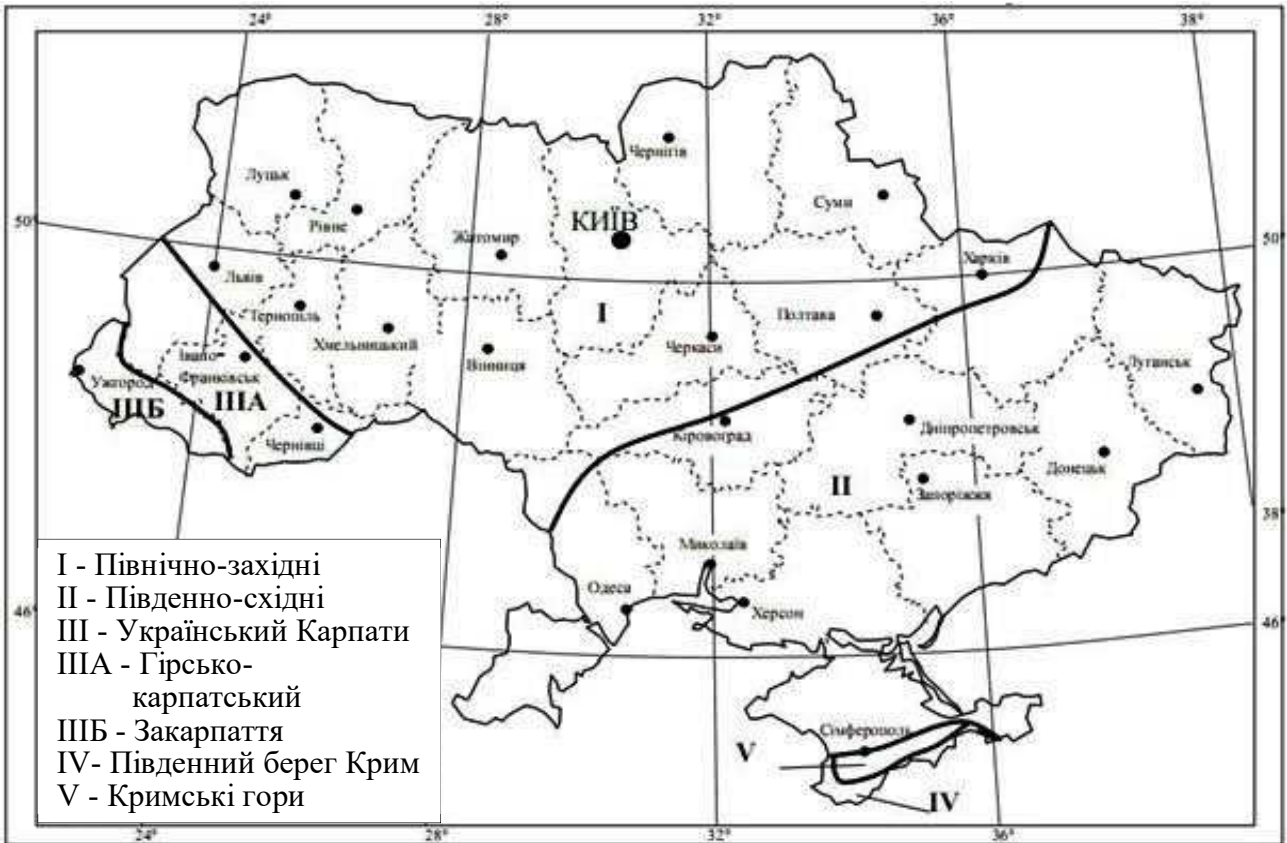


Рис. 2. Архітектурно-будівельне кліматичне районування території України

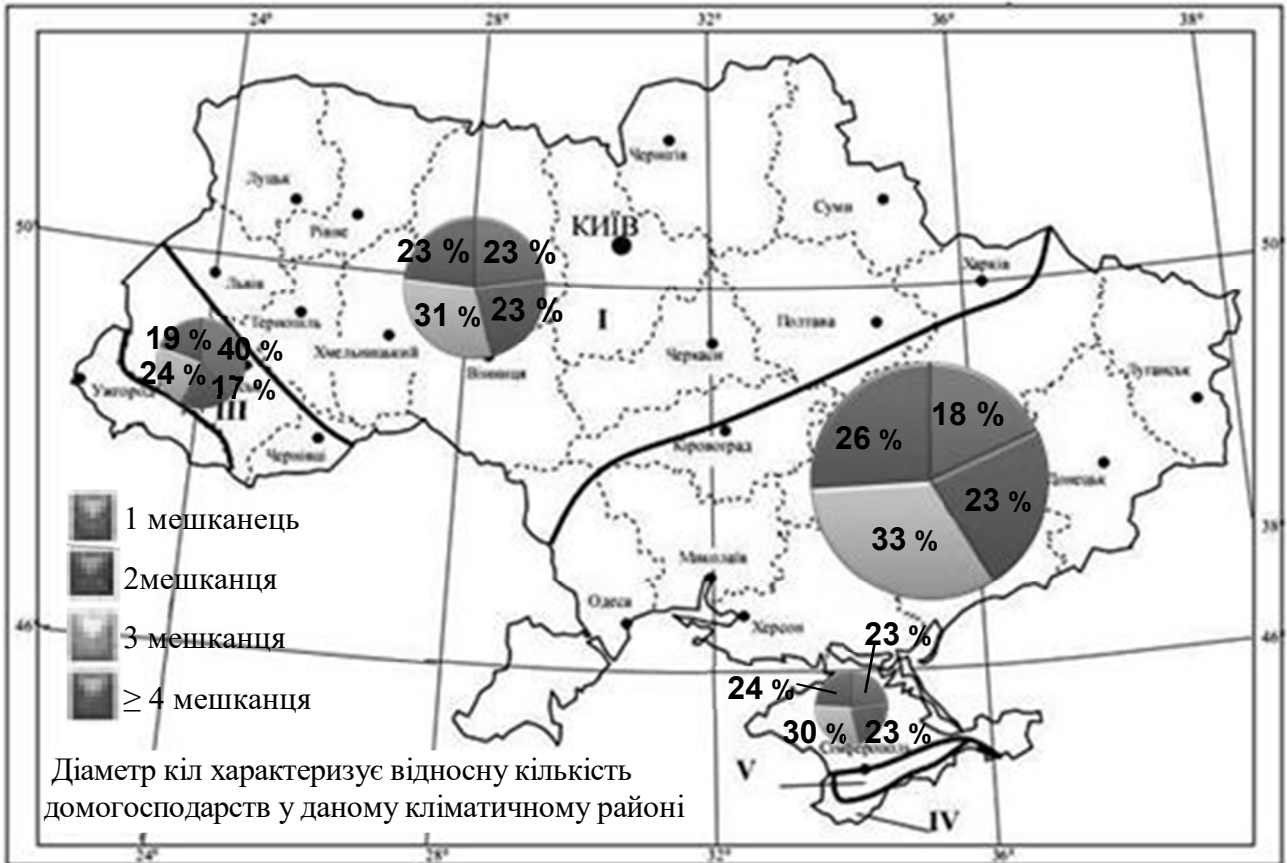
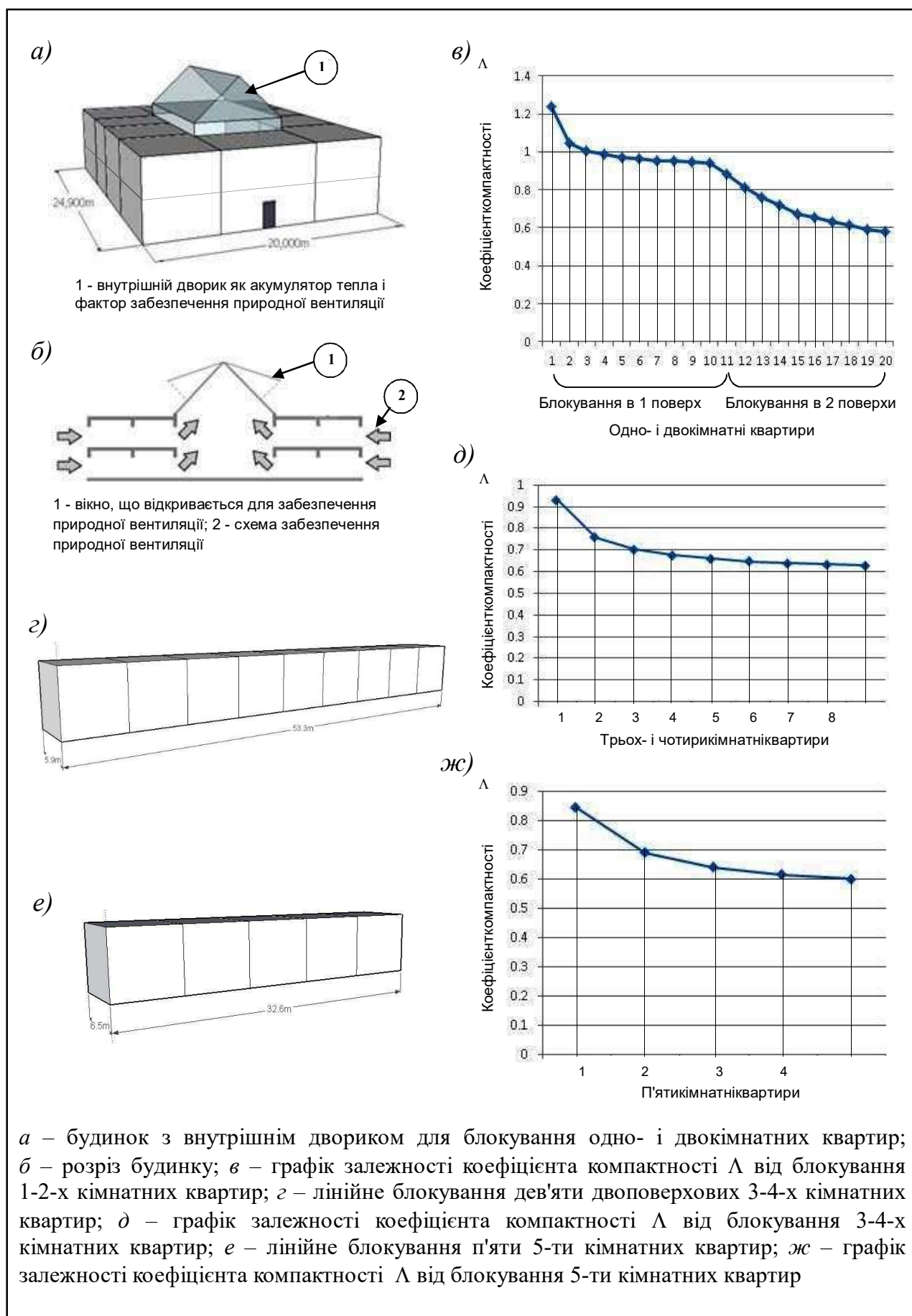


Рис. 3. Розподіл домогосподарств по архітектурно-кліматичних районах України



**Рис. 4. Дослідження впливу блокування будинків на досягнення значень коефіцієнту компактності, що відповідають вимогам пасивних будинків**