

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання

«На правах рукопису»
УДК 621.548

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
Денис ДЕРЕВ'ЯНКО
«__» _____ 2021 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

на тему: «Підвищення точності визначення класу енергетичної ефективності будівель на стадії проектування»

Виконав (-ла):

студент (-ка) II курсу, групи ОН-01мп

Луцик Тарас Миколайович

Керівник:

к.т.н., доц. Дерев'янка В.Г.

Консультант з нормоконтролю:

ас. Прокопенко І.Д.

Рецензент:

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

В.о. завідувача кафедри

_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО

«__» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Луцик Тарас Миколайович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Підвищення точності визначення класу енергетичної ефективності будівель на стадії проектування»

науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Дерев'янка Денис Григорович,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» листопада 2021 р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації 16 грудня 2021 року

3. Об'єкт дослідження процес сертифікації будівель щодо рівня енергоефективності

4. Предмет дослідження методи визначення рівня енергетичної ефективності будівель та споруд

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1) аналіз нормативних вимог до енергетичного сертифікату будівель і споруд, 2) аналіз нормативних вимог щодо класів енергетичної ефективності та особливості до складання енергетичних сертифікатів в Україні 3) аналіз методики визначення класу енергетичної ефективності будівель та споруд 4) Співставний аналіз методів розрахунку класів енергетичної ефективності побудованої будівлі та будівлі на стадії проектування 5) Визначення особливостей розрахування класу енергетичної ефективності будівлі на стадії проектування

6.Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація – наочні матеріали за результатами дослідження (алгоритми розрахунків та діаграми), графіки енергоспоживання, блок-схеми, , результати одно- і багатофакторного регресійного аналізу, результати статистичних розрахунків.

7.Орієнтовний перелік публікацій результати магістерської дисертації були оприлюдненні на IV Науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ, Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". Дата проведення – 17-18 листопада 2021 року.

8.Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль

ас. Прокопенко І.Д.

9.Дата видачі завдання 1 вересня 2021 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1.	Отримання завдання	01.06.21	
2.	Аналіз літературних джерел	17.06.21-30.06.21	
3.	Складання плану роботи	17.07.21-22.07.21	
4.	Робота над першим та другим розділом	01.08.21-15.08.21	
5.	Робота над третім розділом	19.08.21-15.09.21	
6.	Розробка стартап проекту	28.09.21-05.10.21	
7.	Оформлення дисертації	20.10.21-29.10.21	
8.	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	30.10.21-10.12.21	
9.	Передзахист МД	10.12.21-14.12.21	
10.	Захист дисертації	20.12.21-22.12.21	

Студент

(підпис)

Луцик Т.М.

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Луцик Т.М.

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи: дисертація викладена на 123 сторінках, складається зі вступу, 4 розділів, висновку, уміщує 21 рисунок, 41 таблицю, 72 формули, список використаних джерел із 28 найменувань на 2 сторінках.

Актуальність теми. В даній роботі ми визначаємо клас енергоефективності для будівлі на стадії проектування і визначаємо методики для полегшення створення сертифікату енергоефективності будівлі на стадії проектування, для чіткого розуміння порівняння методики енергозбереження будівлі на стадії проектування і збудованої будівлі і для вибору найбільш оптимальної методики енергозбереження будівлі.

Енергетична ефективність будівель визначається відповідно до методики, що розробляється з урахуванням вимог актів законодавства Європейського Союзу, Енергетичного Співтовариства, гармонізованих європейських стандартів у сфері енергетичної ефективності будівель та затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва.

Під час проведення розрахунку енергетичної ефективності будівель може використовуватися програмне забезпечення для визначення енергетичної ефективності будівель, всі розрахункові елементи якого відповідають вимогам методики визначення енергетичної ефективності будівель та застосовуються у порядку, встановленому центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва.

У процесі визначення енергетичної ефективності будівель обов'язково враховується інформація про:

- 1) місцеві кліматичні умови;
- 2) функціональне призначення, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі;

3) геометричні (враховуючи розташування та орієнтацію огорожувальних конструкцій), теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі, а також енергетичний баланс будівлі;

4) нормативні санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі;

5) нормативний строк експлуатації огорожувальних конструкцій та елементів (у тому числі обладнання) інженерних систем;

6) технічні характеристики інженерних систем;

7) використання відновлюваних джерел енергії, пасивних сонячних систем та систем захисту від сонця, а також енергії, виробленої шляхом когенерації.

Особливості визначення енергетичної ефективності будівлі, приміщення якої мають різне функціональне призначення, встановлюються методикою, описаною в законі України про енергетичну ефективність.

Тема дослідження. Підвищення точності визначення класу енергетичної ефективності будівель на стадії проектування.

Мета дослідження: підвищення достовірності сертифікатів енергетичної ефективності будівель на стадії проектування.

Завдання дослідження:

1. Аналіз нормативних вимог до енергетичного сертифікату будівель і споруд .

2. Аналіз нормативних вимог щодо класів енергетичної ефективності та особливості до складання енергетичних сертифікатів в Україні.

3. Аналіз методики визначення класу енергетичної ефективності будівель та споруд.

4. Співставний аналіз методів розрахунку класів енергетичної ефективності побудованої будівлі та будівлі на стадії проектування.

5. Визначення особливостей розрахування класу енергетичної ефективності будівлі на стадії проектування

Об'єктом дослідження є процес сертифікації будівель щодо рівня енергоефективності.

Предмет дослідження: методи визначення рівня енергетичної ефективності будівель та споруд.

Методи дослідження. Розробки і дослідження проводилися на основі визначення класу енергоефективності збудованої будівлі та будівлі на стадії проектування і складання сертифікату .

Елементи наукової новизни одержаних результатів.

1. На основі аналізу нормативних вимог до енергетичного сертифікату будівель ми вдосконалили методику розрахунку енергетичного сертифікату, що надає змогу підвищити точність розрахунку енергетичного сертифікату.

2. На основі проведеного співставного аналізу методів розрахунку класів енергетичної ефективності побудованої будівлі та будівлі на стадії проектування ми визначили особливості розрахування класу енергетичної ефективності будівлі на стадії проектування, що надало змогу підвищити достовірність енергетичних сертифікатів на стадії проектування.

Практичне значення одержаних результатів.

Дослідження, що було проведене в роботі може бути використане:

- для полегшення створення сертифікату енергоефективності будівлі на стадії проектування;
- для чіткого розуміння порівняння методики енергозбереження будівлі на стадії проектування і збудованої будівлі;
- для вибору найбільш оптимальної методики енергозбереження будівлі.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень, викладених у дисертаційній роботі висвітлено на науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ.

Публікації. Матеріали дисертаційної роботи відображено у 1 публікації.

Луцик Т.М. «АНАЛІЗ ФУНКЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ ПРОЕКТУ У ПРОГРАМІ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОГО

ПРОЕКТУВАННЯ ARCHICAD» IV Науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів), Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". Дата проведення – 17-18 листопада 2021 року.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, КЛАС ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ, РІВЕНЬ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ, ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ, ПОБУДОВАНА БУДІВЛЯ, БУДІВЛЯ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ.

ABSTRACT

Structure and scope of work: the dissertation is set out on 122 pages, consists of an introduction, 4 chapters, a conclusion, contains 21 figures, 41 tables, 65 formulas, a list of used sources of 28 titles on 2 pages.

Relevance of the topic. In this paper we define the energy efficiency class for a building at the design stage and define methods to facilitate the creation of a building energy efficiency certificate at the design stage, to clearly understand the comparison of building energy saving techniques at the design stage and constructed building and to choose the best energy saving method.

Energy efficiency of buildings is determined in accordance with the methodology developed taking into account the requirements of European Union legislation, the Energy Community, harmonized European standards in the field of energy efficiency of buildings and approved by the central executive body for state policy in construction.

When calculating the energy efficiency of buildings can be used software to determine the energy efficiency of buildings, all elements of which meet the requirements of the methodology for determining the energy efficiency of buildings and are used in the manner prescribed by the central executive body.

In the process of determining the energy efficiency of buildings, information on:

- 1) local climatic conditions;
- 2) functional purpose, architectural-planning and constructive decision of the building;
- 3) geometric (taking into account the location and orientation of enclosing structures), thermal and energy characteristics of the building, as well as the energy balance of the building;
- 4) normative sanitary-hygienic and microclimatic conditions of the building premises;
- 5) standard service life of fencing structures and elements (including equipment) of engineering systems;

- 6) technical characteristics of engineering systems;
- 7) use of renewable energy sources, passive solar systems and solar protection systems, as well as energy produced by cogeneration.

Peculiarities of determining the energy efficiency of a building, the premises of which have different functional purposes, are established by the method described in the Law of Ukraine on Energy Efficiency.

Research topic. Improving the accuracy of determining the energy efficiency class of buildings at the design stage.

The purpose of the study: to increase the reliability of energy performance certificates of buildings at the design stage.

Objectives of the study:

1. Analysis of regulatory requirements for the energy certificate of buildings and structures.
2. Analysis of regulatory requirements for energy efficiency classes and features of energy certificates in Ukraine
3. Analysis of the methodology for determining the energy efficiency class of buildings and structures.
4. Comparative analysis of methods for calculating energy efficiency classes of the constructed building and the building at the design stage.
5. Determining the features of calculating the energy efficiency class of the building at the design stage

The object of research is the process of certification of buildings on the level of energy efficiency.

Subject of research: methods for determining the level of energy efficiency of buildings and structures.

Research methods. Developments and researches were carried out on the basis of definition of a class of energy efficiency of the constructed building and the building at a stage of designing and drawing up of the certificate.

The practical significance of the results obtained.

The research conducted in this work can be used:

- to facilitate the creation of a certificate of energy efficiency of the building at the design stage;
- for a clear understanding of the comparison of the method of energy saving of the building at the design stage and the constructed building;
- to choose the most optimal method of energy saving the building.

Approbation of work results. The results of the research presented in the dissertation were presented at the scientific and technical conference of IEE masters.

Publications. Materials of the dissertation work are reflected in 1 publication.

Луцик Т.М. "ANALYSIS OF THE FUNCTION OF ENERGY EVALUATION OF THE PROJECT IN THE ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION PROGRAM

ARCHICAD DESIGN »IV Scientific and Technical Conference of IEE undergraduates (based on the results of dissertation research of undergraduates), Institute of Energy Conservation and Energy Management, National Technical University of Ukraine" Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky ". Date of the event - November 17-18, 2021.

Key words: ENERGY EFFICIENCY, ENERGY EFFICIENCY CLASS, ENERGY EFFICIENCY LEVEL, ENERGY CERTIFICATE, CONSTRUCTED BUILDING, BUILDING AT DESIGN STAGE.

Зміст

Вступ.....	12
1. ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ.....	15
1.1. Нормативні вимоги щодо енергетичної ефективності будівель у світі.	15
1.2. Нормативні вимоги щодо складання енергетичних сертифікатів в Україні.....	22
Висновок до розділу.....	25
2. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ.....	26
2.1. Методика визначення класу енергетичної ефективності збудованої будівлі	26
2.2. Особливості визначення класу енергетичної ефективності будівлі на стадії проектування.....	46
Висновок до розділу.....	61
3. РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕРТИФІКАТУ БУДІВЛІ.....	62
3.1 Розрахунок складових енергетичного сертифікату побудованої будівлі.....	62
3.2 Розрахунок складових енергетичного сертифікату будівлі на стадії проектування.....	93
3.3 Розрахунок сертифікату енергоефективності будівлі на стадії проектування.....	103
3.4 Порівняння складових енергетичного сертифікату побудованої будівлі та на стадії проектування.....	108
Висновок до розділу.....	110
СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	111
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.....	119
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТУВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	120

ВСТУП

Енергетична ефективність будівель визначається відповідно до методики, що розробляється з урахуванням вимог актів законодавства Європейського Союзу, Енергетичного Співтовариства, гармонізованих європейських стандартів у сфері енергетичної ефективності будівель та затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва.[3]

Під час проведення розрахунку енергетичної ефективності будівель може використовуватися програмне забезпечення для визначення енергетичної ефективності будівель, всі розрахункові елементи якого відповідають вимогам методики визначення енергетичної ефективності будівель та застосовуються у порядку, встановленому центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва.

У процесі визначення енергетичної ефективності будівель обов'язково враховується інформація про:

- 1) місцеві кліматичні умови;[5]
- 2) функціональне призначення, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі;[26]
- 3) геометричні (враховуючи розташування та орієнтацію огорожувальних конструкцій), теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі, а також енергетичний баланс будівлі;[26]
- 4) нормативні санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі;[3]
- 5) нормативний строк експлуатації огорожувальних конструкцій та елементів (у тому числі обладнання) інженерних систем;[21]
- 6) технічні характеристики інженерних систем;[5]
- 7) використання відновлюваних джерел енергії, пасивних сонячних систем та систем захисту від сонця, а також енергії, виробленої шляхом когенерації.[12]

Особливості визначення енергетичної ефективності будівлі, приміщення якої мають різне функціональне призначення, встановлюються методикою, описаною в законі України про енергетичну ефективність.

Тема дослідження. Підвищення точності визначення класу енергетичної ефективності будівель на стадії проектування.

Мета дослідження: підвищення достовірності сертифікатів енергетичної ефективності будівель на стадії проектування.

Завдання дослідження:

- 1 Аналіз нормативних вимог до енергетичного сертифікату будівель і споруд .
- 2 Аналіз нормативних вимог щодо класів енергетичної ефективності та особливості до складання енергетичних сертифікатів в Україні.
- 3 Аналіз методики визначення класу енергетичної ефективності будівель та споруд.
- 4 Співставний аналіз методів розрахунку класів енергетичної ефективності побудованої будівлі та будівлі на стадії проектування.
- 5 Визначення особливостей розрахування класу енергетичної ефективності будівлі на стадії проектування.

Об'єктом дослідження є процес сертифікації будівель щодо рівня енергоефективності.

Предмет дослідження: методи визначення рівня енергетичної ефективності будівель та споруд.

Методи дослідження. Розробки і дослідження проводилися на основі визначення класу енергоефективності збудованої будівлі та будівлі на стадії проектування і складання сертифікату .

Практичне значення одержаних результатів.

Дослідження, що було проведене в роботі може бути використане:

- для полегшення створення сертифікату енергоефективності будівлі на стадії проектування;

- для чіткого розуміння порівняння методики енергозбереження будівлі на стадії проектування і збудованої будівлі;
- для вибору найбільш оптимальної методики енергозбереження будівлі.

Структура і обсяг роботи: дисертація викладена на 122 сторінках, складається зі вступу, 4 розділів, висновку, уміщує 21 рисунок, 41 таблиці, 65 формул, список використаних джерел із 28 найменувань на 2 сторінках.

-

1 ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ

1.1 Нормативні вимоги щодо енергетичної ефективності будівель у світі

Енергетична ефективність будівлі це властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі при нормативно допустимому (оптимальному) рівні витрат енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов за ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».

В Європі прийнята наступна класифікація будівель, яка застосовується також і в Україні, для оцінки енергоефективності будівель при визначенні подальших кроків у нормуванні їх рівнів:

старі будівлі, що побудовані до 1970-х років (в Україні до 2007 року) і вимагають для свого опалення та охолодження близько 300 кВт год/м²;

нові будівлі, які будувалися в Європі з 1970-х до 2002 року (в Україні до 2016 року) - 150 кВт год/м²;

будівлі низького споживання енергії (з 2002 року в Європі не дозволено зведення будівель з великим енергоспоживанням) - 60 кВт-год/м²;

пасивні будівлі (прийнятий Закон, за яким з 2019 року в Європі не можна зводити будівлі за стандартами нижче ніж пасивний будинок)- 15 кВт-год/м²;

будівлі нульової енергії (архітектур-но має ті ж стандарти, що й пасивні будівлі, але інженерно оснащені так, щоб споживати виключно тільки ту енергію, яку самі й виробляють) - 0 кВт-год/м²;

будівлі плюс енергія, які за допомогою встановленого на них інженерного обладнання - сонячних батарей, колекторів, теплових насосів, рекуператорів та інших - виробляють більше енергії, ніж самі споживають.

На нормативному рівні енергоефективність в Україні почала втілюватися в у новому будівництві та реконструкції існуючих будівель житлового й громадського призначення з виходом ДБН В.2.6- 31-2006 «Теплова ізоляція будівель» з 2007-го року і була підкріплена ДСТУ Б А.2.2-8:2010 [2], який ввів окремий розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації. На той момент українські нормативи енергоефективності будівель відповідали прийнятій у Європі Директиві 2002/91/ ЄС. Основними методологічними чинниками цієї директиви є: загальні методології розрахунків; мінімальні вимоги у новому будівництві; мінімальність при реконструкції; енергетична сертифікація будівель; регулярна інспекція.

На сучасному рівні нормативного забезпечення виступають зобов'язання України в імплементації ще трьох основних директив Європейського Союзу:

Директива 2010/30/ЄС. Про вказування за допомогою маркування та стандартної інформації про товар обсягів споживання енергії та інших ресурсів енергоспоживчими продуктами;

Директива 2010/31 /ЄС. Про енергоефективність будівель (ЕРЕЮ);

Директива 2006/32/ЄС. Про ефективність кінцевого використання енергії та енергетичні послуги (з 25.10.2012 EED 2012/27/ЄС Про енергоефективність).

Друга і третя директиви вже знайшли своє втілення у нормативних документах України, перша перебуває у стадії технічної підготовки, обговорення та необхідного погодження.

З виходом у 2013 році стандарту ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 [3] відбувається перехід на новий рівень оцінки енерговитрат будівлі, коли поряд з опаленням передбачається врахувати й охолодження. Переходом на новий рівень проектування є вихід ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична

ефективність будівель.

У стандарті прописано три основних методи оцінки енерговитрат: сезонний або місячний, спрощений погодинний та деталізованого моделювання. В Україні прийнято перший метод, як більш простий і який спирається на існуючий досвід визначення сезонних енерговитрат на опалення.

Розрахункове значення EP визначають за формулою:

для житлових будинків [1]

$$EP = (O_{H,nd} + O_{C,nd} + Q_{DHW,nd})/A_f, \quad (1.1)$$

де $O_{H,nd}$, - річна енергопотреба будівлі для опалення кВт год;

$O_{C,nd}$, - річна енергопотреба будівлі для охолодження кВт год;

$Q_{DHW,nd}$ - річна енергопотреба будівлі для гарячого водопостачання, кВт год;

A_f - кондиціонована (опалювальна) площа для житлової будівлі, м²;

V - кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м³.

Фактичне значення EP визначають за ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель».

Для будівель, що підлягають термічній модернізації, допускається приймати збільшені значення максимальної річної питомої енергетичної потреби з коефіцієнтом 1,1 до EP_{max} .

Більше 90% нашого часу проводимо в будівлях, тобто в офісі або вдома. Енергія, що використовується у будівлях (житлових та комерційних), припадає на значний відсоток загального споживання енергії країни. Цей відсоток сильно залежить від ступеня електризації, рівня урбанізації, розмір забудови на душу населення, переважаючий клімат, а також національний та місцеву політику щодо підвищення ефективності.

Нижче наведено приблизні цифри для різних регіонів:

1. Країни Європейського Союзу - 40 відсотків
2. Філіппіни - 15-20 відсотків
3. Бразилія - 42 відсотки

4. Флорида/США - 47 відсотків

5. Каліфорнія - 66 відсотків

У багатьох країнах будівлі споживають більше енергії, ніж транспорт та промисловість. За статистикою Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА) в усьому світі будівельний сектор відповідає за споживання електроенергії більше, ніж будь-який інший сектор, 42 відсотки. Будівельний сектор охоплює різноманітний набір видів кінцевого використання, які мають різні наслідки використання енергії.

Опалення приміщень, охолодження та освітлення приміщень, на які разом припадає більшість використання енергії будівель у промислово розвинених країнах, залежать не тільки від енергоефективності контролю температури і системи освітлення, а також від ефективності будівель, в яких вони працюють.

Будівельні конструкції та матеріали мають значний вплив на енергію, споживану для певного набору кінцевих цілей. З іншого боку, дизайн будівлі – ні впливають на споживання енергії для приготування їжі або приладів, хоча ці кінцеві види використання є незважаючи на це, відноситься до будівельного сектора. Ефективність приладів важливіша для одних кінцевих цілей, ніж для інших. Нагрівання води та охолодження кожного рахунку для значних часток використання енергії будівель, оскільки вони постійно використовуються.

Загалом, споживання енергії в будівлях є вищим у промислово розвинених країнах. Таким чином, розвиток має важливий вплив на попит на енергію з боку будівлі сектору, що означає, що ефективність будівництва стає все більш значущою в міру розвитку країн стають більш процвітаючими. Важливість енергоефективності в будівельному секторі є особливо значним у країнах, що розвиваються, завдяки швидкому новому будівництву з можливістю використовувати ефективні матеріали та передовий досвід.

Аналіз будівельного сектора дає неоднозначні висновки через різноманітність впливів та кінцевого використання, які втілює цей сектор.

Міжнародна торгівля та невелика кількість транснаціональних

корпорацій відіграє значну роль у виробництві та розповсюдженні більшості будівельних приладів, включаючи кухонні прилади, освітлення, системи опалення та охолодження.

Вигоди, які можуть отримати від інвестицій в енергоефективність будівель:

- зменшення використання енергії для опалення та/або охолодження та нагріву води;
- зменшене споживання електроенергії для освітлення, офісної техніки та побутового типу побутова техніка;
- нижчі вимоги до обслуговування;
- покращений комфорт;
- підвищена вартість майна.

У країнах, що розвиваються, де електроенергія нестабільна, а електроенергія нормується часто існує великий попит на дизельне паливо або відновлювану енергію на основі резервного/резервного виробництва електроенергії з боку кінцевих користувачів. Зниження потужності та енергії вимоги до будівель зменшує необхідні капітальні витрати та експлуатацію витрати на ці системи очікування .

У промислово розвинених країнах політика, стимули, цілі щодо зміни клімату та корпоративний імідж стимулюють більш ефективні підходи до використання енергії в будівлях. Коди і практика енергетичного регулювання будівель у розвинених країнах включає зобов'язання щодо проведення енергетичних аудитів, вимоги до сертифікації будівель з рейтингами на основі енергоефективності, цільових показників скорочення викидів вуглецю для будівель, зборів на споживання енергії стягується за одиницю споживання, щоб запобігти великому споживанню, такі стимули, як звільнення від податку на будівництво для високої енергоефективності рейтинги, доступ до безвідсоткових/низькопроцентних позик та субсидій для підприємств енергоефективних заходів у будівлях та, як частина їх корпоративних соціальних відповідальність, деякі компанії хотіли б, щоб їх розглядали як

зелену компанію, яка сприяє енергоефективності.

Як підвищити свій рейтинг енергоефективності

У сертифікаті енергоефективності буде перераховано способи покращення вашого рейтингу та орієнтовні витрати.

Загальні рекомендації включають:

- утеплення підлоги, даху, горища або стін. Краща ізоляція зменшує потребу в опаленні, тим самим зменшуючи рахунок за електроенергію.
- подвійне скло: вікна зберігають значно більше тепла, коли вони склопакети, знову ж таки зменшуючи потребу в опаленні.
- сонячні батареї: вони виробляють більш дешеву та екологічно чисту енергію.
- Низько енергетичне освітлення: менша зміна, яка не передбачає структурних змін, використання низько енергетичних лампочок є дешевим і простим способом знизити рахунки за електроенергію.

Сертифікат також включатиме: потенційні витрати на проведення цих удосконалень та типову економію за трирічний період, приблизні витрати на опалення, освітлення та гарячу воду після внесення поліпшень та загальну потенційну економію та рейтинг енергоефективності.[8]

Сертифікат енергоефективності дійсний 10 років. Вперше вони були представлені в Англії та Уельсі в 2007 році, тому, залежно від того, коли ви переїхали, ваша нерухомість може вже мати дійсний сертифікат. Використовуйте інструмент пошуку в реєстрі енергетичного сертифікату, щоб перевірити, чи він у вас є, і, якщо так, чи він ще дійсний.

Енергетичні сертифікати можуть коштувати до 120 фунтів стерлінгів (25000 грн), хоча ціна на більшість об'єктів нерухомості набагато нижча. Хоча всі будинки повинні мати ЕРС, перш ніж їх можна буде продати чи відпустити, у виборі більш дорогого постачальника немає ніякої користі, тому необхідно звертатися безпосередньо до вітчизняного експерта з оцінки енергії, а не через агента з нерухомості, як правило, дешевше. Приклад сертифікату зображено на рисунку 1.1.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження)
будівлі:

Хмельницька область, с. Чаньків, вул. М. Ковальчука, 34

Функціональне призначення та
назва:

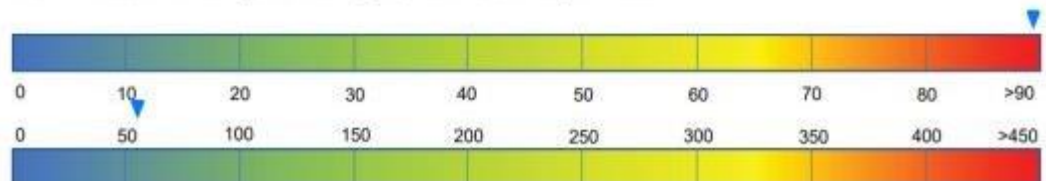
будівля навчального закладу, Чаньківська ЗОШ І–ІІІ
ступенів Дунаєвської міської ради

Відомості про конструкцію будівлі:

опалювана площа, м ² :	1863	опалюваний об'єм, м ³ :	6268
кількість поверхів:	2	рік прийняття в експлуатацію:	1974

Шкала класів енергетичної ефективності		Клас енергетичної ефективності
Високий рівень енергоефективності		
A	<17 кВт х год/м³	
B	<30 кВт х год/м³	
C	<33 кВт х год/м³	
D	<42 кВт х год/м³	
E	<50 кВт х год/м³	
F	≤58 кВт х год/м³	
G	>58 кВт х год/м³	
Низький рівень енергоефективності		
Питоме споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі, кВт х год/м³		65

Питоме споживання первинної енергії, кВт х год/м² за рік: 268



Питомі викиди парникових газів, кг/м² за рік: 53

Серія та номер кваліфікаційного атестата енергоаудитора AA000002

Рисунок 1.1 – Енергетичний сертифікат будівлі

1.2 Нормативні вимоги щодо складання енергетичних сертифікатів в Україні

Нормативно-правові акти для енергетичної сертифікації

1. ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель»[1]
2. Наказ Мінрегіону «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель» від 11 липня 2018 року № 169.[2]
3. Наказ Мінрегіону «Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката» від 11 липня 2018 року № 172.[14]
4. Наказ Мінрегіону «Про затвердження Порядку здійснення незалежного моніторингу енергетичних сертифікатів» від 18.10.2018 року № 276.[12]
5. Постанова КМУ «Про затвердження переліку будівель промислового та сільськогосподарського призначення, об'єктів енергетики, транспорту, зв'язку та оборони, складських приміщень, на які не поширюються мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель та які не підлягають сертифікації енергетичної ефективності будівель» від 11 квітня 2018 року № 265 .
6. Пункт 6 частини першої статті 1 ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель» енергетичний сертифікат - електронний документ встановленої форми, в якому зазначено показники та клас енергетичної ефективності будівлі, наведено сформовані у встановленому законодавством порядку рекомендації щодо його підвищення, а також інші відомості щодо будівлі, її відокремлених частин, енергетичну ефективність яких сертифіковано.[19]
7. Пункт 14 частини першої статті 1 ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель» сертифікація енергетичної ефективності - вид енергетичного аудиту, під час якого здійснюється аналіз інформації щодо фактичних або проектних характеристик огорожувальних конструкцій та інженерних систем, оцінюється відповідність розрахункового рівня енергетичної

ефективності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель та надаються рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівель, що враховують місцеві кліматичні умови, є технічно та економічно обґрунтованими.

В Україні прийнято визначати сім класів енергоефективності, що наведені в таблиці 1.1 При новому будівництві та термомодернізації існуючої забудови клас енергоефективності повинен бути не нижчим за «С». Інженерні системи повинні мати також клас енергоефективності не нижчий за «С».

Таблиця 1.1 – Класи енергетичної ефективності

Класи енергетичної ефективності будинку за питомою енергопотребою	Різниця розрахункового або фактичного значення питомої енергопотреби, EP і максимально допустимого значення, EP_{max} % $[(EP - EP_{max}) / EP_{max}] * 100\%$
A	Мінус 50 та менше
B	Від мінус 49 до мінус 10
C	Від мінус 9 до 0
D	Від 1 до 25
E	Від 26 до 50
F	Від 51 до 75
G	76 та більше

При виконанні умови з енергоефективності (клас не нижче С) допускається застосовувати окремі конструктивні елементи теплоізоляційної оболонки зі зниженими значеннями опору теплопередачі до рівня 75 % від R_{qmin} для непрозорих частин зовнішніх стін і до рівня 80 % від R_{qmin} для інших огорожувальних конструкцій при обов'язковому виконанні санітарно - технічних умов.

Таким чином, станом на 1 квітня 2017 року в Україні діють досить жорсткі вимоги до енергетичної ефективності будівель.

Нові будівлі необхідно обов'язково проектувати з низьким споживанням енергії - класу С або В та втілювати прогресивні заходи по конструюванню зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель та інженерного обладнання для проектування пасивних будівель класу А.

Зводити нові будівлі з великим споживанням енергії – класів D, E, F і G - в Україні не дозволяється.

Відповідно до Закону України «Про енергетичну ефективність будівель»,

Методики визначення енергетичної ефективності будівель сертифікат енергетичної ефективності розробляється на будівлю або її відокремлену частину.

Відокремлена частина будинку, будівлі, споруди - це автономна конструктивна система, відокремлена деформаційно-температурним, антисейсмічним (за потреби) швом, протипожежною стіною, яка має автономне інженерне забезпечення та закінчений цикл виробничого процесу, наприклад, блок-секція, дільниця тощо (п. 3.4 ДБН А.2.2-3 2014).[8]

Враховуючи зазначене, не допускається визначити клас енергетичної ефективності та розробляти енергетичний сертифікат для вбудованих, вбудовано-прибудованих та інших аналогічних типів приміщень.

Подання енергетичного сертифікату та включення його до бази даних

На період розроблення і до введення в дію відповідного програмного забезпечення для функціонування персонального електронного кабінету, з метою систематизації передачі до Держенергоефективності інформації про енергетичний сертифікат та вихідні дані, енергоаудитор протягом 10 робочих днів з дня складання енергетичного сертифіката надсилає документи (за переліком, щонижче) на електронну адресу certification.sae@gmail.com.

Перелік документів:

- енергетичний сертифікат;
- вхідні, проміжні та результативні показники енергетичної ефективності будівель за формою, наведеною у додатку 1 Порядку незалежного моніторингу енергетичних сертифікатів, затвердженого наказом Мінрегіону від 18.10.2018 №276;
- електронні копії проектної документації чи документації, складеної за результатами технічної інвентаризації, яка складається відповідно до

- вимог Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 року №257, або паспорта об'єкта;[15]
- інші відомості та/або копії документів, що використовувалися під час проведення сертифікації енергетичної ефективності будівлі.[13]

Висновок до розділу

Аналізуючи нормативні вимоги щодо енергетичної ефективності будівель у світі, ми зробили висновок, що у промислово розвинених країнах політика, стимули, цілі щодо зміни клімату та корпоративний імідж стимулюють більш ефективні підходи до використання енергії в будівлях.

Проаналізувавши нормативні вимоги щодо складання енергетичних сертифікатів в Україні, ми визначили, що в Україні прийнято визначати сім класів енергоефективності. При новому будівництві та термомодернізації існуючої забудови клас енергоефективності повинен бути не нижчим за «С». Інженерні системи повинні мати також клас енергоефективності не нижчий за «С».

На основі проведеного аналізу, було сформовано наступні задачі дослідження: співставний аналіз методів розрахунку класів енергетичної ефективності побудованої будівлі та будівлі на стадії проектування і визначення особливостей розрахунку класу енергетичної ефективності будівлі на стадії проектування.

2 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ

2.1 Методика визначення класу енергетичної ефективності збудованої будівлі

2.1.1 Визначення питомої енергопотреби на опалення, охолодження, постачання гарячої води.

Питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води розраховується за формулами

для житлових будівель[13]

$$EN = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f \quad (2.1)$$

для громадських будівель[24]

$$EN = Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd} / V \quad (2.3)$$

$Q_{H,nd}$ - річна енергопотреба будівлі на опалення, кВт х год, що визначається згідно з розділами 7-14 ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{C,nd}$ - річна енергопотреба будівлі на охолодження, кВт х год, що визначається згідно з розділами 7-14 ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{DHW,nd}$ - річна енергопотреба будівлі для постачання гарячої води, кВт х год, що визначається згідно з підпунктом 16.1.2 пункту 16.1 розділу 16 ДСТУ Б А.2.2-12.[22].

2.1.2 Визначення питомого енергоспоживання при опаленні

1.Питоме енергоспоживання при опаленні ($EP_{H,use}$), кВт×год/м² [кВт×год/м³] розраховується за формулами для житлових будівель

$$EP_{H,use} = Q_{H,use} / A_f \quad (2.4)$$

для громадських будівель

$$EP_{H,use} = Q_{H,use} / V, \quad (2.5)$$

$Q_{H,use}$ - річне енергоспоживання будівлі на опалення, кВт×год, що розраховується за формулою (5);

A_f , V - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м², та кондиціонований (опалювальний) об'єм для громадської будівлі (або її частини), м³, що визначаються в порядку, встановленому у пункті 8 розділу III цієї Методики [2]

Напрямок розрахунку річного енергоспоживання визначається від енергопотреби ($Q_{H,nd,i}$), кВт×год, до джерела енергії ($Q_{H,gen,out,i}$), кВт×год, та є протилежним потоку енергії в системі теплозабезпечення. Розрахунок структурується відповідно до компонентів системи теплозабезпечення (тепловіддача, теплорозподілення, акумулювання теплоти, генерування теплоти).

2. Для кожної функціональної складової системи визначається необхідна на ввіді теплота шляхом додавання розрахованих тепловтрат в ній та теплоти на виході з неї.

3. Річне енергоспоживання при опаленні ($Q_{H,use}$), кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{H,use} = \sum Q_{H,gen,out,i} + \sum Q_{H,gen,ls,i}, \quad (2.6)$$

$Q_{H,gen,out,i}$ - енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, кВт×год, що розраховується за формулою (6);

$Q_{H,gen,ls,i}$ - загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, кВт×год, що розраховуються за формулою (7).

4. Період опалення (години) визначається відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

5. Загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти ($Q_{H,gen,out,i}$), кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{H,gen,out,i} = Q_{H,dis,in,i}, \quad (2.7)$$

6. Загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця ($Q_{H,gen,ls,i}$), кВт×год, розраховуються за формулою

$$Q_{H,gen,ls,i} = Q_{H,gen,out,i} \times (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen} \quad (2.8)$$

де $\eta_{H,gen}$ - показники ефективності підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти, що приймаються згідно з даними значень сезонної ефективності виробництва/генерування теплоти, наведених у додатку 1 до цієї Методики.

7. У разі наявності джерела теплопостачання з показником ефективності, визначеним у технічній документації на обладнання, яке відрізняється від показників додатка 1 до цієї Методики, приймається значення, зазначене у технічній документації на обладнання.[15]

8. Енергія входу в підсистему розподілення упродовж і-го місяця ($Q_{H,dis,in,i}$), кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,dis,ls,nryd,i} + Q_{H,dis,out,i}, \quad (2.9)$$

де $Q_{H,dis,ls,nryd,i}$ - неутилізовані тепловтрати підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, кВт×год, розраховується за формулою (9);

$Q_{H,dis,out,i}$ - енергія виходу з підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, кВт×год, розраховується за формулою (12).

9. Неутилізовані тепловтрати підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, $Q_{H,dis,ls,nryd,i}$, кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{H,dis,ls,nryd,i} = Q_{H,dis,ls,nrbl,i} + (Q_{H,dis,ls,nrbl,i} - Q_{H,dis,ls,nryd,i}). \quad (2.10)$$

- де $Q_{H,dis,ls,nrbl,i}$ - неутилізаційні тепловтрати, кВт×год, розраховується за формулою (10);
- $Q_{H,dis,ls,rbl,i}$ - утилізаційні тепловтрати, кВт×год, розраховується за формулою (10);
- $Q_{H,dis,ls,rvd,i}$ - утилізовані тепловтрати, кВт×год, розраховується за формулою (11);

Неутилізаційними вважають тепловтрати підсистем розподілення, що знаходяться в усіх неопалювальних об'ємах. Утилізаційними вважають тепловтрати підсистем розподілення в усіх опалюваних об'ємах.

10. Тепловтрати підсистем розподілення впродовж і-го місяця, кВт×год, розраховують за формулою

$$Q_{H,dis,ls,i} = \sum \Psi_{L,j} \times (\theta_{m,i} - \theta_{i,j}) \times L_j \times t_{op,an,i} \quad (2.11)$$

- де $\Psi_{L,j}$ - лінійний коефіцієнт теплопередачі j-го трубопроводу, кВт/(м×К), визначається відповідно до типових значень лінійного коефіцієнта теплопередачі Ψ , Вт/(м·К), для нових та існуючих будівель, наведених у додатку 2 до цієї Методики;
- $\theta_{m,i}$ - середня температура теплоносія в зоні упродовж і-го місяця, °С; визначають за температурним графіком регулювання теплоносія за погодними умовами при середньомісячній температурі зовнішнього середовища відповідного місяця, що визначається згідно з таблицею А.2 ДСТУ Б А.2.2-12;
- $\theta_{i,j}$ - температура оточуючого середовища упродовж і-го місяця, °С;
- L_j - довжина j-го трубопроводу, м;

- $t_{op,an,i}$ - години опалення упродовж і-го місяця, години;
- j - індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

11. Утилізовані тепловтрати, кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{H,dis,ls,rd,i} = Q_{H,dis,ls,bl,i} \times 0.9 \times \eta_{H,gn,i}, \quad (2.12)$$

де $\eta_{H,gn,i}$ - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення впродовж і-го місяця розрахований згідно з пунктом 12.2 ДСТУ Б А.2.2-12.

12. Енергія виходу з підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, ($Q_{H,dis,out,i}$), кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{H,dis,out,i} = Q_{H,em,in,i}, \quad (2.13)$$

де $Q_{H,em,in,i}$ - енергія входу, необхідна для підсистеми тепловіддачі впродовж і-го місяця кВт×год, розраховується за формулою (13).

13. Енергія входу, необхідна для підсистеми тепловіддачі впродовж і-го місяця ($Q_{H,em,in,i}$), кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out} + Q_{H,em,ls,i}, \quad (2.14)$$

де $Q_{H,em,out}$ - енергія виходу підсистеми тепловіддачі за і-й місяць, кВт×год, розраховується за формулою (14);

$Q_{H,em,ls,i}$ - загальні тепловтрати підсистем тепловіддачі/виділення впродовж і-го місяця, які вважаються 100 % придатними для утилізації, кВт×год, розраховуються за формулою (15).

14. Енергія виходу підсистеми тепловіддачі за і-й місяць дорівнює енергопотребі, розраховується за формулою

$$Q_{H,em,out} = Q_{H,nd,i}, \quad (2.15)$$

де $Q_{H,nd,i}$ - теплота, яку необхідно подати до кондиціонованого об'єму для підтримки температури упродовж визначеного періоду часу, без урахування інженерних систем теплозабезпечення будівлі, кВт×год визначається згідно з підпунктом 7.2.1 розділу 7 ДСТУ Б А.2.2-12.

15. Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць ($Q_{H,em,ls,i}$), кВт×год, розраховуються за формулою

$$Q_{H,em,ls,i} = \left(\frac{f_{hydr} \times f_{im} \times f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \times Q_{H,em,out}, \quad (2.16)$$

де f_{hydr} - коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи, що визначається відповідно до коефіцієнтів ефективності, наведених у додатку 3 до цієї Методики;

f_{im} - коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення;

$f_{im} =$ - для постійного теплового режиму; $f_{im} = 0,98$ -
1 для періодичного теплового режиму з регулюванням без інтегрованого зворотного зв'язку; $f_{im} = 0,97$ для періодичного теплового режиму з регулюванням, що має інтегрований зворотний зв'язок (з оптимізованим пуском);

f_{rad} - коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для променевих систем опалення) і визначається згідно із додатком 3 до цієї Методики;

η_{em} - загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні розраховується за формулою

$$\eta_{em} = \frac{1}{(4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb}))}, \quad (2.17)$$

де η_{str} - складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення, визначається згідно з додатком 3 до цієї Методики;

η_{ctr} - складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення, розраховується згідно з додатком 3 до цієї Методики;

η_{emb} - складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем), визначається згідно з додатком 3 до цієї Методики.

16. У разі якщо показники складових загального рівня ефективності нагрівальних поверхонь та гідравлічного налагодження систем (f_{hydr} , f_{im} , f_{rad} , η_{em}) у технічній документації на обладнання відрізняються від значень показників, наведених у додатку 3 до цієї Методики, приймається значення, визначене на основі технічної документації на обладнання.

2.1.3 Визначення питомого енергоспоживання при охолодженні

1. Питоме енергоспоживання при охолодженні ($EP_{C,use}$), кВт×год/м² [кВт×год/м³], розраховується за формулами

для житлових будівель:

$$EP_{C,use} = Q_{C,use} / A_f, \quad (2.18)$$

для громадських будівель:

$$EP_{C,use} = Q_{C,use} / V, \quad (2.19)$$

де $Q_{C,use}$ - річне енергоспоживання при охолодженні, кВт×год, розраховується за формулою (19).

A_f, V - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м², та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м³, що визначаються в порядку, наведеному у пункті 8 розділу III цієї Методики.

2. Річне енергоспоживання при охолодженні ($Q_{C,use}$), кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,ls} + Q_{C,gen,out}, \quad (2.20)$$

де $Q_{C,gen,ls}$ - загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт×год, розраховується за формулою (20);

$Q_{C,gen,out}$ - енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт×год, розраховується за формулою (21).

3. Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання ($Q_{C,gen,ls}$), кВт×год, розраховуються за формулою

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} \times (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen}, \quad (2.21)$$

де $\eta_{C,gen}$ - показник ефективності підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, визначений відповідно до показників річної ефективності (SEER) окремих охолоджувальних машин, наведених у додатку 4 цієї Методики.

У разі якщо показники підсистем виробництва/генерування та акумулювання при охолодженні у технічній документації на обладнання відрізняються від показників, наведених у додатку 4 до цієї Методики, то

приймається значення, визначене на основі технічної документації на обладнання.[4]

Якщо підсистема виробництва/генерування та акумулювання складається більше ніж з одного типу генератора/трансформатора, розрахунки здійснюються окремо для кожної частини з відповідним показником ефективності.[15]

4. Загальна енергія виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання при охолодженні ($Q_{C,gen,out}$), кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,ac}, \quad (2.22)$$

де $\eta_{C,ac}$ - ефективність автоматичного управління/регулювання, залежно від класу ефективності системи управління/регулювання приймають наступні значення:
 для систем класу А - $\eta_{C,ac} = 0,99$;
 для систем класу В - $\eta_{C,ac} = 0,93$;
 для систем класу С - $\eta_{C,ac} = 0,88$;
 для систем класу D - $\eta_{C,ac} = 0,82$;

де $Q_{C,dis,in}$ - енергія входу в підсистему розподілення, кВт×год, визначена згідно з формулою (2.23).

У разі відсутності системи охолодження в будівлі, з метою визначення енергетичної ефективності будівлі приймається значення 0,93 для ефективності автоматичного управління/регулювання ($\eta_{C,ac}$) та значення 2,4 для показника ефективності підсистеми виробництва/генерування.

5. Період охолодження (години) визначається відповідно до таблиці А.3 додатка А ДСТУ Б А.2.2-12.[19]

6. Енергію входу, яка необхідна для підсистеми розподілення, визначають за формулою

$$Q_{C,dis,in} = \sum_i Q_{C,dis,out,i} / 1000 + Q_{C,dis,ls}, \quad (2.23)$$

де $Q_{C,dis,out,i}$ - енергію виходу для підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, Вт×год, приймають рівною енергопотребі для охолодження у даному місяці $Q_{C,nd,i}$ та для даної комбінації зон, яку обслуговує та сама підсистема виділення/тепловіддачі та розподілення, Вт×год, визначена згідно з підрозділом 7.2.2 розділу 7 ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{C,dis,ls}$ - річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодженого повітря, кВт×год, визначені згідно з формулою (2.24).

7. Річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодження, кВт×год, визначають за формулою:

$$Q_{C,dis,ls} = Q_{C,nd} ((1 - \eta_{C,ce}) + (1 - \eta_{C,ce,sens}) + (1 - \eta_{c,d})), \quad (2.24)$$

де $Q_{C,nd}$ - річні енергопотреби для охолодження, кВт×год, визначені згідно з розділом 14 ДСТУ Б А.2.2-12 ;

$\eta_{C,ce}$ - ступінь утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження приймають згідно з показниками усереднених річних коефіцієнтів систем охолодження, наведених у додатку 5 до цієї Методики;

$\eta_{C,ce,sens}$ - ступінь явної утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження приймають згідно з даними додатка 5 до цієї Методики. Ця величина враховує небажане осушення (енергію на конденсацію) в існуючому устаткуванні системи охолодження;

$\eta_{c,d}$ - ступінь утилізації підсистеми розподілення приймають за даними додатка 5 до цієї Методики.

8. Загальне енергоспоживання за наявності центрального попереднього охолодження розраховується за формулою[6]

$$Q_{V,pre-cool,use} = Q_{V,pre-cool,gen,out} / \eta_{V,pre-cool,gen}, \quad (2.25)$$

де $Q_{V,pre-cool,gen,out}$ - загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування при центральному попередньому охолодженні припливного

повітря, кВт×год, визначена згідно з формулою (25);

$\eta_{V,pre-cool,gen}$ - ефективність підсистеми виробництва/генерування системи центрального попереднього охолодження відповідно до додатка 4 до цієї Методики.

У разі якщо генераційно-акумуляційна підсистема включає охолоджувальні пристрої більш як одного виду, розрахунки необхідно робити по кожній частині окремо і визначати відповідні показники ефективності.

9. Загальну енергію виходу з підсистеми виробництва/генерування при центральному попередньому охолодженні припливного повітря, кВт×год, розраховують за формулою

$$Q_{V,pre-cool,gen,out} = \sum_m (f_{C,m} Q_{V,nd,pre-cool,m} / \eta_{V,sys,pre-cool}), \quad (2.26)$$

де $f_{C,m}$ - частка m-го місяця, що є частиною фактичного періоду охолодження для роботи сезонозалежних технічних засобів, розрахована відповідно до таблиці А.3 додатка А ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{V,nd,pre-cool,m}$ - енергопотреба для попереднього охолодження для m-го місяця, кВт×год, розрахована згідно з підпунктом 9.3.2 розділу 9 ДСТУ Б А.2.2-12;

$\eta_{V,sys,pre-cool}$ - загальна ефективність розподілення і тепловіддачі/виділення для системи попереднього охолодження, що приймається відповідно до показників загальної ефективності розподілення і тепловіддачі/виділення для систем попереднього охолодження, наведених у додатку 6 до цієї Методики.

2.1.4 Визначення питомого енергоспоживання при постачанні гарячої води

1. Питоме споживання енергії при постачанні гарячої води ($EP_{dhv,use}$), кВт×год/м² [кВт×год/м³], розраховується за формулами

для житлових будівель

$$EP_{DHW,use} = Q_{DHW,use} / A_f, \quad (2.26)$$

для громадських будівель

$$EP_{DHW,use} = Q_{DHW,use} / V, \quad (2.27)$$

де $Q_{DHW,use}$ - річне енергоспоживання будівлею при постачанні гарячої води, кВт×год, розраховується за формулою (28);
 A_f, V - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м², та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м³, що визначаються в порядку, наведеному у пункті 8 розділу III цієї Методики.

2. Річне енергоспоживання при постачанні гарячої води ($Q_{DHW,use}$), кВт×год, розраховується за формулою:

$$Q_{DHW,use} = (Q_{DHW,nd} + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,dis,ls,col,m} + Q_{W,em,l}) / \eta_{gen}, \quad (2.28)$$

де $Q_{DHW,nd}$ - енергопотреби гарячого водопостачання, кВт×год;
 $Q_{W,dis,ls}$ - річні тепловтрати підсистеми розподілення постачання гарячої води, кВт×год, визначається згідно з пунктом 5 цього розділу;
 $Q_{W,dis,ls,col,m}$ - річні тепловтрати циркуляційного контуру постачання гарячої води, кВт×год, визначається згідно з пунктом 6 цього розділу;
 $Q_{W,em,l}$ - тепловтрати використаної води при водорозборі, кВт×год, визначається згідно з пунктом 7 цього розділу, при цьому період постачання гарячої води (години), встановлюється при виявленні фактичного стану будівлі;
 η_{gen} - ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти визначається згідно з додатком 1 до цієї Методики. При цьому за наявності джерела теплопостачання з показником ефективності, що встановлений при виявленні фактичного стану будівлі та є відмінним від показника, визначеного у додатку 1 до цієї Методики, приймається значення, визначене при виявленні фактичного стану будівлі.

{Пункт 2 розділу VII із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020}

3. Енергопотреба для гарячого водопостачання ($Q_{DHW,nd}$), кВт х год, що визначається згідно з підпунктом 16.1.2 пункту 16.1 розділу 16 ДСТУ Б А.2.2-12.

{Пункт 3 розділу VII в редакції Наказу Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020}[2]

{Пункт 4 розділу VII виключено на підставі Наказу Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020}

4. Річні тепловтрати підсистеми розподілення постачання гарячої води $Q_{W,dis,ls}$, кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{W,dis,ls} = \sum \Psi_{W,j} L_{W,j} (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) t_w / 1000, \quad (2.29)$$

де $Q_{W,dis,ls}$ - річні тепловтрати підсистеми розподілення ГВП, кВт×год;
 $\Psi_{W,j}$ - лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(м×К), визначається згідно з додатком 2 до цієї Методики;
 $L_{W,j}$ - довжина секції трубопроводу, м;
 $\theta_{W,dis,avg,j}$ - середня температура гарячої води у секції трубопроводу, °С;
 $\theta_{amb,j}$ - середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;
 t_w - період користування ГВП (години/рік), що встановлюється при виявленні фактичного стану будівлі;
 j - індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

Тепловтрати необхідно розраховувати окремо для трубопроводів, що знаходяться в неопалюваних об'ємах та опалюваних об'ємах будівлі.[20]

5. Річні тепловтрати циркуляційного контуру постачання гарячої води $Q_{W,dis,ls,col,m}$, кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{W,dis,ls,col,m} = Q_{W,dis,ls,col,on} + Q_{W,dis,ls,col,off}, \quad (2.30)$$

де $Q_{W,dis,ls,col,on}$ - тепловтрати трубопроводів протягом періодів циркуляції, кВт×год, визначають за формулою (33);
 $Q_{W,dis,ls,col,off}$ - тепловтрати трубопроводів протягом періодів відсутності циркуляції, кВт×год, визначають за формулою (34).

$$Q_{W,dis,ls,col, on} = \sum Y_{W,i} \times L_{W,i} \times (\theta_{W,dis,avg,i} - \theta_{amb,i}) \times t_{w,on,i} / 1000, \quad (1.31)$$

$$Q_{W,dis,ls,col, off} = \sum \rho_w c_w \times V_{W,dis,j} \times (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) \times n_{norm} / 1000, \quad (1.32)$$

- де
- $\psi_{w,j}$ - лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(м×К), визначається згідно з додатком 2 до цієї Методики;
 - $L_{w,j}$ - довжина секції трубопроводу, м;
 - $\theta_{W,dis,avg,j}$ - середня температура гарячої води у секції трубопроводу, °С;
 - $\theta_{amb,j}$ - середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;
 - $\rho_w \cdot c_w$ - теплоємність води, приймають 1150 Вт×год/(м³×К);
 - $V_{W,dis,i}$ - об'єм води, що міститься в секції трубопроводу, м³, визначений за допомогою значень довжини та діаметру трубопроводу;
 - $t_{w,on,j}$ - період циркуляції, години/рік; за відсутності точних даних приймають $t_{w,on} = 8760$ годин;
 - n_{norm} - кількість робочих циклів циркуляційного насоса протягом року; за відсутності точних даних приймають $n_{norm} = 1-2$ цикли в день;
 - j - індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

6. Тепловтрати використаної води при водорозборі $Q_{W,em,l}$ кВт×год, розраховується за формулою

$$Q_{W,em,ls} = Q_w \eta_{eq} / 100, \quad (2.33)$$

- де
- Q_w - річні енергопотребі ГВП, кВт×год, визначені згідно з пунктом 3 цього розділу;
 - η_{eq} - еквівалент збільшення, що враховує тепловтрати використаної води при водорозборі, приймають згідно з даними тепловтрат використаної води при водорозборі у будівлях без циркуляційного контуру, наведених у додатку 7 до цієї Методики.

7. Регулярні тепловтрати з секцій трубопроводу, розміщених в опалюваних приміщеннях, утилізуються у вигляді опалення приміщення під час опалювального періоду. Частина таких втрат може бути утилізована і здійснити внесок у нагрівання приміщення.

Утилізаційні регулярні тепловтрати, кВт×год, виражають часткою тепловтрат у підсистемі розподілення ГВП з трубопроводів, що знаходяться в опалюваних приміщеннях, та часткою додаткового енергоспоживання при розподіленні за формулою

$$Q_{W,dis,rbl} = Q_{W,dis,l} \times f_{W,dis,l,rbl} + W_{W,dis,au} \times f_{W,dis,aux,rbl} \quad (2.34)$$

де $f_{W,dis,l,rbl}$ - частка тепловтрат в підсистемі розподілення ГВП, що можуть бути утилізовані для підвищення температури приміщення;

$f_{W,dis,aux,rbl}$ - частка додаткового енергоспоживання при розподіленні, що може бути утилізована для опалення приміщення

$W_{W,dis,au}$ - споживання додаткової енергії для насоса, кВт год, допускається розраховувати на підставі маркування потужності насоса.

Для спрощення приймають, що 50 % утилізаційних тепловтрат протягом опалювального періоду може бути утилізовано в підсистемі розподілення ГВП та, що утилізується 80 % додаткової енергії.

Додаткова енергії для насоса, $W_{W,dis,au}$, кВт х год, розраховується за формулою

$$W_{W,dis,au} = P_{pmp} \times t_{pmp} \times N, \quad (2.35)$$

де P_{pmp} - аркування потужності насоса, кВт;

t_{pmp} - час роботи насоса, год/доба, за відсутності точних даних приймають стандартне значення 24 год/добу;

N - кількість діб роботи насоса протягом року.

2.1.5 Визначення питомого енергоспоживання систем вентиляції

1. Питоме енергоспоживання при вентиляції ($EP_{V,use}$), кВт х год/м² [кВт х год/м³], розраховується за формулами

для житлових будівель

$$EP_{V,use} = Q_{V,use} / A_f, \quad (2.36)$$

для громадських будівель

$$EP_{V,use} = Q_{V,use} / V, \quad (2.37)$$

де $Q_{V,use}$ - річне енергоспоживання при вентиляції, кВт х год, розраховується за формулою (38);

A_f, V - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, m^2 , та кондиціонований (опалювальний) об'єм для громадської будівлі (або її частини), m^3 , що визначаються в порядку, наведеному у пункті 8 розділу III цієї Методики.

{Пункт 1 розділу VIII в редакції Наказу Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020}[8]

2. Річне енергоспоживання при вентиляції ($Q_{V,use}$), кВт х год, розраховується за формулою

$$Q_{V,use} = Q_{V,sys,fan}, \quad (2.38)$$

де $Q_{V,sys,fan}$ - енергоспоживання припливного та витяжного вентиляторів системи вентиляції, кВт х год, розраховується за формулою (39).

{Пункт 2 розділу VIII в редакції Наказу Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020}

3. Енергоспоживання припливного та витяжного вентиляторів системи вентиляції ($Q_{V,sys,fan}$), кВт х год, розраховується за формулою

$$Q_{V,sys,fan} = P_{el} \times t_x, \quad (2.39)$$

де P_{el} - електрична потужність вентилятора, кВт, розраховується за формулою (40);

t_x - час роботи системи вентиляції (години).

{Пункт 3 розділу VIII в редакції Наказу Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020}[4]

4. Електрична потужність вентиляторів (P_{el}), кВт, розраховується за формулою

$$P_{el} = SFP \times V_L / 3600, \quad (2.40)$$

де SFP - питома потужність вентилятора системи механічної вентиляції, кВт/(m^3/c), або визначається згідно з проєктною питомою потужністю вентилятора системи механічної вентиляції, наведеною у додатку 8 до цієї Методики, щодо питомої потужності вентилятора системи механічної вентиляції або фактичні дані потужності системи вентиляції. За відсутності механічної системи вентиляції розрахунок не виконується;

V_L - об'ємна витрата повітря в системі механічної вентиляції, м³/год.

Розрахунок питомого енергоспоживання при освітленні

1. Питоме енергоспоживання при освітленні ($EP_{W,use}$), кВт х год/м², розраховується за формулою

$$EP_{W,use} = W_{use} / A_f, \quad (2.41)$$

де W_{use} - річний обсяг енергоспоживання при освітленні кВт х год, розраховується за формулою (42);

A_f - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м², що визначаються в порядку, наведеному у пункті 8 розділу III цієї Методики.

{Пункт 1 розділу IX в редакції Наказу Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020}

2. Річний обсяг енергоспоживання при освітленні (W_{use}), кВт х год, розраховується за формулою

$$W_{use} = W_L + W_P, \quad (2.42)$$

де W_L - енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт х год, розраховується за формулою (43);

W_P - енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі, кВт х год, визначається згідно з пунктом 4 цього розділу.

{Пункт 2 розділу IX в редакції Наказу Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020}[15]

3. Обсяг енергії, необхідної для виконання функції штучного освітлення в будівлі (W_L), кВт х год, розраховується за формулою

$$W_L = P_N \times F_C \times (t_D \times F_O \times F_D + t_N \times F_O) \times A_f / 1000, \quad (2.43)$$

де P_N - питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м², встановлюється за проектними даними або при виявленні фактичного

стану будівлі для забезпечення освітленості згідно з нормативними значеннями;

- F_C - постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання встановлення освітлення при функціонуючому контролі сталої освітленості зони та розраховується згідно з показниками типових значень для розрахунку енергоспоживання при освітленні, наведених у додатку 9 до цієї Методики;
- F_O - коефіцієнт використання освітлення, який є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони, та приймається згідно з додатком 9 до цієї Методики, або розраховується відповідно до фактичних потужностей освітлювальних приладів;
- F_D - коефіцієнт природного освітлення, який є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони, та приймається згідно з додатком 9 до цієї Методики;
- t_D - час використання природного освітлення протягом року (години), приймається згідно з додатком 9 до цієї Методики або визначається розрахунковим шляхом враховуючи фактичну тривалість використання штучного освітлення;
- t_N - час використання природного освітлення протягом року (години), приймається згідно з додатком 9 до цієї Методики або розраховується відповідно до фактичного періоду роботи освітлювальних приладів;
- A_f - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, m^2 , що визначається в порядку, наведеному у пункті 8 розділу III цієї Методики.

{Пункт 3 розділу IX із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020}

4. Енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі W_P , кВт x год, розраховуються за формулою [14]

$$W_P = P_{em} \times A_{em} + P_{pc} \times A_{pc}, \quad (2.44)$$

де: P_{em} - загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного

освітлення, кВт х год/м², приймають згідно з додатком 9 до цієї Методики;

- P_{pc} - загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, кВт х год/м², приймають згідно з додатком 9 до цієї Методики;
- A_{em} - площа будівлі, м², на якій передбачено застосування аварійного освітлення;
- A_{pc} - площа будівлі, м², на якій передбачено застосування регульованого освітлення.

2.1.6 Визначення класу енергетичної ефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності ми визначали за алгоритмом, наведеного на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Алгоритм проведення сертифікації енергетичної ефективності будівлі

1. Клас енергетичної ефективності будівель встановлюється відповідно даним, наведеним у таблиці 1, залежно від показника, Δ_{EP} , %, який є відсотковою різницею між загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, EP_{use} , кВт х год/м², [кВт х год/м³] та граничним значенням питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, EP_p , кВт х год/м², [кВт х год/м³], й розраховується за формулою

$$\Delta_{EP} = [(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \times 100, \quad (2.51)$$

- де: EP_{use} - загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, що розраховується за формулою (52);
- EP_p - граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель, що встановлюється згідно з мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель з урахуванням вимог частини другої статті 6 Закону України «Про енергетичну ефективність будівель».

Клас енергетичної ефективності зображено на таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Клас енергетичної ефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності будівлі	Відсоткові показники, Δ_{EP}
A	$\Delta_{EP} < -50$
B	$-50 \leq \Delta_{EP} < -20$
C	$-20 \leq \Delta_{EP} \leq 0$
D	$0 < \Delta_{EP} \leq 20$
E	$20 < \Delta_{EP} \leq 35$
F	$35 < \Delta_{EP} \leq 50$
G	$50 < \Delta_{EP}$

2. Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні (EP_{use}), кВт × год/м² [кВт × год/м³] розраховується за формулою:

$$EP_{use} = EP_{H,use} + EP_{C,use}, \quad (2.52)$$

- де: $EP_{H,use}$ - питоме енергоспоживання при опаленні, кВт × год/м² [кВт × год/м³], що розраховується за формулами (1.3), (1.4);
- $EP_{C,use}$ - питоме енергоспоживання при охолодженні, кВт × год/м² [кВт × год/м³], що розраховується за формулами (1.17), (1.18).

2.2 Особливості визначення класу енергетичної ефективності будівлі на стадії проектування

Визначаємо кількість осіб, які постійно перебувають на об'єкті (N1).

Розрахункова кількість осіб у житловій частині будинку залежить від площі квартири (за нормою 21 м² на людину плюс 10,5 м² на сім'ю).

Типологічна схема квартир на поверсі має вигляд: 2-1-1-2-1-1-1-1.

Кількість житлових поверхів – N

Розрахунок проводимо в табличній формі (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Розрахунок кількості осіб

Кількість кімнат у квартирі (тип квартири)	Площа квартири, м ²	Кількість квартир на будинок	Загальна площа квартир на будинок, м ²	Розселення на квартиру (розрахунковий коефіцієнт на заселення)	Розселення на будинок, осіб
1а	31,88 (21,38+10,5)	12	382,56	1,02	12
1б	31,30 (20,80+10,5)	6	187,80	0,99	6
1в	31,35(20,85+10,5)	6	188,10	0,99	6
1г	33,27(22,77+10,5)	6	199,62	1,08	7
1д	39,72 (29,22+10,5)	6	238,32	1,39	8
2а	51,50(41,00+10,5)	6	309,00	1,95	12
2б	54,51(44,01+10,5)	6	327,06	2,10	13
1а'	33,40 (22,90+10,5)	6	200,40	1,09	7
1б'	32,71(22,21+10,5)	3	98,13	1,21	4
1в'	32,76(22,26+10,5)	3	98,28	1,06	3
1д'	34,77(24,27+10,5)	3	104,31	1,16	3
1д'	40,41 (29,91+10,5)	3	121,23	1,42	4
2а'	54,20(43,70+10,5)	3	162,60	2,08	6
2б'	56,96(46,46+10,5)	3	170,88	2,21	7
Всього		72	2788,29		98

Визначаємо кількість осіб, які тимчасово перебувають на об'єкті (N2).

Тимчасове перебування людей у житлових будинках не нормоване і у будь-якому випадку не перевищує 50% від людей, що постійно перебувають на житлових поверхах.

Кількість осіб, які тимчасово перебуватимуть у нежитлових приміщеннях (цокольний поверх) розрахуємо виходячи із норми кількості покупців (відповідно до 8.2 ДБН В.2.2-23), враховуючи можливість використання цих приміщень в якості об'єктів обслуговування.

Визначаємо кількість людей, які перебувають поза об'єктом, в залежності від загальної кількості постійно перебуваючих людей у будівлі, за формулою 5.1 (ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013).

Визначимо обсяг можливого економічного збитку житлової частини. Для розрахунку застосуємо показник опосередкованої вартості спорудження житла у Київській обл. відповідно до наказу Мінрегіону № 273 від 27.10.2015 р., та загальну площу квартир в будинку.

Для визначення економічного збитку вбудованих нежитлових приміщень (цокольний поверх) та приміщень художників (10-ий поверх) була використана розрахункова вартість 1 м² офісних приміщень в Київському районі проекта-аналога)

Знаходимо економічний збиток приміщень громадського обслуговування.

Знаходимо загальний обсяг економічного збитку всього об'єкту

2.2.1 Конструктивні рішення

Основою під фундаментну плиту приймаємо матеріал. Для прикладу можна взяти суглинок бурий, жовто-бурий, буро рудий, піщанистий твердої та туго пластичної консистенції та пісок жовтий, бурий, жовто-бурий, мілкий з прошарками супіску та суглинку, щільний, малого ступеню водо насичення.

Конструктивні рішення житлового будинку прийняті на підставі даних, які характеризують майданчик будівництва і наведені в розділі «Загальна частина».

Характеристичні значення рівномірно розподілених навантажень прийняті по таблиці 6.2 ДБН В. 1.2-2:2006. Згідно ДБН В. 1.1-12:2006, с.52 та карти ОСР-2004 С, майданчик забудови відносимо до категорії яка виходить в нас у таблиці.

Конструктивна система житлового будинку запроектована із забезпеченням її загальної стійкості при аварійних ненормованих локальних

руйнівних навантажень на окремі несучі конструкції на час, необхідний для евакуації людей

Об'ємно планувальними рішеннями передбачено доступ для періодичного огляду та обслуговування обслуговуючим персоналом основних несучих конструкцій.

Сходові марші та площадки передбачені збірні залізобетонні (найчастіше використовуючі для житлових будинків).

2.2.2 Заходи по захисту металоконструкції від корозії

Для забезпечення довговічності металевих конструкцій та закладних деталей необхідно виконати їх антикорозійний захист. Захист металевих конструкцій передбачався нанесенням на їх поверхню емалі ПФ-115 за 2 рази по ґрунтуванню ГФ-021 в два шари.

2.2.3 Заходи по гідроізоляції

Горизонтальна гідроізоляція виконується в рівні підлоги підвалу та першого поверху з двох шарів IZOFAST, а також обмазка вертикальних поверхонь стін, які торкаються ґрунту, гарячим бітумом за 2 рази та наплавленням двох шарів гідроізолу згідно з вказівками СН 301-65.

2.2.4 Забезпечення надійності та безпеки

Згідно ДБН В.1.2-14-2009 основною вимогою, яка визначає надійність будівельного об'єкта, є його відповідність призначенню й здатність зберігати необхідні експлуатаційні якості протягом встановленого терміну експлуатації (п.4.1.3).

З цією метою проектом передбачені рішення, які гарантують безпеку для здоров'я та життя людей, майна та довкілля.

Конструктивними рішеннями проекту забезпечується збереження цілісності об'єкта та його основних частин і виконання вимог до жорсткості будівельних конструкцій і основ.

При виконанні розрахунків конструкцій будівель та споруд розглядалися розрахункові моделі, що якомога достовірніше відображають дійсні умови роботи об'єкта і його напружено-деформований стан шляхом врахування відповідних розрахункових ситуацій. Розрахунки конструкцій будівель виконано по 1-й та 2-й групі граничних станів з використанням коефіцієнту надійності за відповідальністю, якій визначається залежно від класу наслідків об'єкта і типу розрахункової ситуації.

Архітектурні рішення щодо огорожуючих конструкцій будівель, забезпечують їх тепло і звукоізоляцію.

Створення необхідного рівня зручностей і комфорту в приміщеннях (повітрообмін, температура, вологість, рівень освітленості) передбачено в інженерних розділах проекту

Конструкції та інженерні рішення проєктованих будівель відповідають вимогам до вогнестійкості, безвідмовності роботи захисних пристроїв, надійності систем і мереж життєзабезпечення, живучості будівельних конструкцій.

Протягом експлуатації будівлі підлягають регулярному нагляду найбільш уразливі місця.

Фундаменти та стіни цоколя:

- сполучення цоколю з вимощенням будівлі;
- зони застою і притоку води до фундаментів ;
- місця проходження водостоку; інженерні комунікації.

Зовнішні та внутрішні стіни:

- кути приміщень, що примикають до зовнішніх стін;
- простінки і перемички;
- місця примикання до стін балконів.

Відмостки та тротуари по периметру будівель повинні бути у налагодженому стані з ухилом 0,02-0,03 від будівель.

В процесі експлуатації забороняється зрізати ґрунт поблизу будівель, складати матеріали біля стін, допускати підтоплення основи або застій води, а також витікання з комунікаційної мережі, садити дерева ближче 5 метрів, а чагарник за 1,5 м від будівель, а також – в зоні доступу пожежних підрозділів до приміщень комплексу.

Усім конструкціям, які укріплюються на зовнішніх стінах слід давати ухил від стіни, щоб стікаюча вода не потрапляла на фасади будівель.

З метою збереження схованої електропроводки у внутрішніх стінах, забороняється пробивати або свердлити отвори без консультації інженера електрика. Періодично, не рідше одного разу в три роки, здійснювати чистку вентиляційних каналів.

Поверхня території повинна бути рівною без вибоїн з уклоном не менше 0,01%, що забезпечує відведення поверхневих вод до зливоприймачів, котрі необхідно своєчасно очищувати від бруду, трави, листя тощо.

Зруйновані ділянки покриття повинні терміново відновлюватися згідно з прийнятими в проекті рішеннями. Вхідні двері до технічного підпілля тримати на замку.

2.2.5 Протипожежні заходи

По відношенню до існуючої забудови, комплекс будівель, що проектується, розташовано згідно з протипожежними вимогами ДБН В.1.1-7-2002, з додержанням необхідних заходів, запобігаючих розповсюдженню вогню на сусідні будівлі.

Для забезпечення доступу пожежних з автодрабин до кожної квартири - вздовж стін будівель передбачена можливість проїзду пожежних машин.

Для забезпечення протипожежної безпеки будівлі та успішного гасіння пожежі у разі її виникнення, евакуації людей та матеріальних цінностей,

проектом передбачено необхідний ряд планувальних, конструктивних та інженерних заходів.

Основні конструкції будівлі виконані із неспалимих матеріалів. Вогнезахист виконується згідно - ГОСТ 16363.

При будівництві об'єкту Замовнику використовувати матеріали, які забезпечують нормативні вимоги до будівель II ступеня вогнетривкості, що повинно бути підтверджено сертифікатом на ці матеріали а саме:

- несучі конструкції – REI 120 M0;
- внутрішні не несучі – EI 15 M0;
- сходові площадки, сходи - R 60 M0;
- перекриття - REI 45 M0.

При використанні в будівництві будівельних конструкцій і матеріалів, які не мають класифікації за певним ступенем вогнестійкості їх слід приймати за результатами натурних вогневих випробувань проведених органами державного пожежного нагляду.

Виходи на дах передбачається по залізобетонним сходам. Вхідні двері в квартири передбачаються металевими, протиударними 2- го типу з мінімальною межею вогнестійкості EI 30, які мають сертифікат УкрСЕПРО відповідно ДБН В.1.1-7-2002 .

Всі приміщення, які виходять безпосередньо в коридор загального користування, відокремлені протипожежними стінами та перегородками з заповненням прорізів протипожежними дверима мінімальною межею вогнестійкості EI 30.

В технічних приміщеннях та виходах на покрівлю передбачається встановлення сертифікованих протипожежних дверей з нормованою межею вогнестійкості.

В якості другого евакуаційного виходу - в кожній квартирі житлових будинків передбачається вихід на площадку шириною 1,2 м з глухим простінком не менше 1,2м або між прорізами 1,6м.

Двері входів обладнати приладами для самозачинення.

На будинку передбачено встановлення флуоресцентного з підсвіткою показчика пожегідрантів.

У вузлі вводу, електрощитовій та розподільчому пункті передбачено встановлення протипожежних дверей.

2.2.6 Охорона навколишнього природного середовища

Метою розробки даного розділу є створення гігієнічного і побутового комфорту на території будівництва і прилеглий території.

На ділянці запроектовані проїзди і майданчики з твердим покриттям і бордюром, що перешкоджають змиву ґрунту з газонів на дорожнє покриття, а також запорошення території.

На ділянці влаштовуються квітники і газони, висаджуються кущі і декоративні дерева.

У інженерному відношенні будівлі обладнується необхідними мережами теплопостачання, водопроводу, каналізації, вентиляції та інше, які не мають шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Генеральним планом передбачено влаштування пішохідних доріжок з декоративним мощенням.

Передбачається використання рослинного шару для подальшого благоустрою ділянки, полив території, організований роздільний збір та вивіз сміття.

2.2.7 Охорона праці

У даному проекті генеральним планом і архітектурно-будівельними рішеннями забезпечуються норми техніки безпеки та охорони праці при будівництві й експлуатації будівель.

Охорона праці і техніка безпеки виконані відповідно до вимог санітарних і будівельних норм по всіх розділах проекту.

Генплан ділянки відповідає чинним правилам та нормам проектування.

Територія будівлі освітлюється в нічний час; обладнана водовідводом і водостоками; проїзди мають тверде покриття, протипожежна безпека забезпечується заходами, передбаченими проектом і описаними в розділі даної книги.

2.2.8 Опалення та вентиляція

Проект опалення та вентиляції багатоквартирного житлового будинку (проектний будинок №5) з вбудованими нежитловими приміщеннями за адресою: Київська область, Києво-Святошинський район, село Софіївська Борщагівка, вул. Соборна, 105-Б розроблений на підставі завдання на проектування, архітектурно будівельних та технологічних креслень, згідно:

- ДСТУ Б. А.2.4-4:2012 (ГОСТ 21.101-97) «Основні вимоги до проектної і робочої документації»;
- ДБН В.2.2-15-2005 “Житлові будинки”;
- ДБН В.25-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ДСТУ Н.Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;
- ДСТУ Б А.2.4-8:2009 “Умовні позначення санітарно-технічних систем”;
- ДСТУ Б А.2.4-10:2009 “Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів”;
- ДСТУ Б. А.2.2-8:2010 «Енергоефективність»;
- ДБН В.2.6-31:2006 «Тепловая изоляция зданий».

8.2 Параметри внутрішнього повітря

- температура тв , °C +5 -:-+25°C
- відносна вологість, % 55-:-70 %

Кліматичні умови зовнішнього середовища:

Опалення та гаряче водопостачання квартир здійснюється від настінних газових двоконтурних котлів. Установка котлів в кухнях квартир з підключенням до колективних газоходів, марки котлів та виробник прийняті в розділі “Газопостачання”. Опалення та гаряче водопостачання приміщень цокольного поверху здійснюється окремими електричними конвекторами.

Гаряче водопостачання квартир розроблене в розділі «ВК».

Теплоносій для системи опалення - вода з параметрами 80-60 °С .

Теплоносій для системи гарячого водопостачання – вода з параметрами 55-5°С.

Опалення

Система опалення житлового будинку запроектована поквартирна, двотрубна, тупикова, з нижнім розведенням теплоносія, з насосною циркуляцією.

Трубопроводи опалення запроектовано із поліпропіленових багатошарових труб «Ecoplastik» STABI PLUS PN20. Згідно затвердженого завдання на проектування трубопроводи опалення прокладені в конструкції підлоги в захисній ізоляції “Thermacompast S”.

В місцях розміщення арматури передбачаються лючки, для обслуговування арматури.

Гріючі прилади – сталеві панельні радіатори Krafte Standart, Чехія, з боковим підключенням, тип 22, висотою 400мм, встановлені відкрито під вікнами та біля глухих стін. Всі гріючі прилади обладнуються терморегуляторами, видалення повітря здійснюється в верхніх точках системи опалення повітровипускними кранами конструкції «Маєвського».

Для опалення загальних приміщень житлового будинку (сходові клітини, технічні приміщення) запроектована установка електричних конвекторів Ensto серії ВЕТА з автоматичними терморегуляторами, потужністю 2,0; 1,0 кВт, клас захисту JP21, марки ЕРНВМ 20Р, ЕРНВМ 10Р.

Електроконвектори автоматично вмикаються та вимикаються, підтримуючи нормативну внутрішню температуру повітря в даних приміщеннях. Підключення електроконвекторів розроблене в розділі «ЕО». Опалення приміщень цокольного поверху передбачено встановленням окремимх електричних конвекторів.

Прокладка трубопроводів в конструкції підлоги в захисній ізоляції “Thermacompast S ”. Трубопроводи опалення запроектовано із поліпропіленових багат шарових труб «Екоplastik» STABI PLUS PN20.

Розподільчі трубопроводи із сталевих водогазопровідних, звичайних труб по ГОСТ 3262-78 та сталевих електрозварних труб ГОСТ 10704-91 Вст3сп2 ГОСТ 380-94 Гріючі прилади — сталеві панельні радіатори Krafte Standart, Чехія, з боковим підключенням, тип 22, висотою 500мм, встановлені відкрито під вікнами та біля глухих стін.

Всі гріючі прилади обладнуються терморегуляторами, видалення повітря здійснюється в верхніх точках системи опалення повітровипускними кранами конструкції «Маєвського».

Для збільшення тепловіддачі гріючих приладів передбачено облаштування за гріючими приладами тепло відбиваючих екранів.

Вентиляція

Вентиляція приміщень житлової частини будинку припливно-витяжна, з природним спонуканням. Приплив повітря в житлові приміщення здійснюється через автоматичні гідрорегулюючі припливні пристрої фірми «АЕРЕКО», Франція, які розміщуються в верхніх частинах вікон. Така система підтримує нормативний рівень вологості повітря, а з нею і його якість, забезпечує приплив свіжого повітря при закритих герметичних вікнах без шуму і протягів, не потребує електроенергії. Підігрів припливного повітря забезпечується системою опалення. В теплий період приплив свіжого повітря може здійснюватись через відкриті вікна. Видалення - через вентиляційні

шахи з каналами-супутниками в цегляних стінах, розташованими в санітарних вузлах, ванних кімнат та кухнях з межею вогнестійкості не менше 0,5 год (див. креслення марок «АР», «КБ»).

Вентиляція приміщень цокольного поверху прийнята припливно-витяжна, відокремлена від вентиляції житлової частини.

Витяжка через обособлені канали в цегляних стінах, приток- через автоматичні гідрорегулюючі припливні пристрої фірми «АЕРЕКО» Франція, які розміщуються в верхніх частинах всіх вікон. Із приміщень водомірного вузла, електрощитової, розподільчого вузла, передбачається природна витяжна вентиляція через обособлені канали в цегляних стінах та неорганізований природний приплив повітря через жалюзійні решітки, розташовані у нижній частині стіни, на 0,3 м від підлоги.

Витяжка в сміттекамерах – через сміттєпроводи. Повітроводи виконуються з тонколистової оцинкованої сталі ГОСТ 14918-80 нормальними, класу “В”; поперечним перерізом 250x150 мм відповідно до ГОСТ 24751-81. Розгортки вентканалів, витяжні шахти дивись креслення марок «КБ».

Монтаж та випробування систем опалення та вентиляції проводити згідно з вимогами СНиП 3.05.01-85 “Внутренние санитарно-технические системы”.

2.2.9 Заходи щодо енергозбереження

З метою зниження енергоспоживання при експлуатації будівель проектом передбачено такі заходи:

- прийнята компактна планувальна схема будівлі, яка забезпечує мінімальну площу зовнішніх стін;
- зовнішні стіни прийняті багат шарові з використанням негорючих утеплюючих матеріалів;
- підлога 1-го поверху виконана з використанням утеплюючих матеріалів за сучасною технологією;

- передбачається посилена теплоізоляція перекриття верхнього житлового поверху;
- заповнення віконних отворів передбачається двокамерними склопакетами з посиленою теплоізоляцією відкосів;
- нагрівальні прилади обладнані терморегуляторами;
- встановлення тепло відбиваючих екранів біля гріючих приладів, що збільшує їх тепловіддачу приблизно на 20%;
- застосовані електроконвектори з низьким енергоспоживанням;
- передбачено автоматичне регулювання системи опалення на температуру зовнішнього повітря;
- проектом передбачається встановлення лічильників споживання газу та електроенергії, тепла, гарячої води в кожній квартирі.

Детально розроблені заходи по енергозбереженню відповідають нормативним вимогам до елементів опору огорожуючих конструкцій.

2.2.10 Водопостачання та каналізація. Загальні положення

Проект розроблений відповідно діючим нормам: ДБН В.2.5-64:2012 "Внутрішній водопровід та каналізація" ДБН В.2.2-15-2005 "Житлові будинки" .

Якість води в системі господарчо-питного водопостачання повинна відповідати вимогам ДСанПіН 22.4-171-10 "Вода питна" та Державним санітарним нормам.

Температура води в системі гарячого водопостачання прийнята – 55°C.

Даний розділ проекту розроблений на підставі:

1. Завдання на проектування;
 2. Архітектурно-будівельного завдання;
- У будинку передбачені наступні системи:
- господарсько-питний водопровід;
 - гаряче водопостачання;

- господарчо-побутова каналізація;
- зливової каналізація.

Водопостачання.

Розрахункові витрати води визначені відповідно ДБН В.2.5-64:2012 Для обліку загальної кількості споживаної холодної води житловим будинком та вбудованими приміщеннями передбачена установка водомірних вузлів.

Лічильники розташовані у приміщенні «Водомірний вузол» в цокольному поверсі. Температура повітря в приміщенні насосної повинна бути не меншою ніж +50 .

У будинку передбачений поквартирний облік, облік витрат води в санвузлах вбудованих приміщень і облік витрат води в поливальних кранах.

Лічильники для обліку води в квартирах розташовуються в коридорах у нішах із дверима, що закриваються. Умовна висота будинку обумовлює однозонну систему водопостачання і, згідно ДБН.В 2.5-64-2012 т.3, влаштування протипожежного водопроводу (Див. розділ «Внутрішнє пожежогасіння» Магістральні трубопроводи холодного водопостачання прокладаються під стелею цокольного поверху і підлягають ізоляції.

Ізоляції підлягають також стояки холодного водопостачання.

Для запобігання застою води в стояках, передбачено закріплювання стояків на 11- му поверсі з установкою запірної арматури.

Мережі водопроводу вбудованих приміщень, а також стояки господарчо-питного призначення та поквартирна разводка холодного і гарячого водопостачання проектується із поліпропіленових труб "Екопластик" (Чехія) NP16.

Підводка води в квартири від лічильників виконується в конструкції підлоги на рівні плити перекриття й ізолюється.

Випробування трубопроводів прокладених у конструкції підлоги виконати до заливання підлоги.

Полив території здійснюється поливальними кранами, розташованими в приміщенні сміттєзбірної камери Ø25.

Гарантований тиск у мережі міського водопроводу забезпечує подачу води на господарчо-побутові потреби.

Гаряче водопостачання

Джерелом гарячого водопостачання в квартирах є двоконтурні котли розташовані в кухнях. Гаряче водопостачання вбудованих приміщень в цокольному поверсі передбачено встановленням окремимх електричних бойлерів.

Каналізація

Витрати стічних вод визначені згідно ДБН В.2.5-64:2012 Стічні води від санвузлів відводяться в дворову мережу каналізації, а далі самотіком надходять у міську мережу каналізації.

Стічні води від санвузлів вбудованих приміщень та квартир, що розташовані в цокольному поверсі відводяться окремою системою каналізації з облаштуванням на них двухкамерних затворів з електроприводом, керованим автоматично, і подачею аварійного сигналу в приміщення чергового.

Після затворів з електроприводом, система каналізації приміщень цокольного поверху, підключається до каналізаційного випуску вище розташованих поверхів, згідно ДБН В.2.5-64:2012 п. 19.28.

Господарчо-побутова каналізація запроектована з поліпропіленових труб Ø110- Ø50. Вентиляція каналізаційної мережі здійснюється через стояки які виводяться на покрівлю на висоту 0.2м вище покрівлі.

У проекті передбачена герметизація вводу водопроводу і випусків каналізації від проникнення газу в цокольний поверх.

Дощова каналізація.

Відвід дощових і талих вод з покрівлі будинку здійснюється через водоприйомні воронки системою внутрішніх водостічних стояків відкритим випуском на вимощення.

Для запобігання розмиву поверхності землі біля будинку проектом передбачено відвід дощових вод на проїзжу частину.

На випуску із будинку передбачено електропідігрів трубопроводів на зимовий період.

Для збору і відводу води з покрівлі передбачені воронки з електропідігрівом діаметром 100мм.

Дощова каналізація запроектована із труб ПВХ Ø110мм, горизонтальні участки із сталевих електрозварних труб ГОСТ 10704-91*.

Заходи протипожежної безпеки

Внутрішнє пожежогасіння житлового будинку згідно ДБН В.2.5-64:2012 від пожежних кранів (див розділ «Внутрішнє пожежогасіння»).

Витрати на внутрішнє пожежогасіння згідно таблиці 3, становлять 2,5 л/сек (1 струмень). Витрата води на зовнішнє пожежогасіння згідно ДБН В.2.5-74:2013 т.4 – 15л/сек.

2.2.11 Електротехнічні рішення

Загальні дані

Електропостачання багатоквартирного житлового будинку (проектний будинок №5) з вбудованими нежитловими приміщеннями за адресою: Київська область, Києво-Святошинський район, село Софіївська Борщагівка, вул.Соборна, 105-Б розроблений на підставі технічних умов АЕК КМ «Київобленерго», та технічних вимог. При розробці цього проекту були використані діючі в Україні державні і галузеві норми і стандарти з будівельного проектування:

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ

Проаналізувавши методику визначення класу енергетичної ефективності збудованої будівлі, ми визначили питому енергетичну потребу на опалення, охолодження та постачання гарячої води. Також, склавши алгоритм проведення сертифікації енергетичної ефективності будівлі, ми змогли виконати приблизний план складання енергетичного сертифікату будівлі.

Визначивши особливості визначення класу енергетичної ефективності будівлі на стадії проектування ми проаналізували класи енергетичної ефективності , склали заходи щодо енергозбереження, виконали енерготехнічні рішення та визначили основні положення для вентиляції, опалення, охолодження , каналізації, загального водопостачання для будівлі на стадії проектування.

3 РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕРТИФІКАТУ БУДІВЛІ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

3.1 Розрахунок складових енергетичного сертифікату побудованої будівлі

Об'єкт – двоповерхова будівля дошкільного навчального закладу. У конструктивному відношенні будівля безкаркасна з несучими зовнішніми

та внутрішніми цегляними стінами. Зовнішні стіни будівлі з пустотілої керамічної цегли мають товщину 510 мм, оздоблені плиткою типу «кабанчик». У внутрішніх стінах влаштовані вентиляційні канали перерізом 120x250мм. Стіни підвалу виконані зі збірних бетонних блоків типу ФБС, які по зовнішнім стінам мають ширину 500 мм. Стіни вище підлоги першого поверху передбачається утеплити мінераловатним утеплювачем товщиною 150мм, а стіни цокольної частини – піносклом товщиною 100мм, в т.ч. з заглибленням на 1м. Вальмовий дах покритий металочерепицею. Перекриття горища передбачається утеплити мінераловатним утеплювачем товщиною 250мм. Ситуаційна схема будівлі вказана на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Ситуаційна схема

Вихідні дані проектування розділу:

- Місто Вишневе Київської області відноситься до I температурної зони;
- Тривалість опалювального періоду для Київської області складає $Z=4500$ год, тривалість охолодження $Z=740$ год.
- Нормативне значення температури в приміщеннях $t_{вн}=22^{\circ}\text{C}$;
- Мінімальний опір теплопередачі зовнішніх стін $R_{g \min} \geq 3,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

- Мінімальний опір теплопередачі вікон $R_{g \min} \geq 0.75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- Мінімальний опір покрівлі мансардного типу або перекриття горища $R_{g \min} \geq 4,95 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції Δt_{cr} , стіни -5°C , горище -4°C ;
- Нормативні максимальні тепловитрати складають $E_{\max}=48 \text{ кВт}\cdot\text{год/м}^3$. З врахуванням коеф.1,25 згідно з п.5.3 ДБН В 2.6-31-2016 Теплова ізоляція будівель $E_{\max}=60 \text{ кВт}\cdot\text{год/м}^3$.

На рисунку 3.2 ми зобразили загальні рисунки вузлу утеплення цоколя, вузлу утеплення вікна та загальний вигляд горища (огороджувальні конструкції).

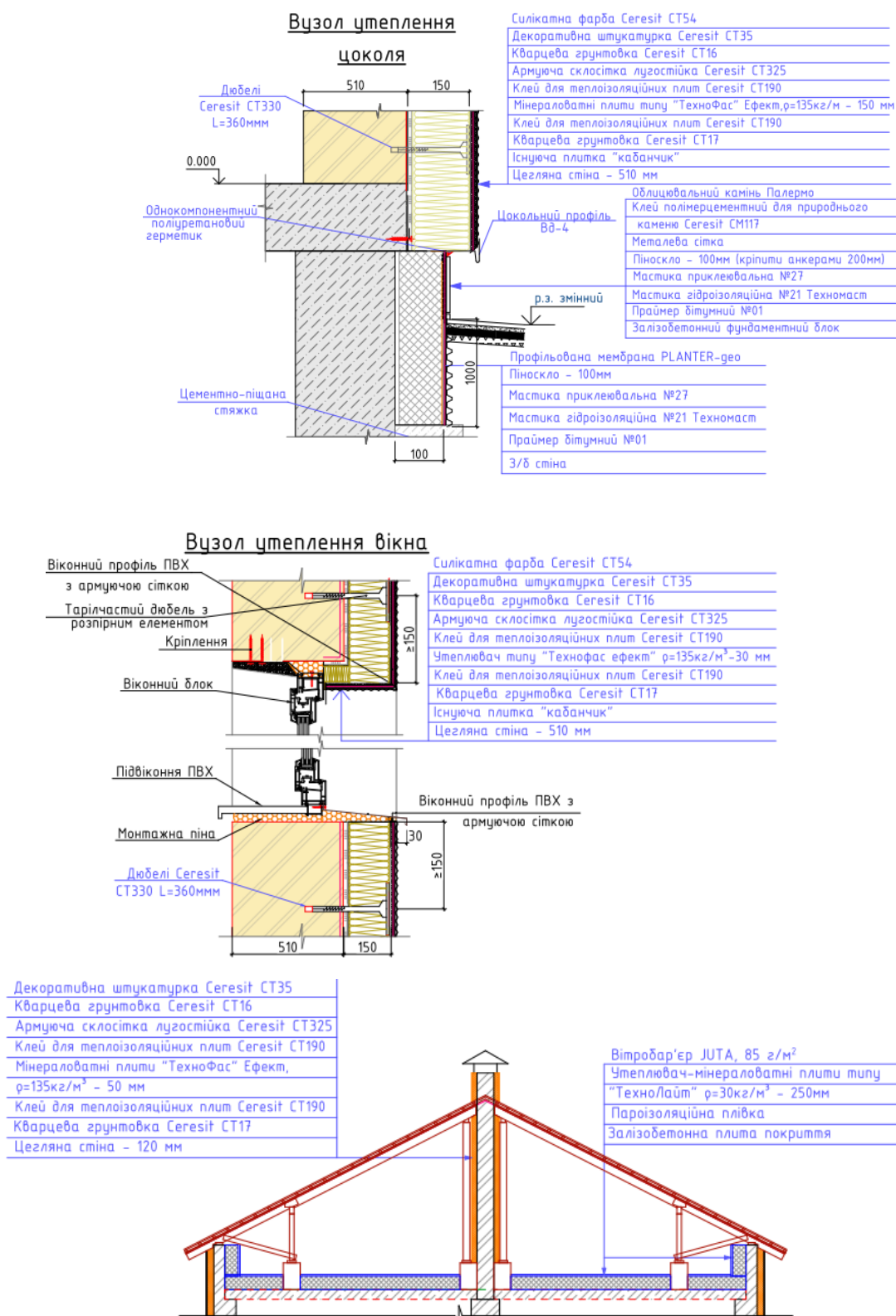


Рисунок 3.2 – Огороджувальні конструкції будинку

Таким чином огорожувальні конструкції будинку:

- основне поле – стіна з пустотілої червоної керамічної цегли товщиною 510мм;
- утеплене перекриття горища;
- вікна (існуючі та ті, що замінюються);
- двері, в тому числі виходи з 2-го поверху;
- підлога першого поверху над технічним підпіллям (не утеплена);
- стіни підвалу утеплені над землею і під землею на 1м.

3.1.1 Розрахунок опору теплопередачі стіни

Передбачається утеплити стіну з цегли фасадною теплоізоляцією з опорядженням штукатуркою. Фасадну систему монтують на стіну будинку, що виконана з цегли товщиною 510мм та оздоблювальною плиткою типу «кабанчик». Товщина теплоізоляційного шару з мінеральної вати складає 150мм. Утеплювач прикріплюють до основи тарільчатими анкерами зі сталевим розпірним елементом. В таблиці 3.1 ми зобразили склад стіни.

Таблиця 3.1– Склад стіни з цегли (зсередини назовні):

№	Матеріал шару	δ, мм	ρ, кг/м³	λ _б , Вт/(м·°C)	s, Вт/(м²·K)	μ, мг/(м·год·Па)
1	Внутрішня штукатурка (вапняно-піщана)	20	1600	0,81	8,69	0,12
2	Кладка з керамічної порожнистої на цементно-піщаному розчині	510	1400	0,64	7,91	0,14
3	Мінераловатні плити	150	125	0,045	0,59	0,43
4	Зовнішня штукатурка	10,00				

Характеристики мінераловатного утеплювача згідно з Протоколом №49-16/20 визначення терміну ефективної експлуатації та теплофізичних характеристик в розрахункових умовах експлуатації плит мінераловатних теплоізоляційних «ТЕХНОФАС».

Для плоского елемента теплозахисні характеристики визначаються за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_g} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_g} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} = \quad (3.1)$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,020}{0,81} + \frac{0,510}{0,64} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{1}{23} = 4,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

де $\alpha_8=8,7$, $\alpha_3=23$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К) для зовнішніх стін, $\alpha_8=8,7$, $\alpha_3=23$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К).

R_i – термічний опір і-го шару конструкції, м² К/Вт;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (згідно з додатком Л), Вт/(м К);

Питомі витрати теплоти:

$$U_1 = \frac{1}{R_\Sigma} = \frac{1}{4,31} = 0,232 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{К)}. \quad (3.2)$$

Величина питомих втрат теплоти для вузла примикання віконного блоку згідно з додатком Г ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Для точкового елемента коефіцієнт теплопередачі $\Psi=0,0015$ Вт/К згідно з додатком Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013. В таблиці 3.2 ми вказали питомі втрати теплоти в будівлі.

Таблиця 3.2 – Питомі витрати теплоти

№	Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(мК)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, Вт/К	-
1	Віконний відкіс в зоні перемички	276,64	-	0,081	-	22,40784
2	Віконний відкіс в зоні підвіконня	276,64	-	0,064	-	17,70496
3	Віконний відкіс в зоні рядового примикання	438,00	-	0,071	-	31,098
4	Дюбелі для кріплення мінераловатних плит		5856	-	0,0015	8,784

$$R_{\Sigma \text{пр.нп1}} = \frac{1}{\frac{1}{R_\Sigma} + \sum_{j=1}^m k_j L_j + \sum_{j=1}^n \psi_j n_j} = 3,33 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}. \quad (3.3)$$

$$R_{\Sigma \text{пр.нп}} > R_{q \min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

де $R_{q \min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни для I-ї температурної зони.

Утеплення стін відповідає нормативним вимогам ДБН В 2.6-31:2016.

3.1.2 Розрахунок опору теплопередачі горищного перекриття

В таблиці 3.3 ми зобразили склад перекриття в будинку.

Таблиця 3.3 – Склад перекриття (зсередини назовні)

№	Матеріал шару	δ , мм	ρ , кг/м ³	λ_B , Вт/(м·К)	s , Вт/(м ² ·К)	μ , мг/(м·год·Па)
1	Внутрішня штукатурка (гіпсова)	15	1000	0,35	4,62	0,11
2	Залізобетонне збірне перекриття	220	2400	2,04	17,98	0,23
3	Мінеральна вата	250	35	0,045	0,22	0,65
Опір теплопередачі основного поля		5,9	м ² К/Вт			

$$R_{\Sigma \text{пк}} = \frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{\text{пр}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,35} + \frac{0,250}{0,045} + \frac{1}{12} = 5,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{q \min} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{\Sigma \text{пр.чאי}} > R_{q \min} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Утеплення перекриття горища відповідає нормативним вимогам ДБН В 2.6-31:2016.

3.1.3 Розрахунок опору теплопередачі підлоги по ґрунту

В рамках даного капітального ремонту без виводу об'єкта з експлуатації утеплення підлоги першого поверху не передбачається. Проте передбачається утеплення стін підвалу вище землі і нижче землі на 1 м утеплювачем з піноскла, що виключає наявність містків холоду, що ми зобразили в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Склад підлоги (зверху до низу):

№	Матеріал шару	δ , мм	ρ , кг/м ³	λ_B , Вт/(м·К)	s , Вт/(м ² ·К)	μ , мг/(м·год·Па)
---	---------------	---------------	----------------------------	------------------------	------------------------------	-----------------------

1	Керамічна плитка	20	2000	1,1	11,63	0,06
2	Стяжка цементно-піщана	80	1800	0,93	9,6	0,09
3	Залізобетонне збірне перекриття	220	2400	2,04	17,98	0,23

$$R\Sigma \text{ підлоги.} = \frac{1}{\alpha_{\varepsilon}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_{\varepsilon}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} = \quad (3.5)$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,020}{1,1} + \frac{0,080}{0,93} + \frac{0,220}{2,04} + \frac{1}{12} = 0,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

де $\alpha_{\varepsilon}=8,7$, $\alpha_3=12$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К) для зовнішніх стін;

$R\Sigma \text{ підлоги.} < R_{q \text{ min}}=3,3 \text{ м}^2$. Склад утеплення підвалу ми зобразили в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Склад утеплення стіни підвалу (зсередини на зовні)

№	Матеріал шару	δ , мм	ρ , кг/м ³	λ_B , Вт/(м·К)	s , Вт/(м ² ·К)	μ , мг/(м·год·Па)
1	Залізобетонні блоки ФБС	500	2400	2,04	17,98	0,23
2	Піноскло	100	120	0,054	0,63	0,002
3	Зовнішня штукатурка	10,00				

$$R\Sigma \text{ стіни.} = \frac{1}{\alpha_{\varepsilon}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_{\varepsilon}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} = \quad (3.6)$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,500}{2,04} + \frac{0,100}{0,054} + \frac{1}{23} = 2,26 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

де $\alpha_{\varepsilon}=8,7$, $\alpha_3=23$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К) для зовнішніх стін.

Підвал (технічне підпілля) – це не кондиціонований об’єм, і в загальному випадку мінімально допустимий опір стіни підвалу не нормується.

3.1.4 Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій

Розрахунок вологісного режиму здійснено згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-

192:2013 «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій». Згідно з табл.16 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 та ДБН В.2.6-31 для будівель навчальних закладів, що ми зобразили в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Температура повітря

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Од. вим.	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	t_B	°C	22
Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_3	°C	-22
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{оп з}$	°C	-0,1

3.1.5 Стінова конструкція

Для перевірки конструкції на наявність зони конденсації всередині залізобетонної стіни (найгірший варіант) визначаємо опір паро проникненню стіни $R_{e\Sigma}$:

$$R_{e\Sigma} = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_i} = \frac{0,020}{0,12} + \frac{0,510}{0,14} + \frac{0,15}{0,43} = 4,16 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг}. \quad (3.7)$$

Визначаємо парціальний тиск водяної пари всередині і зовні стіни.

$$t_B = 22^\circ\text{C};$$

$$t_3 = -4,7^\circ\text{C};$$

$$\varphi_B = 50\%;$$

$$\varphi_3 = 83\%;$$

$$e_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2340 = 1170 \text{ Па};$$

$$e_3 = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 342 \text{ Па}.$$

Визначаємо температури t_i на межах шарів, нумеруючи від внутрішньої поверхні до зовнішньої і за цими температурами – максимальний парціальний тиск водяної пари E_i по таблицям:

$$t_x = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{\alpha_B} + R_x \right); \quad (3.8)$$

$$t_1 = 22 - \frac{(22 + 4,7) \left(\frac{1}{8,7} \right)}{3,33} = 21,1^\circ\text{C}.$$

$$E_1 = 2504 \text{ Па}.$$

$$t_2 = 22 - \frac{(22 + 4,7) \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,020}{0,81} \right)}{3,33} = 20,9^{\circ}\text{C}.$$

$$E_2 = 2473 \text{Па}.$$

$$t_3 = 22 - \frac{(22 + 4,7) \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,020}{0,81} + \frac{0,510}{0,64} \right)}{3,33} = 14,5^{\circ}\text{C}.$$

$$E_3 = 1653 \text{Па}.$$

$$t_4 = 22 - \frac{(22 + 4,7) \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,020}{0,81} + \frac{0,510}{0,64} + \frac{0,15}{0,045} \right)}{3,33} = -5,8^{\circ}\text{C}.$$

$$E_3 = 375 \text{Па}.$$

Розрахуємо дійсний парціальний тиск e_i водяної пари на межах шарів:

$$e_i = e_b - (e_b - e_3) \frac{\sum R}{R_{e\Sigma}}. \quad (3.9)$$

$$e_1 = 1170 - (1170 - 342) \cdot \frac{0}{4,16} = 1170 \text{Па}.$$

$$e_2 = 1170 - (1170 - 342) \cdot \frac{0,020}{0,12} = 1137 \text{Па}.$$

$$e_3 = 1170 - (1170 - 342) \cdot \frac{\frac{0,020}{0,12} + \frac{0,510}{0,14}}{4,16} = 411 \text{Па}.$$

$$e_4 = 1170 - (1170 - 342) \cdot \frac{\frac{0,020}{0,12} + \frac{0,510}{0,14} + \frac{0,15}{0,43}}{4,16} = 342 \text{Па}.$$

При порівнянні величин максимального парціального тиску E_i водяної пари і величини дійсного парціального тиску водяної пари на відповідних межах шарів бачимо, що всі величини $E_i > e_i$, що вказує на відсутність конденсації водяної пари на огорожуючій конструкції.

На рисунку 3.2 наведено схему тепловологісного режиму стінових огорожувальних конструкцій основного проектного рішення зовнішніх стін:

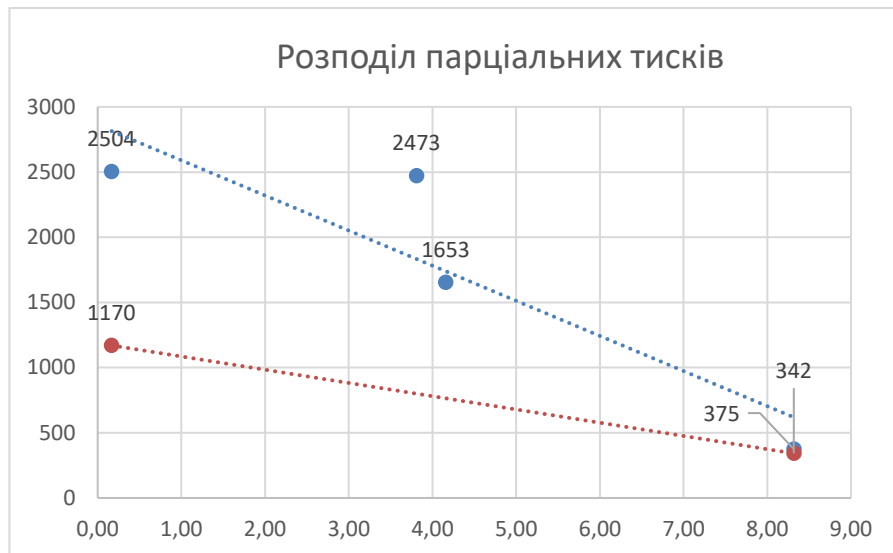


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема розподілу парціальних тисків у товщі огорожувальної конструкції (стіни)

Для розглянутого конструктивного рішення не виникає конденсації вологи у товщі конструкції, тобто виконується нормативна вимога 4.6 ДБН В.2.6-31:2016.

3.1.6 Перекриття горища

Для використовуваного конструктивного рішення не виникає конденсації вологи у товщі конструкції зі сторони приміщення через використання пароізоляційної плівки, тобто виконується нормативна вимога 4.6 ДБН В.2.6-31:2016.

3.1.7 Визначення показників теплостійкості в літній період

Розрахунок показників теплостійкості здійснено згідно з ДСТУ-Н Б.В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та тепло засвоєння огорожувальних конструкцій» для кутового приміщення будівлі.

Розрахункові параметри для умов міста Києва (Вишневого):

- мінімальна з середніх швидкостей вітру по румбах за липень, м/с, повторюваність яких складає 20% і більше, $v=2,1$;

- максимальне значення сумарної сонячної радіації $I_{\max}$.
- $=519 \text{ Вт/м}^2$ (для зовнішніх стін), $I_{\max}=691 \text{ Вт/м}^2$ (для горизонтальної поверхні) ;
- середнє значення сумарної сонячної радіації $I_{\text{сер.}}=115 \text{ Вт/м}^2$ (для зовнішніх стін), $I_{\text{сер.}}=243 \text{ Вт/м}^2$ (для горизонтальної поверхні);
- максимальна амплітуда добових коливань температури зовнішнього повітря в липні $A_{tз}=19,8^\circ\text{C}$.

Коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції згідно з таблицею Б.1 ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 $\chi=0,7$.

Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стінової огорожувальної конструкції для умов літньої пори року:

$$\alpha_{зп} = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{9}) = 1,16(5 + 10 \cdot \sqrt{2,1}) = 22,6 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Розрахункова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря:

$$A_{\text{троз.}} = 0,5 \cdot A_{tз} + \frac{\chi(I_{\max} - I_{\text{сер.}})}{\alpha_{зп}} = 0,5 \cdot 19,8 + \frac{0,7 \cdot (519 - 115)}{22,6} = 22,5^\circ\text{C}.$$

Термічні опори шарів стінової огорожувальної конструкції, починаючи з боку приміщення, становлять:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,020}{0,81} = 0,02 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,510}{0,64} = 0,80 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,15}{0,045} = 3,33 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Теплова інерція шарів стінової огорожувальної конструкції, починаючи з боку приміщення, становить:

$$D_1 = R_1 s_1 = 0,02 \cdot 8,69 = 0,21 < 1;$$

$$D_2 = R_2 s_2 = 0,80 \cdot 7,91 = 6,3 > 1;$$

$$D_3 = R_3 s_3 = 3,33 \cdot 0,59 = 1,97 > 1;$$

Теплостійкість в літній період не потребує перевірки, тому що

$$D = D_1 + D_2 + D_3 = 8,48 > 4,2$$

3.1.8 Оцінка теплостійкості в зимовий період

Як типове приміщення обране кутове групове приміщення будівлі на 2-му поверсі в осях 1-А. Геометричні та теплотехнічні показники типового приміщення:

- площа зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій $F_{\text{нп}} = 32,5 \text{ м}^2$;
- площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій $F_c = 14,9 \text{ м}^2$;
- приведений опір теплопередачі зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma \text{нп}} = 3,33 \text{ К} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт}$;
- проектний опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma c} = 0,75 \text{ К} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт}$.

Коефіцієнт нерівномірності теплопередачі системи опалення $m=0,1$.

Показник тепло засвоєння внутрішньою поверхнею стінової огорожувальної конструкції Y_e , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ за формулами (Р.3) – (Р.6) ДБН В.2.6-31:2016:

$$\text{оскільки } D_1 + D_2 > 1, \text{ то } Y_{\text{в}} = \frac{R_1 s_1^2 + s_2}{1 + R_1 s_2} = \frac{0,02 \cdot 8,69^2 + 7,91}{1 + 0,02 \cdot 7,91} = 8,18 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (3.10)$$

Показник тепло засвоєння внутрішньою поверхнею світлопрозорих огорожувальних конструкцій $Y_{\text{вс}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ за формулою (Р.8) ДБН В.2.6-31:2016:

$$Y_{\text{вс}} = \frac{1}{1,08 \cdot R_{\Sigma c}} = \frac{1}{1,08 \cdot 0,75} = 1,23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Коефіцієнт тепло поглинання B_j , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ внутрішньою поверхнею j -ї огорожувальної конструкції приміщення за формулою (Р.2) ДБН В.2.6-31:2016:

– для зовнішніх стін

$$B_{\text{нп}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{Y_{\text{в}}}} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{1}{8,18}} = 4,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

– для світлопрозорих конструкцій

$$B_{\text{с}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{Y_{\text{вс}}}} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{1}{1,23}} = 1,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Тепловтрати приміщення $q_{\text{буд.}}$:

$$q_{\text{буд.}} = (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \frac{(F_{\text{нп}} + F_{\text{с}})^2}{(F_{\text{нп}} \cdot R_{\Sigma \text{нп}} + F_{\text{с}} \cdot R_{\Sigma \text{с}})} \cdot 1,15 = (20 - (-22)) \cdot \frac{(32,5 + 14,9)^2}{(32,5 \cdot 3,33 + 14,9 \cdot 0,75)} \cdot 1,15 = 952,6 \text{ Вт}.$$

Амплітуда коливань температури приміщення:

$$A_{t_{\text{в}}} = \frac{0,7 \cdot q_{\text{буд.}} \cdot m}{B_{\text{нп}} F_{\text{нп}} + B_{\text{с}} F_{\text{с}}} = \frac{0,7 \cdot 952,6 \cdot 0,1}{4,4 \cdot 32,5 + 1,1 \cdot 14,9} = 0,43^{\circ}\text{C}.$$

Отже, амплітуда коливань температури приміщення становить $0,43^{\circ}\text{C} < 1,5^{\circ}\text{C}$, що відповідає нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2016.

3.1.9 Оцінка показника теплозасвоєння поверхнею підлоги

Для поверхні підлог дошкільних навчальних закладів обов'язкове виконання умови:

$$Y_n \leq Y_{\text{maxn}} = 12$$

Існуючі покриття поверхні підлоги відрізняються з групи в групу, проте в основному – це лінолеум. Задамось, що в разі необхідності, лінолеум можна поміняти на сучасний з утепленою підложкою. Визначимо показник теплозасвоєння поверхні підлоги приймаючи таку конструкцію міжповерхового перекриття, зображеного в табл. 3.7:

Таблиця 3.7 – Склад підлоги (зверху до низу):

№	Матеріал шару	δ , мм	ρ , кг/м ³	λ_B , Вт/(м·К)	s , Вт/(м ² ·К)	R , м ² ·К/Вт	D
1	Лінолеум з утеплюючою підлогою	6	1200	0,21	4,51	0,029	0,13
2	Стяжка цементно- піщана	94	1800	0,93	9,6	0,104	1,00
5	Залізобетонна збірна плита перекриття	220	2500	2,04	18,95	0,098	1,86

$$D = D_1 + D_2 = 0,13 + 1,0 = 1,13 > 0,5.$$

Показник теплозасвоєння поверхнею підлоги Y_p визначається:

$$Y_p = \frac{2R_2s_2^2 + s_3}{0.5 + R_2s_3} = 11,6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Перевірка виконання умови

$$\Delta t_{\text{пр}} \leq \Delta t_{\text{ст}} = 5^\circ\text{C}$$

Температурного перепаду між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції.

3.1.10 Стіна

Визначимо температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні непрозорої огорожувальної конструкції залізобетонної стіни:

$$\Delta t_{\text{пр}} = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})}{R_{\text{пр}} \alpha_{\text{в}}} = \frac{(20 - (-22))}{3,33 \cdot 8,7} = 1,5^\circ\text{C} \leq 5^\circ\text{C}.$$

Для світлопрозорих конструкцій (вікон) з заданим опором теплопередачі $R=0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$\Delta t_{\text{пр}} = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})}{R_{\text{пр}} \alpha_{\text{в}}} = \frac{(20 - (-22))}{0,75 \cdot 8,7} = 6,7^{\circ}\text{C}.$$

Оскільки коефіцієнт скління будівлі перевищує 0,18 температурний перепад характерної конструкції будівлі перевіримо за формулою:

$$\Delta T_{\text{пр}} = t_{\text{вн}} - \frac{\tau_{\text{вн пр}} \cdot F_{\text{н}} + \tau_{\text{всп пр}} \cdot F_{\text{сп}}}{F_{\text{н}} + F_{\text{сп}}} = 22 - \frac{20,5 \cdot 32,5 + 15,3 \cdot 14,9}{(32,5 + 14,9)} = 3,2^{\circ}\text{C} \leq 5^{\circ}\text{C}.$$

де $F_{\text{н}}=32,5\text{м}^2$ – площа непрозорих огорожувальних конструкцій;

$F_{\text{сп}}=14,9\text{м}^2$ – площа прозорих огорожувальних конструкцій.

Умова виконується.

Визначимо мінімальне значення температури внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції:

$$\tau_{\text{в min}} = t_{\text{в}} - \Delta t_{\text{пр}} = 22 - 3,2 = 18,8^{\circ}\text{C}.$$

Мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні (температура точки роси) за температури внутрішнього повітря 22°C згідно з розрахунками наведеними вище $t_{\text{min}} = 11,1^{\circ}\text{C}$. Умова виконується.

3.1.11 Розрахунок енергетичної потреби та енергоспоживання

Розрахунок енергетичної потреби та енергоспоживання при опаленні, охолодженні та гарячому водопостачанні здійснено згідно з методикою ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні».

Проектом передбачається обладнання будівлі спортивного корпусу необхідними інженерними системами згідно з ДБН В.2.2-15:2019. Зокрема передбачена:

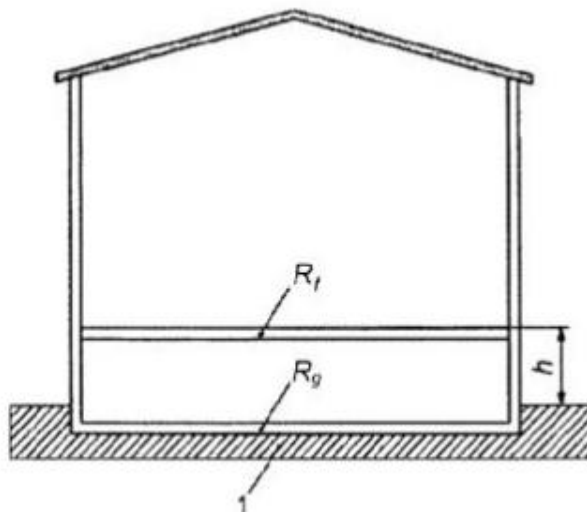
- Система опалення (централізована зі встановленням ІТП);
- Вентиляція природна;

- Система охолодження не передбачається.;
- Система гарячого водопостачання (централізована зі встановленого ІТП);
- Система освітлення з ручним керуванням внутрішнім освітленням та автоматичним зовнішнім освітленням.

3.1.12 Визначення теплопередачі до ґрунту

Загальний фасад будівлі ми зобразили на рисунку 3.3.

1. Теплопередача стаціонарного стану через ґрунт



1 – ґрунт; R_f – термічний опір перекриття над технічним підпіллям; R_g – термічний опір підлоги по ґрунту

Рисунок 3.3 Фасад будівлі

Коефіцієнт теплопередачі системи огорожувальних конструкцій технічного підпілля U , Вт/(м²·К):

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x} \quad (3.11)$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту U , Вт/(м²·К):

$$U_g = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_g} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_g} + 1 \right); \quad (3.12)$$

- характерний розмір підлоги, що дорівнює відношенню площі підлоги на половину периметра підлоги за формулою:

$$B' = \frac{A}{0,5P}; \quad (3.13)$$

– еквівалентна товщина підлоги:

$$d_g = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}), \quad (3.14)$$

$A=1179,2$ – площа підлоги, m^2 ;

$P=274,0$ – зовнішній периметр підлоги, m ;

$w=0,610$ – загальна товщина зовнішньої стіни, включаючи всі шари, m ;

$\lambda = 1,5$ – теплопровідність ґрунту, $Вт/(м \cdot К)$;

$R_{si} = 0,115$ – тепловий внутрішній поверхневий опір, $м^2 \cdot К/Вт$;

$R_f = \frac{1}{8,7} + \frac{0,020}{1,1} + \frac{0,080}{0,93} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{1}{12} = 0,41$ – термічний опір підлоги,

включаючи всі шари, $м^2 \cdot К/Вт$;

$R_{se} = 0,043$ – тепловий зовнішній поверхневий опір, $м^2 \cdot К/Вт$.

$$d_t = 0,610 + 1,5(0,115 + 0,41 + 0,043) = 1,462;$$

$$B' = \frac{1179,2}{0,5 \cdot 274,0} = 8,607;$$

$$U = \frac{2 \cdot 1,5}{\pi \cdot 8,607 + 1,462} \ln \left(\frac{\pi \cdot 8,607}{1,462} + 1 \right) = 0,443.$$

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, $Вт/К$:

$$H_g = AU + P\Psi_g = 1179,2 \cdot 0,443 + 274,0 \cdot 0,05 = 1144,8.$$

$\Psi_g = 0,05$ – лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла сполучення конструкції підлоги по ґрунту із зовнішньою стіною, $Вт/(м \cdot К)$.

Місячний коефіцієнт теплопередачі через ґрунт

Коефіцієнт внутрішньої періодичної теплопередачі трансмісією:

$$H_{pi} = A \frac{\lambda}{d_t} \sqrt{\frac{2}{(1 + \frac{\delta}{d_t})^2}} + P \cdot \Psi_g \quad (3.15)$$

$\delta = 2,2$ – періодична глибина проникнення, m .

$$H_{pi} = 1179,2 \frac{1,5}{1,462} \sqrt{\frac{2}{(1 + \frac{2,2}{1,462})^2}} + 274,0 \cdot 0,05 = 1269,7.$$

Коефіцієнт зовнішньої періодичної теплопередачі трансмісією:

$$\begin{aligned} H_{pe} &= 0,37P\lambda \ln \left(1 + \frac{\delta}{d_t} \right) + P \cdot \Psi_g \\ &= 0,37 \cdot 274,0 \cdot 1,5 \cdot \ln \left(1 + \frac{2,2}{1,362} \right) + 274,0 \cdot 0,05 = 911,1. \end{aligned}$$

Місячний коефіцієнт теплопередачі через ґрунт:

$$H_{g.m.} = \frac{\Phi_m}{\theta_{i,m} - \theta_{e,m}}, \quad (3.16)$$

Φ_m – середня місячна величина теплового потоку, Вт;

$\theta_{i,m}$ – середня місячна внутрішня температура для місяця m , °С;

$\theta_{e,m}$ – середня місячна зовнішня температура для місяця m , °С.

Внутрішня та зовнішня температури змінюється синусоїдально відносно їх річних середніх значень:

$$\theta_{i,m} = \bar{\theta}_i - \widehat{\theta}_i \cos \left(2\pi \frac{m-\tau}{12} \right), \quad (3.17)$$

$$\theta_{e,m} = \bar{\theta}_e - \widehat{\theta}_e \cos \left(2\pi \frac{m-\tau}{12} \right), \quad (3.18)$$

$\bar{\theta}_i = \frac{22+18}{2} = 20$ – середня річна температура внутрішнього повітря, °С;

$\widehat{\theta}_i = \frac{22-18}{2} = 2$ – середня добова амплітуда коливань середньої внутрішньої температури, °С, визначена, як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями середньої місячної температури внутрішнього повітря протягом року;

$\bar{\theta}_e = 8$ – середня річна температура зовнішнього повітря, °С;

$\widehat{\theta}_e$ – середня добова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, °С, визначена, як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями середньої місячної температури зовнішнього повітря протягом року, °С.

Середня місячна величина теплового потоку:

$$\Phi_m = H_g(\bar{\theta}_i - \bar{\theta}_e) - H_{pi}\hat{\theta}_i \cos\left(2\pi\frac{m-\tau+\alpha}{12}\right) + H_{pe}\hat{\theta}_e \cos\left(2\pi\frac{m-\tau-\beta}{12}\right), \quad (3.19)$$

$\alpha=0$ – випередження часу циклу теплового потоку порівняно з випередженням часу внутрішньої температури у цілому числі місяців;

$\beta = 1$ – відставання часу циклу теплового потоку порівняно з відставанням часу зовнішньої температури у цілому числі місяців.

Результат вказаний в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Результат розрахунків місячного коефіцієнту теплопередачі

Порядковий номер місяця	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середньомісячна температура, °С	-	-4,7	-3,6	1	9	15,2	18,3	19,8	19	13,9	8,1	1,9	-2,5
Максимальне значення, °С	$\theta_{e\max}$	-7,4	-6,4	4,3	13,4	20,1	23,1	24,5	23,8	18,4	11,8	4,2	-4,8
Мінімальне значення, °С	$\theta_{e\min}$	-2	-0,8	-2,3	4,6	10,3	13,5	15,1	14,2	9,4	4,4	-0,4	-0,2
Середня добова амплітуда коливань, °С	$\hat{\theta}_e$	-2,7	-2,8	3,3	4,4	4,9	4,8	4,7	4,8	4,5	3,7	2,3	-2,3
Середня місячна внутрішня температура, °С	$\theta_{i,m}$	20,0	20,3	21,0	22,0	23,0	23,7	24,0	23,7	23,0	22,0	21,0	20,3
Середня місячна величина теплового потоку	Φ_m	1578,6	2809,1	3811,0	4395,5	2838,0	33,3	-2656,9	-4725,5	-5118,3	-3635,0	-1283,3	33,1
Місячний коефіцієнт теплопередачі через ґрунт	$H_{g,m}$	57,6	106,8	176,0	338,1	530,5	12,9	5313,9	-8216,4	-747,2	-261,5	-63,4	1,3

3.1.13 Теплопередача трансмісією

Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій, $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ зображено в таблиці 3.9 :

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{A_i + A_{wi} + A_{aciu} + A_{fdi} + A_{gfi}}{\frac{A_i}{R_{\Sigma \text{ пр } i}} + \frac{A_{wi}}{R_{\Sigma \text{ пр } wi}} + \frac{A_{aciu}}{R_{\Sigma \text{ пр } aciu}} + \frac{A_{fdi}}{R_{\Sigma \text{ пр } fdi}} + \frac{A_{gfi}}{R_{\Sigma \text{ пр } gfi}}} = 1,02. \quad (3.20)$$

Таблиця 3.9 – Геометричні та теплотехнічні показники

Показники	Познака	Одиниця виміру	Нормативне значення показника
Геометричні показники			
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	A_{Σ}	м ²	4101,9
зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	A_i	м ²	1171,1
вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	A_{wi}	м ²	539,1
горищних перекриттів неопалюваних горищ	A_{aciu}	м ²	1179,2
зовнішніх дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	A_{fdiu}	м ²	33,3
підлоги по ґрунту кондиціонованого об'єму	A_{gfi}	м ²	1179,2
Кондиціонована (опалювана) площа	A_f	м ²	2310,8
Кондиціонований (опалюваний) об'єм	V_f	м ³	7351,8
Об'єм, призначений для вентиляції	V_{vc}	м ³	6984,3
Коефіцієнт скління фасадів будинку	m_w	-	0,31
Показник компактності будинку	Δ_{bci}	-	0,56
Теплотехнічні показники			
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій	$R_{\Sigma \text{ пр}}$	м ² ·К/Вт	1,07
В тому числі			
зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma \text{ пр } i}$	м ² ·К/Вт	3,33
вікон і балконних дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma \text{ пр } wi}$	м ² ·К/Вт	0,75
покриттів опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	$R_{\Sigma \text{ пр } chai}$	м ² ·К/Вт	5,90
зовнішніх дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma \text{ пр } fdi}$	м ² ·К/Вт	0,60
перекриттів між кондиціонованим об'ємом і некондиціонованим простором підвалу	$R_{\Sigma \text{ пр } cubiu}$	м ² ·К/Вт	0,41

Значення загального коефіцієнта передачі трансмісією, Вт/К:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U = \frac{A_{\Sigma}}{R_{\Sigma \text{ пр}}} + H_g + b_U \cdot A_{aciu} \cdot \frac{1}{R_{\Sigma \text{ пр } aciu}} = 1305,6.$$

Сумарна теплопередача трансмісією, Вт·год:

– Для опалення

$$Q_{tr,h} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,H} + \theta_c)t. \quad (3.21)$$

– Для охолодження

$$Q_{tr,c} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,C} + \theta_c)t. \quad (3.22)$$

Результат вказаний в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Теплопередача до некондиціонованих об'ємів (горища)

U _i - приведений коефіцієнт теплопередачі перекриття горища, Вт/(м²К)	0,2
Н _{т,іu} - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією між кондиціонованим об'ємом і некондиціонованим об'ємом (дифшвом), Вт/К	199,7
Н _{в,іu} - узагальнений коефіцієнт теплопередачі вентиляцією між кондиціонованим об'ємом і некондиціонованим об'ємом (горищем), Вт/К	0,0
b _и поправочний коефіцієнт для опалювального періоду табл.3	0,9
b _и поправочний коефіцієнт для періоду охолодження табл.3	0,0
Н _{іu} - коефіцієнт теплопередачі трансмісією та вентиляцією	199,7
Н _и - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією та вентиляцією між кондиціонованим об'ємом та некондиціонованим об'ємом в період опалення, Вт/К	179,7

3.1.14 Теплопередача вентиляцією

Сумарна теплопередача вентиляцією, кВт·год:

– Для опалення

$$Q_{ve,h} = H_{ve,adj}(\theta_{int,set,H,z} - \theta_e)t. \quad (3.23)$$

– Для охолодження

$$Q_{ve,c} = H_{ve,adj}(\theta_{int,set,H,z} - \theta_e)t + \sum_{i=1}^N (\sum_{j=1}^{24} f_{ve,extra,j,k} H_{ve,extra,j,k} (\theta_{int,set,C,z} - \theta_{e,j})), \quad (3.24)$$

$H_{ve,adj}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, Вт/К;

$H_{ve,extra,j,k}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі за рахунок додаткової вентиляції від k-го елемента, Вт/К;

$\theta_{int,set,H,z}$ – задана температура зони будівлі для опалення, °С;

$\theta_{int,set,C,z}$ – задана температура зони будівлі для охолодження, °С;

$\theta_{e,j}$ – температура зовнішнього середовища для конкретної j-ї години

доби, визначена на підставі погодинних значень репрезентативного дня місяця, °C;

t – тривалість місяця, год;

$f_{ve,extra,j,k} = 0$ – частка роботи для конкретної j -ї години доби i -го дня місяця від k -го елемента додаткової вентиляції (якщо нічна вентиляція та/або природне охолодження працює);

$j = 1$ до 24 – крок розрахунку в годинах;

$i = 1$ до N – крок розрахунку в добах.

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К:

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_a (\sum b_{ve,k} q_{ve,k,mn}), \quad (3.25)$$

$\rho_a c_a = 0,33$ – теплоємність повітря одиниці об'єму, Вт·год/(м³·К);

$q_{ve,k,mn}$ – усереднена за часом витрата повітря від k -го елемента, м³/год:

$$q_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} q_{ve,k} \quad (3.26)$$

$$q_{ve,k} = V_{vc} \cdot 1,5 = 6984,3 \cdot 1,5$$

$= 10476,4$ – витрата повітря k -го елемента повітряного потоку, м³/год;

$f_{ve,t,k}$ – частка роботи k -го елемента повітряного потоку, розрахована як частка від загальної кількості годин на добу (повний час $f_{ve,t,k} = 1$);

$$q_{ve,k,mn} = 10476,4 \cdot 1 = 10476,4.$$

$b_{ve,k}$ – температурний поправочний коефіцієнт для k -го елемента повітряного потоку зі значенням $b_{ve,k} \neq 1$, якщо температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього середовища;

k – представляє кожен із відповідних елементів повітряного потоку, таких як інфільтрація, природна вентиляція, механічна вентиляція, тощо.

$$H_{ve,adj} = 10476,4 \cdot 0,33 \cdot 1 = 3457,2 \text{ Вт/К.}$$

Результат вказаний в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Результат розрахунків сумарної теплопередачі
вентиляцією

Порядковий номер місяця	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середньомісячна температура зовнішнього повітря, °C		-4,7	3,6	1	9	15,2	18,3	19,8	19	13,9	8,1	1,9	-2,5
Середня місячна внутрішня температура для періоду опалення, °C	$\theta_{i,m}$	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Середня місячна внутрішня температура для періоду охолодження, °C	$\theta_{i,m}$	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Тривалість часових інтервалів, год	t	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Сумарна теплопередача вентиляцією на опалення, кВт×год	Q_{ve}	68676,7	59475,0	54015,4	32359,5	17490,7	9210,0	5658,8	7716,5	20162,4	35753,0	50032,7	63018,0
Сумарна теплопередача вентиляцією на охолодження, кВт×год	Q_{ve}	73821,0	64121,5	59159,7	37337,8	22635,0	14188,4	10803,1	12860,8	25140,8	40897,4	55011,1	68162,3

3.1.15 Внутрішні теплонадходження

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, кВт·год:

$$Q_{int} = (\sum_k \Phi_{int,mn,k} A_f) t, \quad (3.26)$$

$\Phi_{int,mn,k} = (7+7+3) = 17$ – усереднений за часом тепловий потік від k-го внутрішнього джерела, Вт/м²;

t = 50 – тривалість періоду використання на тиждень, год.

Результат розрахунків вказаний в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Внутрішні теплонадходження

Порядковий номер місяця, m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тривалість часових інтервалів, год	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Тривалість невикористання, діб	3		1	1	3	1	22	12				
Тривалість використання, год	200	200	214	207	200	207	64	136	214	221	214	221
Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел, кВт·год	7857	7857	8418	8137	7857	8137	2525	5331	8418	8699	8418	8699

3.1.16 Сонячні теплонадходження

Сонячні теплонадходження через елементи будівлі

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \Phi_{r,k}, \quad (3.27)$$

$F_{sh,ob,k}$ – понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції k-ї поверхні;

$A_{sol,k}$ – еквівалентна площа інсоляції k-ї поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м²;

$F_{r,k} = 0,5$ – коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{r,k}$ – додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосферу від k-го елемента будівлі, Вт.

Еквівалентна площа інсоляції зашкленого елемента, м²:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{w,p}, \quad (3.28)$$

$F_{sh,gl} g_{gl} = 1$ – понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів;

$g_{gl} = F_w g_n = 0,9 \cdot 0,5 = 0,45$ – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента – потрійне скління з двома селективними низькоемісійними покриттями;

F_F – частка площі обрамлення, яку приймаємо 0,3;

$A_{w,p}$ – загальна площа проекції заскленого елемента.

Результат розрахунків вказано в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 – Еквівалентна площа інсоляції заскленого елемента, м²:

	Площі вікон за напрямками з врахуванням коефіцієнтів затінення, м ²			
	ПН	ПД	СХ	ЗХ
опалення	16,8	133,6	80,1	68,8
охолодження	14,5	133,6	86,7	72,8

Понижувальний коефіцієнт зовнішнього затінення:

$$F_{sh} = F_{hor}F_{ov}F_{fin}, \quad (3.29)$$

$F_{hor} = 1$ – частковий поправочний коефіцієнт затінення горизонту;

$F_{ov} = 1$ – частковий поправочний коефіцієнт затінення для звисів;

$F_{fin} = 1$ – частковий поправочний коефіцієнт затінення для ребер.

Частка площі обрамлення $F_F=0,3$.

Результат розрахунків вказано в таблиці 3.14 та 3.15.

Таблиця 3.14 – Еквівалентна площа інсоляції засклених елементів для опалення

Місяць	A_{sol} , м ²			
	ПН	ПД	СХ	ЗХ
1	5,28	42,07	25,24	21,67
2	5,28	42,07	25,24	21,67
3	5,28	42,07	25,24	21,67
4	5,28	42,07	25,24	21,67
5	5,28	42,07	25,24	21,67
6	5,23	40,94	25,19	20,63
7	5,24	40,51	25,07	20,61
8	5,26	40,56	25,04	20,54
9	5,28	42,07	25,24	21,67
10	5,28	42,07	25,24	21,67
11	5,28	42,07	25,24	21,67
12	5,28	42,07	25,24	21,67

Таблиця 3.15 – Еквівалентна площа інсоляції зашкленних елементів для охолодження

Місяць	Asol, м2			
	ПН	ПД	СХ	ЗХ
1	4,58	42,07	27,31	22,94
2	4,58	42,07	27,31	22,94
3	4,58	42,07	27,31	22,94
4	4,58	42,07	27,31	22,94
5	4,58	42,07	27,31	22,94
6	4,54	40,94	27,26	21,84
7	4,54	40,51	27,12	21,82
8	4,56	40,56	27,09	21,75
9	4,58	42,07	27,31	22,94
10	4,58	42,07	27,31	22,94
11	4,58	42,07	27,31	22,94
12	4,58	42,07	27,31	22,94

Теплове випромінювання в атмосферу:

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} = 1198 \text{ Вт}, \quad (3.30)$$

$R_{se} = 0,043$ – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

U_c – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

A_c – площа проекції елемента, м^2 ;

$h_r = 5 \cdot e = 5 \cdot 0,81 = 4,05$ – коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої вертикальної поверхні, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$\Delta\theta_{er} = 11$ – середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери, $^{\circ}\text{C}$.

Результат розрахунків вказано в таблиці 3.16 - 3.18.

Таблиця 3.16 – Сонячні теплонадходження

Місяці	ПН			ПД			СХ			ЗХ			Гор.		Asol x Fsh x I sol, Вт	Фг x Fr, Вт	Φsol, Вт	t, год	Qsol, кВт*год
	I, Вт/м2	Вікна: Fhog x Fov x Asol, м2	Стіни: Fhog x Asol, м2	I, Вт/м2	Вікна: Fhog x Fov x Asol, м2	Стіни: Fhog x Asol, м2	I, Вт/м2	Вікна: Fhog x Fov x Asol, м2	Стіни: Fhog x Asol, м2	I, Вт/м2	Вікна: Fhog x Fov x Asol, м2	Стіни: Fhog x Asol, м2	I, Вт/м2	Asol, м2					
1	13	5,3	1,9	50	42,1	0,9	21	25,2	1,7	22	21,7	1,7	32	6,9	3541,9	599,1	2943	744	2189
2	24	5,3	1,9	70	42,1	0,9	36	25,2	1,7	38	21,7	1,7	59	6,9	5444,2	599,1	4845	672	3256
3	35	5,3	1,9	90	42,1	0,9	58	25,2	1,7	61	21,7	1,7	101	6,9	7801,7	599,1	7203	744	5359
4	39	5,3	1,9	92	42,1	0,9	77	25,2	1,7	73	21,7	1,7	149	6,9	9038,3	599,1	8439	720	6076
5	56	5,3	1,9	101	42,1	0,9	104	25,2	1,7	99	21,7	1,7	211	6,9	11308,7	599,1	10710	744	7968
6	67	5,2	1,9	96	40,9	0,9	111	25,2	1,7	105	20,6	1,7	228	6,9	11391,9	599,1	10793	720	7771
7	61	5,2	1,9	98	40,5	0,9	108	25,1	1,7	104	20,6	1,7	220	6,9	11217,8	599,1	10619	744	7900
8	40	5,3	1,9	106	40,6	0,9	93	25,0	1,7	89	20,5	1,7	185	6,9	10418,8	599,1	9820	744	7306
9	29	5,3	1,9	102	42,1	0,9	70	25,2	1,7	66	21,7	1,7	130	6,9	8912,9	599,1	8314	720	5986
10	19	5,3	1,9	75	42,1	0,9	38	25,2	1,7	37	21,7	1,7	71	6,9	5735,7	599,1	5137	744	3822
11	11	5,3	1,9	39	42,1	0,9	17	25,2	1,7	17	21,7	1,7	31	6,9	2823,3	599,1	2224	720	1601
12	9	5,3	1,9	35	42,1	0,9	14	25,2	1,7	15	21,7	1,7	22	6,9	2447,6	599,1	1849	744	1375

Таблиця 3.17 – Сонячні теплонадходження для охолодження

Місяці	ПН			ПД			СХ			ЗХ			Гор.		Asol x Fsh x I sol, Вт	Фг x Fr, Вт	Φsol, Вт	t, год	Qsol, кВт*год
	I, Вт/м2	Вікна: Fhog x Fov x Asol, м2	Стіни: Fhog x Asol, м2	I, Вт/м2	Вікна: Fhog x Fov x Asol, м2	Стіни: Fhog x Asol, м2	I, Вт/м2	Вікна: Fhog x Fov x Asol, м2	Стіни: Fhog x Asol, м2	I, Вт/м2	Вікна: Fhog x Fov x Asol, м2	Стіни: Fhog x Asol, м2	I, Вт/м2	Asol, м2					
1	13	4,6	1,9	50	42,1	1,1	21	27,3	1,7	22	22,9	1,7	32	6,9	3615,8	599,1	3017	744	2244
2	24	4,6	1,9	70	42,1	1,1	36	27,3	1,7	38	22,9	1,7	59	6,9	5566,4	599,1	4967	672	3338
3	35	4,6	1,9	90	42,1	1,1	58	27,3	1,7	61	22,9	1,7	101	6,9	7995,5	599,1	7396	744	5503
4	39	4,6	1,9	92	42,1	1,1	77	27,3	1,7	73	22,9	1,7	149	6,9	9284,3	599,1	8685	720	6253
5	56	4,6	1,9	101	42,1	1,1	104	27,3	1,7	99	22,9	1,7	211	6,9	11633,6	599,1	11035	744	8210
6	67	4,5	1,9	96	40,9	1,1	111	27,3	1,7	105	21,8	1,7	228	6,9	11723,5	599,1	11124	720	8010
7	61	4,5	1,9	98	40,5	1,1	108	27,1	1,7	104	21,8	1,7	220	6,9	11545,4	599,1	10946	744	8144
8	40	4,6	1,9	106	40,6	1,1	93	27,1	1,7	89	21,7	1,7	185	6,9	10713,5	599,1	10114	744	7525
9	29	4,6	1,9	102	42,1	1,1	70	27,3	1,7	66	22,9	1,7	130	6,9	9145,0	599,1	8546	720	6153
10	19	4,6	1,9	75	42,1	1,1	38	27,3	1,7	37	22,9	1,7	71	6,9	5865,5	599,1	5266	744	3918
11	11	4,6	1,9	39	42,1	1,1	17	27,3	1,7	17	22,9	1,7	31	6,9	2881,5	599,1	2282	720	1643
12	9	4,6	1,9	35	42,1	1,1	14	27,3	1,7	15	22,9	1,7	22	6,9	2497,5	599,1	1898	744	1412

Таблиця 3.18 – Динамічні параметри

C - внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі, Вт×год/(К×м ²)	табл.15	80
Af - кондиціонована площа, м ²		2310,8
Cm - внутрішня теплоємність будівлі, Вт×год/К		184864
t- часова константа будівлі (опалення та охолодження), год		39
tн.0 - довідкова часова константа будівлі, год		15
ан.0 - довідковий безрозмірний числовий параметр		1
ан - безрозмірний числовий параметр		3,59
tc.0 - довідкова часова константа будівлі, год		15
ас.0 - довідковий безрозмірний числовий параметр		1
ас - безрозмірний числовий параметр		3,59

Результати розрахунку річної потреби для опалення та охолодження будівлі представлено в таблиці 3.19:

Таблиця 3.19 – Розрахунок енергопотреб для опалення та охолодження

Кісяць року													
	QH,gr, кВт·год	QH,ve, кВт·год	QH,ht, кВт·год	QH,sol, кВт·год	QH,int, кВт·год	QH,gn, кВт·год	Yн	ηH,gn	QH,nd,cont, кВт·год	αH,red	QH,nd,interm, кВт·год	fH,nocc	QH,ndкВт·год
Січень	27079	68677	95756	2189	7857	10046	0,10	1,00	85712	1,00	85712	0,10	85712
Лютий	24298	59475	83773	3256	7857	11113	0,13	1,00	72667	1,00	72667	0,00	72667
Березень	23148	54015	77164	5359	8418	13777	0,18	1,00	63410	1,00	63410	0,03	63410
Квітень	15385	32359	47744	6076	8137	14214	0,30	0,99	16830	1,00	16830	0,03	16830
Травень	9289	17491	26780	7968	7857	15825	0,59	0,50		1,00		0,10	
Червень	3512	9210	12722	7771	8137	15908	1,25	1,00		1,00		0,03	
Липень	10835	5659	16493	7900	2525	10426	0,63	1,00		1,00		0,71	
Серпень	-15425	7716	-7709	7306	5331	12637	-1,64	-0,61		1,00		0,39	
Вересень	3256	20162	23419	5986	8418	14404	0,62	0,92		1,00		0,00	
Жовтень	10797	35753	46550	3822	8699	12520	0,27	0,99	17056	1,00	17056	0,00	17056
Листопад	17977	50033	68010	1601	8418	10019	0,15	1,00	57999	1,00	57999	0,00	57999
Грудень	23822	63018	86840	1375	8699	10074	0,12	1,00	76770	1,00	76770	0,00	76770
Всього за рік									390446		390446		390446

3.1.17 Визначення енергопотреб ГВП

Для цілей сертифікації енергоефективності використаємо питомі енергопотреб ГВП на 1 м² кондиціонованого об'єму будівлі (табл. 34 ДСТУ Б А.2.2-12:2015), які складають для будівель дошкільних навчальних закладів 15 кВт·год/м².

$$Q_w = 34662 \text{ кВт·год}$$

3.1.18 Енергоспоживання для опалення

Для цілей сертифікації енергоефективності використаємо методику ДСТУ Б А.2.2-12:2015).

Тривалість опалювального періоду для І температурної зони, год	4500
Тривалість періоду охолодження для м.Полтава	740

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми тепловіддачі/виділення

системи	f_{hydr} - коефіцієнт гідравлічного налагодження	1,09	табл.18
приміщень	f_{im} - постійний тепловий режим	1	
	f_{rad} - коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (для променевих систем опалення)	1	
приміщення	f_{str} - враховує вертикальний профіль температури повітря	0,855	табл.17
	f_{ctr} - враховує регулювання температури приміщення	0,86	табл.17
систем)	f_{emb} - враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем)	1,0	табл.17
	f_{em} - загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні	0,78	

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми розподілення

	L_v - довжина трубопроводів в неопалюваному об'ємі, м	480,0	ДСТУ 316-2-3
	Кількість стояків (запірної арматури)	34,0	
	L_s - довжина вертикальних трубопроводів в опалюваному об'ємі, м	153,0	
	L_a - довжина горизонтальних трубопроводів в опалюваному об'ємі, м	427,0	
	Ψ_v - лінійний коефіцієнт в неопалюваному об'ємі, Вт/(м×К)	0,20	
	Ψ_s - лінійний коефіцієнт вертикальних в опалюваному об'ємі, Вт/(м×К)	3	
	Ψ_a - лінійний коефіцієнт горизонтальних в опалюваному об'ємі, Вт/(м×К)	3	
	$\eta_{H,gen}$ - ефективність підсистем виробництва теплоти	0,96	

Результат розрахунків вказано в таблиці 3.20 та 3.21.

Таблиця 3.20 Розрахунок енергоспоживання для опалення будівлі

Місяць року	Параметр						
	$Q_{H,nd}$, кВт·год	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,em,is}$, кВт·год	$Q_{H,em,is} = Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$, кВт·год	$Q_{H,gen,is}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год
Січень	85712	1,00	34341	120053	129331	5389	134720
Лютий	72667	1,00	29114	101781	109975	4582	114557
Березень	63410	1,00	25405	88816	96597	4025	100622
Квітень	16830	0,99	6743	23573	26239	1093	27332
Травень	0	0,50	0	0	0	0	0
Червень	0	1,00	0	0	0	0	0
Липень	0	1,00	0	0	0	0	0
Серпень	0	-0,61	0	0	0	0	0
Вересень	0	0,92	0	0	0	0	0
Жовтень	17056	0,99	6834	23890	26613	1109	27722
Листопад	57999	1,00	23237	81236	88307	3679	91986
Грудень	76770	1,00	30758	107528	116368	4849	121217
Всього за рік	390446						618156

Таблиця 3.21 Значення енергетичних потоків в підсистемі розподілення будівлі

Місяць року	Параметр						
	$Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,is}$, кВт·год	$Q_{H,dis,is,nrbl}$, кВт·год	$Q_{H,dis,is,rbl}$, кВт·год	$Q_{H,dis,is,rvd}$, кВт·год	$Q_{H,dis,is,nrvd}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in}$, кВт·год
Січень	120053	54704	4216	50488	45427	9278	129331
Лютий	101781	48158	3726	44433	39965	8194	109975
Березень	88816	45001	3575	41426	37220	7781	96597
Квітень	23573	14396	1242	13154	11731	2666	26239
Травень	0	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0	0
Жовтень	23890	14876	1283	13593	12153	2723	26613
Листопад	81236	40866	3282	37584	33796	7070	88307
Грудень	107528	51932	4033	47899	43092	8840	116368

3.1.20 Визначення енергоефективності будівлі

Визначимо максимально допустиме значення питомої річної енергопотребы будівлі EP_{max} , кВт·год/м³, що встановлюють згідно з табл.1 ДБН В.2.3-31:016. Для будівель навчальних закладів:

$$EP_{max} = 48 \cdot 1,25 = 60 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3.$$

Розрахункове значення загального показника енергоефективності згідно з національним стандартом ДБН В.2.3-31:2016:

$$EP = \frac{Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}}{V_f} = \frac{390446 + 12385 + 34663}{7351,8} = 59,5 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2.$$

Таким чином

$$EP = 59,5 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 < EP_{max} = 60 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2.$$

Визначимо клас енергетичної ефективності будинку за питомою енергопотребою згідно з Таблицею 2 ДБН В 2.3-31:2016:

$$\frac{(EP - EP_{max})}{EP_{max}} \cdot 100\% = \frac{(59,5 - 60)}{60} \cdot 100\% = -0,8\%,$$

що відповідає класу енергетичної ефективності «С» за національними стандартами.

За результатами розрахунку розділу «Енергоефективність» заповнено Енергетичний паспорт будівлі.

При перевірці відповідності будівлі Мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель визначеними Наказом №260 від 27.10.2020 року керуємося пунктом 3 розділу II, так як завданням на проектування не передбаченого капітального ремонту будівель в цілому, а лише частин огорожувальних конструкцій:

«При реконструкції, капітальному ремонті, визначених проектною документацією частин будівлі (окремих огорожувальних конструкцій в цілому), мінімальною вимогою є виконання умови:

$$R_{\Sigma \text{ пр.}} \geq R_{\Sigma \text{ q min.}}$$

3.2 Розрахунок складових енергетичного сертифікату будівлі на стадії проектування

Загальна інформація по будівлі

Дана будівля знаходиться в Київській області , Бучинський район, Софіївська борщагівка, вул. Соборна 105 Б, буд. 4.

Функціональне призначення та назва: Житловий багатоквартирний будинок з вбудованими нежитловими приміщеннями, загальні дані якої вказані в таблиці 3.22.

Таблиця 3.22 – Загальні дані

Загальна площа	м ²	4542,4
Загальний об'єм	м ³	19783,5
Опалювана площа	м ²	4683,2
Опалюваний об'єм	м ³	13495,4
Кількість поверхів		десять+цоколь+технічний
Рік введення в експлуатацію	рік	Нове будівництво. Проект

Тип конструкції: Одинадцятиповерховий багатоквартирний житловий будинок з несучими стінами з пустотілої керамічної цегли, утепленими мінераловатним утеплювачем товщиною 150мм, оштукатурені з середини і оздоблені тонкошаровою штукатуркою зовні. Будівля з опалюваним цоколем та техповерхом (тепле горище). Загальна площа вікон складає 20% від загальної площі фасаду. Усі світлопрозорі конструкції металопластикові. Покриття технічного поверху складається із збірних залізобетонних плит, шару пароізоляції, шару утеплювача з пінополістиролу товщиною 220 мм, керамзитової розуклонки, шару цементно-піщаної стяжки, гідроізоляційного килима. Загальні дані та внутрішні умови будівлі вказано в таблиці 3.23, 3.24.

Таблиця 3.23 – Загальні дані будівлі (продовження)

Кліматична зона		I
Умови експлуатації		Б
Вітрозахист основи (середньо захищений простір (передмістя); відкритий простір (сільська місцевість); закритий простір (центр міста)	-	середньо захищений простір (село)
Середня висота приміщення	м	2,7
Внутрішня теплоємність	Вт х год/(м ² х К)	80

Таблиця 3.24 – Внутрішні умови у будівлі

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
Графік опалення	год/тиждень	112
Графік охолодження	год/тиждень	112
Задана температура зони будівлі для опалення	°C	20
Задана температура зони будівлі для охолодження	°C	26
Температура чергового режиму охолодження	°C	26
Температура чергового режиму опалення	°C	17

Надалі ми вказуємо фактичні проектні дані в таблицях 3.25 – 3.27.

Таблиця 3.25 – Фактичні проектні дані про опалювальний період

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
Початок опалювального періоду	число, місяць, рік	15 жовтня
Закінчення опалювального періоду	число, місяць, рік	15 квітня
Фактична внутрішня середня температура приміщення за опалювальний період	-	20
Середньозважене значення фактичної температури зовнішнього повітря	-	19
Частка кількості годин на тиждень з нормальним (постійним) заданим режимом опалення (незаданим черговим або відключеним)	-	112
Частка кількості днів на тиждень з нормальним (постійним) заданим режимом охолодження принаймні в денний час (незаданим черговим або відключеним)	-	112
Частка місяця з періодом невикористання опалення	-	-
Частка місяця з періодом невикористання охолодження	-	-

Таблиця 3.26 – Фактичне проектне споживання енергії будівлею

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
Рік, за яким подаються дані	рік	не експлуатуються
Теплова енергія від централізованого теплопостачання на опалення	кВт х год за рік	-
Теплова енергія від централізованого теплопостачання на гаряче водопостачання	кВт х год за рік	-
Електроенергія	кВт х год за рік	89141
Газ на потреби опалення	кВт х год за рік	338969
Газ на потреби гарячого водопостачання	кВт х год за рік	164000

Таблиця 3.27– Показники енергетичної ефективності для будівель

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
Питома енергопотреба на опалення, охолодження, гаряче водопостачання	кВт х год/м ³	76,9
Питоме енергоспоживання опалення	кВт х год/м ³	72,4
Питоме енергоспоживання охолодження	кВт х год/м ³	0,6
Питоме енергоспоживання гарячого водопостачання	кВт х год/м ³	35,0
Питоме енергоспоживання системи вентиляції	кВт х год/м ³	2,4
Питоме енергоспоживання освітлення	кВт х год/м ³	16,0
Питоме споживання первинної енергії	кВт х год/м ² за рік	165,7
Питомі викиди парникових газів	кг/м ² за рік	31,6

Загальні дані про систему вентиляції (заповнюється для кожного окремого типу систем вентиляції)

Дана природна система вентиляції.

Нічне охолодження здійснюється додатковою складовою вентиляції за рахунок природного охолодження та нічної вентиляції протягом періоду охолодження 20%. Значення показників вказано в табличній формі (таблиця 3.30)

Таблиця 3.30 – значення показників вентиляції

Позначення показника	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
Q_{vek}	Витрата повітря k-го елемента повітряного потоку	м ³ /год	6904,5

Дані, необхідні для розрахунку втрат енергії в системі опалення

Дані ми проаналізували та описали в табличній формі (табл 3.31).

Таблиця 3.31 – Тепловтрати для трубопроводів, що знаходяться в неопалюваних об'ємах (заповнюється для кожної окремої групи трубопроводів з різними граничними умовами)

Позначення показника	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
$Y_{Ls, j}$	Лінійний коефіцієнт теплопередачі j-го трубопроводу	Вт/(м х К)	0,3
$Y_{La, j}$	Лінійний коефіцієнт теплопередачі j-го трубопроводу	Вт/(м х К)	0,4
L_{sj}	Довжина j-го трубопроводу	м	521,2
L_{aj}	Довжина j-го трубопроводу	м	4247,1
q_m, i	Середня температура теплоносія в зоні упродовж i-го місяця	°С	70
q_i, j	Температура оточуючого середовища упродовж i-го місяця опалення	°С	20
q_i, j	Температура оточуючого середовища упродовж i-го місяця охолодження	°С	26
h_N, q_n, i	Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення	-	1

Дані, необхідні для розрахунку втрат енергії в системі охолодження

Складається з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання охолодження (заповнюється для кожного окремого типу підсистем генерування), підсистеми розподілення охолодження (заповнюється для кожного окремого типу підсистем розподілення охолодження) та

центрального попереднього охолодження (заповнюється для кожного окремого типу систем), вказаного в таблиці 3.32.

Таблиця 3.32 – Підсистема розподілення охолодження (заповнюється для кожного окремого типу підсистем розподілення охолодження)

Позначення показника	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
$\eta_{C, gen}$	Ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання	-	2,25
$\eta_{C, ac}$	Ефективність автоматичного управління/регулювання залежно від класу ефективності системи управління/регулювання	-	0,93

Таблиця 3.33 – Центральне попереднє охолодження (заповнюється для кожного окремого типу систем)

Позначення показника	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
$h_{C, ce}$	Ступінь утилізації теплообміну охолодження в системі охолодження	-	1,00
$h_{C, ce, sens}$	Ступінь явної утилізації теплообміну охолодження в системі охолодження	-	0,87
$h_{c, d}$	Ступінь утилізації підсистеми розподілення	-	0,90

Дані, необхідні для розрахунку питомого енергоспоживання постачання гарячої води

Складається з тепловтрат для трубопроводів, що знаходяться в неопалюваних об'ємах (заповнюється для кожної окремої групи трубопроводів з різними граничними умовами), тепловтрат для трубопроводів, що знаходяться в опалюваних об'ємах (заповнюється для кожної окремої групи трубопроводів з різними граничними умовами) , тепловитрат циркуляційного контуру постачання гарячої води протягом періодів циркуляції (заповнюється для кожної окремої групи трубопроводів з різними граничними умовами), тепловитрат циркуляційного контуру постачання гарячої води протягом періодів відсутності циркуляції (заповнюється для кожної окремої групи трубопроводів з різними граничними умовами), тепловитрат використаної води при водорозборі (заповнюється для кожного окремого типу підсистем), тепловитрат (заповнюється для кожного окремого типу підсистем генерування) підсистеми виробництва/генерування та акумулювання гарячого водопостачання та енергопотреби для гарячої води.

Дані, необхідні для розрахунку визначення споживання енергії в системі вентиляції

В системі вентиляції житлового будинку використовуються витяжні вентилятори, що встановлюються у витяжних каналах кухонь та санвузлів кожної квартири. Ввімкнення такої вентиляції відбувається вручну епізодично. Споживання енергії ми вказали в таблиці 3.34 – 3.36 .

Таблиця 3.34 – Споживання енергії в системі вентиляції (заповнюється для кожного окремого типу систем вентиляції)

Позначення показника	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
tv	Час роботи системи вентиляції	год	5840
SFP	Питома потужність вентилятора системи механічної вентиляції	кВт/(м ³ /с)	1,0
Vl	Об'ємна витрата повітря в системі механічної вентиляції	м ³ /год	6904,5

Таблиця 3.35 – Споживання енергії в системі освітлення

Позначення показника	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
Fc	Постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання освітлення при функціонуючому контролі сталої освітленості зони	-	1,0
Fo	Коефіцієнт використання освітлення, який є співвідношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення та періоду використання зони	-	1,0
FD	Коефіцієнт природного освітлення, який є співвідношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення та наявного природного освітлення зони	-	1,0
PN	Питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі	Вт/м ²	4,0
tN	Час використання природного освітлення протягом року	год	250
Rem	Загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення	кВт х год/м ²	1,0
Prс	Загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують	кВт х год/м ²	5,0

Таблиця 3.36 – Показники енергетичної ефективності для будівель

з/п	N	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
1		Питома енергопотреба на опалення, охолодження, гаряче водопостачання	кВт х год/м ² або кВт х год/м ³ за рік	76,9
2		Питоме енергоспоживання опалення	кВт х год/м ² або кВт х год/м ³ за рік	72,4
3		Питоме енергоспоживання охолодження	кВт х год/м ² або кВт х год/м ³ за рік	0,6
4		Питоме енергоспоживання гарячого водопостачання	кВт х год/м ² або кВт х год/м ³ за рік	35,0
5		Питоме енергоспоживання системи вентиляції	кВт х год/м ² або кВт х год/м ³ за рік	2,4
6		Питоме енергоспоживання освітлення	кВт х год/м ² або кВт х год/м ³ за рік	16,0
7		Питоме споживання первинної енергії	кВт х год/м ² за рік	165,7
8		Питомі викиди парникових газів	кг/м ² за рік	31,6

На рисунку 3.6 ми показали загальне енергоспоживання і частки споживань енергії в будинку



Рисунок 3.6 Охоплення енергетичної ефективності будівлі

3.3 Розрахунок сертифікату енергоефективності будівлі на стадії проектування

Загальні дані ми вказали в таблиці 3.37.

Таблиця 3.37 – Фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції ($\text{м}^2 \times \text{К} / \text{Вт}$)		Площа А, м^2
	існуюче	приведене значення	
Зовнішні стіни	3,52	3,3	2054,1
Суміщені перекриття	-	6,0	-
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	5,23	4,95	434,2
Горищні перекриття неопалюваних горищ	0,41	4,95	434,2
Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами	-	3,75	-
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,75	682,82
Зовнішні двері	0,6	0,6	5,3

3.3.1 Опис технічного стану огорожувальних конструкцій

Зовнішні стіни

Стіни виконані керамічної пустотілої цегли і утеплені мінераловатним утеплювачем товщиною 150мм, оштукатурені з середини і оздоблені тонкошаровою штукатуркою зовні. Дві торцеві стіни, що межують з деформаційним швом між сусідніми будівлями, не утеплені. Будівля з опалюваним цоколем. Стіни цоколя з блоків ФБС утеплені пінополістиролом товщиною 120 мм.

Підлога

Підлога цокольного поверху утеплена мінераловатним утеплювачем товщиною 80мм.

Вікна та балконні блоки

Загальна площа вікон складає 19% від загальної площі фасаду. Усі світлопрозорі конструкції металопластикові. Їх опір теплопередачі відповідає мінімальним вимогам ДБН В.2.6-31:2016.

Вхідні двері

Вхідні двері передбачаються металопластикові з опором теплопередачі, який відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2016.

Покриття

Будинок з технічним (теплим) горищем. Покриття технічного поверху складається із збірних залізобетонних плит товщиною 220 мм, шару пароізоляції, шару утеплювача з пінополістиролу товщиною 220 мм, керамзитової розуклонки, шару цементно-піщаної стяжки, гідроізоляційного килима. В таблиці 3.38 та 3.39 ми вказали показники в нашій будівлі.

Таблиця 3.38 - Показники енергетичної ефективності та фактичне питоме енергоспоживання будівлі

Назва показу	Існуюче значення (кВт × год)/м ² (кВт × год)/м ³) за рік	Мінімальні вимоги (кВт × год)/м ² (кВт × год)/м ³) за рік
Питома енергопотреба на опалення, охолодження, гаряче водопостачання	76,9	77
Питоме енергоспоживання при опаленні	72,4	-
Питоме енергоспоживання при охолодженні	0,6	-
Питоме енергоспоживання при гарячому водопостачанні	35	-
Питоме енергоспоживання системи вентиляції	2,4	-
Питоме енергоспоживання при освітленні	16	-
Питоме споживання первинної енергії, кВт × год/м ² за рік	165,7	-
Питомі викиди парникових газів, кг/м ² за рік	31,6	-

Таблиця 3.39 – Енергоспоживання будівлі

Вид	Розрахунковий обсяг споживання за рік	
	тис. кВт × год	(кВт × год)/м ² (кВт × год)/м ³
Енергоспоживання систем опалення	338,969	72,4
Енергоспоживання систем вентиляції	11,201	2,4
Енергоспоживання систем гарячого водопостачання	164	35
Енергоспоживання систем охолодження	3,009	0,6
Енергоспоживання систем охолодження	74,931	16
Усього	592,11	126,4

3.3.2 Причини відхилення розрахункових обсягів споживання- від фактичних

Оскільки будівля не експлуатувалась раніше, неможливо проаналізувати фактичні обсяги споживання енергії. Загальне споживання ми вказали на рисунку 3.7.

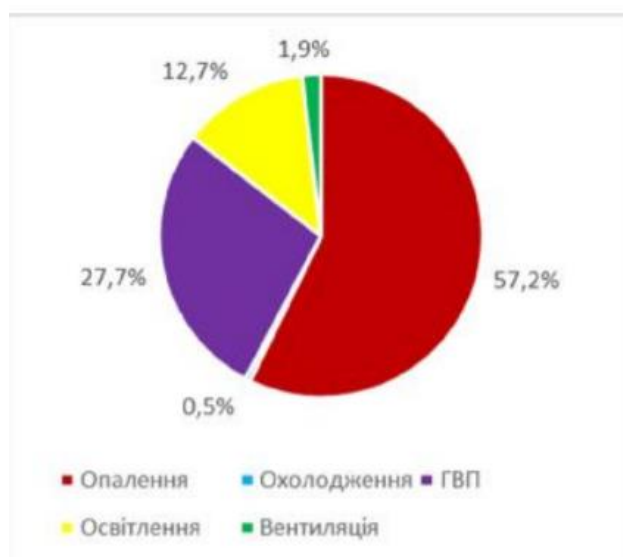


Рисунок 3.7 – Річне споживання будівлі

+

3.3.3 Фактичні або проектні характеристики інженерних систем будівлі

Система опалення

Система опалення прийнята поквартирна з індивідуальним генератором тепла.

Підсистема виробництва теплоносія

Джерело опалення – двохконтурний газовий котел з герметичною камерою згоряння. Температурний графік роботи 80/60 ° С. Система опалення закритого типу, циркуляційний насос вбудований в конструкції котла.

Підсистема розподілу

Тип системи – водяна, двотрубна, з горизонтальними гілками, розводиться в конструкції підлоги з поліпропіленових труб в теплоізоляції, що проходять в опалювальних приміщеннях.

Підсистема тепловіддачі

Система тепловіддачі прийнята з сталевих радіаторів, регуляторів температури з точністю 1 К. Опалювальні прилади встановлюються біля зовнішньої стіни під вікнами з радіаційним захистом.

В квартирах встановлюються лічильники природного газу.

Системи охолодження, кондиціонування, вентиляції

Система охолодження в будівлі не передбачається. Вентиляція в будівлі виконується природною. Приплив повітря здійснюється за рахунок інфільтрації огорожувальних конструкцій, відкритих дверей та вікон, видалення – через вентиляційні канали в будівельних конструкціях розміщені в санвузлах та на кухні. За потребою мешканці можуть поставити у витяжних каналах витяжні каналні вентилятори.

Системи постачання гарячої води

Система гарячого водопостачання індивідуальна для кожної квартири. Нагрів води здійснюється від двохконтурного газового котла та розподіляється до водорозборів. Система розподілу виконана із поліпропіленових трубопроводів в теплоізоляції.

В місцях загального користування передбачається встановлення електричних лічильників та лічильників води.

Системи освітлення

Облік споживання електричної енергії на потреби системи освітлення проводиться комерційним вузлом обліку електричної енергії. Місця загального користування та робочі місця освітлюються високоефективними світильниками з світлодіодними джерелами світла.

3.4. Порівняння складових енергетичного сертифікату побудованої будівлі та на стадії проектування.

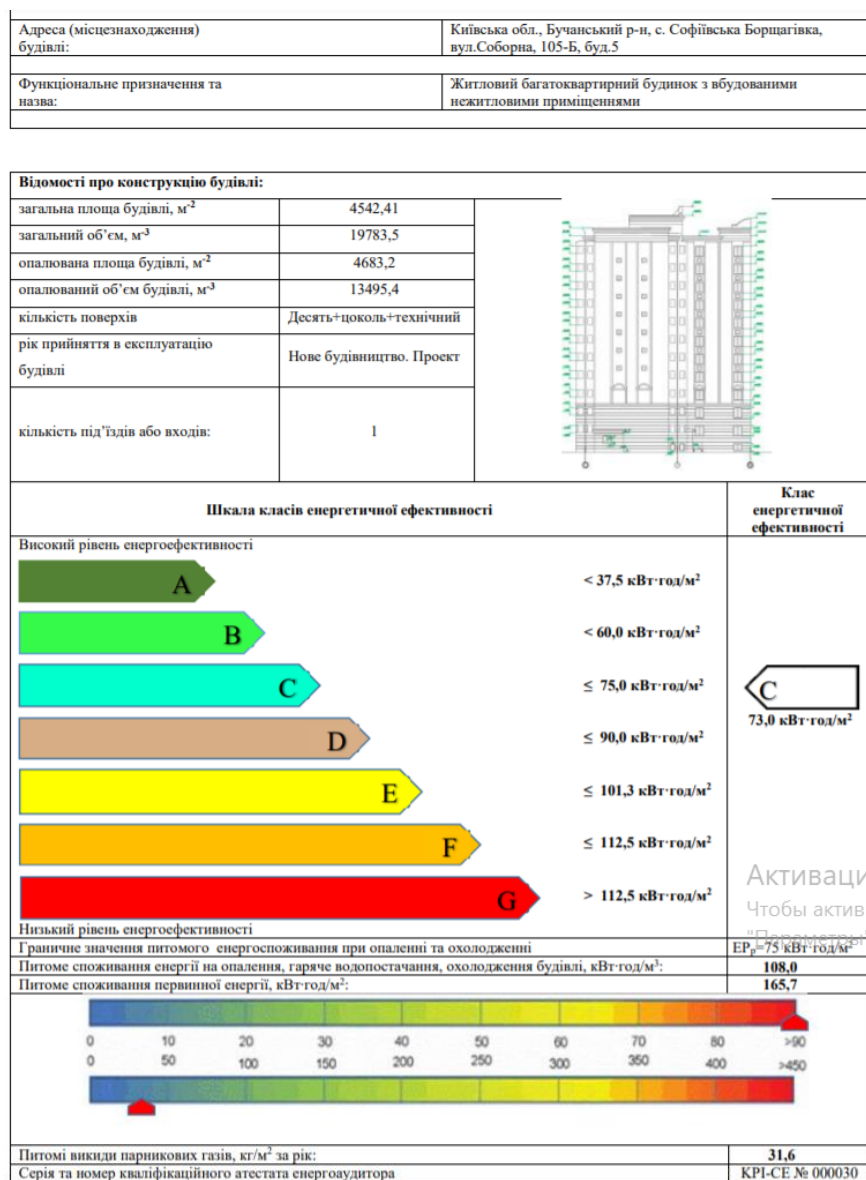


Рисунок 3.8 – Енергетичний сертифікат будівлі на стадії проектування

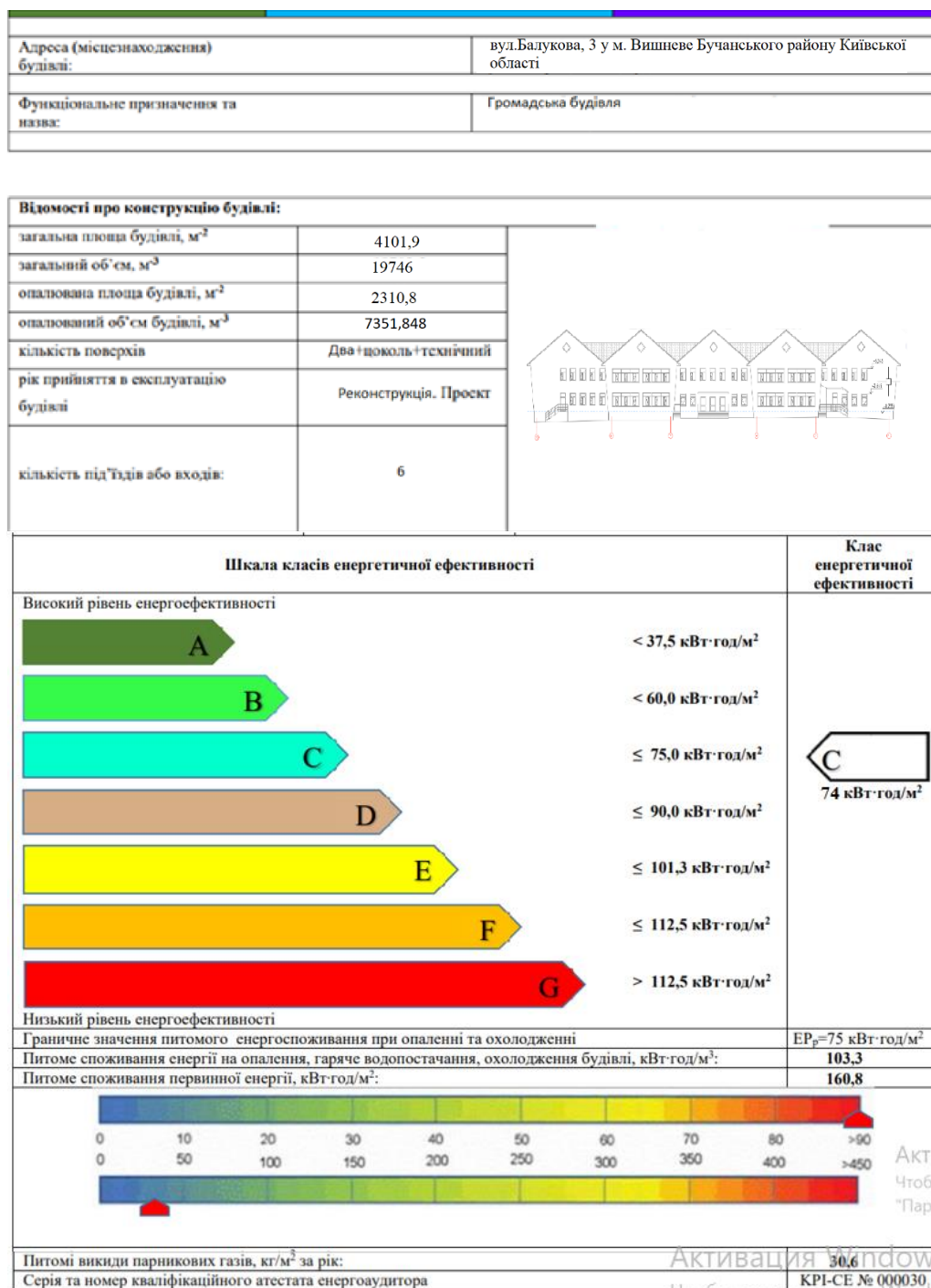


Рисунок 3.9 – Енергетичний сертифікат збудованої будівлі

На рисунку 3.8 та 3.9 ми зобразили енергетичні сертифікати побудованої будівлі та будівлі на стадії проектування. Надалі ми будемо їх порівнювати. При порівнянні цих будівель потрібно відразу взяти до уваги, що побудована

будівля є громадською, а будівля на стадії проектування є житловою, тому деякі формули будуть суттєво відрізнятись.

3.4.1. Опалення

Енергопотреба для опалення в збудованій будівлі більша, так як зношуваність конструкції матеріалу фасаду у збудованій будівлі більша, як і енергоспоживання при опаленні.

3.4.2. Охолодження

Енергопотреба та енергоспоживання для охолодження в побудованій будівлі ми можемо зрівняти з будівлею на стадії проектування завдяки різним заходам щодо енергозбереження, та з часом все рівно дана енергопотреба буде збільшуватись, на відміну від нової будівлі завдяки новішим технологіям, які були використані при проектуванні.

3.4.3. Вентиляція

Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря для будівлі на стадії проектування буде меншою, адже у збудованій будівлі вентиляція вже зношена і ми лиш можемо провести її чистку, на відміну від нової, де і матеріал підібрано краще.

3.4.4. ГВП

Енергопотреба ГВП в збудованій будівлі буде завжди більшою, адже, як і з вентиляцією, труби ми повністю поміняти не зможемо, лиш якщо будемо проводити повну реконструкцію.

3.4.5. Освітлення

Хоч лампи в збудованій будівлі ми можемо спокійно поміняти, та проводка та розміщення даних ламп в цій будівлі застарілі, тому енергоспоживання при освітленні в новій будівлі буде меншою.

Висновок до розділу

Розрахувавши складові енергетичного сертифікату побудованої будівлі та будівлі на стадії проектування, ми визначили особливості розрахунку побудованої (житлової) будівлі і будівлі на стадії проектування (громадської).

Загальний план розрахунку ми проводили за методикою , заданих нормативних документів.

Ми можемо зробити деякий висновок, що нова будівля буде більш якісною в плані економії енергії. Завдяки проведення енергетичного сертифікату будівлі на стадії проектування , ми також можемо змінити конструкцію дому, матеріали для збільшення утеплення будівлі, зробити кращий план розміщення вентиляції та труб.

Також в новобудові ми можемо встановити технічний поверх більш зручніше, де буде розміщено все обладнання для утеплення дому.

4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ ПО СТВОРЕННЮ ПРОГРАМИ ДЛЯ РОЗРАХУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕРТИФІКАТУ БУДІВЛІ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

4.1 Опис ідеї стартап – проекту

Стартапи як форма малого підприємництва ризику поширилися по всьому світу за останні десять років через зниження бар'єрів для виходу на ринок. З появою Інтернету як інструменту комунікації та маркетингу стало легше знаходити споживачів та інвесторів, шукати ресурси та перетинати кордони між ринками в різних країнах. Цей підхід вважається одним із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки загальна маса інноваційних ідей зростає завдяки мобільності, гнучкості та великій кількості стартап-проектів.

Однак створення та реалізація стартових проектів на ринку характеризується підвищеним ризиком, лише мала частка буде успішною на ринку, який, за різними оцінками, становить від 10% до 20% [19]. Ідею стартового проекту не можна розглядати окремо. Основним завданням керівника проекту на початковій фазі його існування є перетворення проектної ідеї у функціонуючу бізнес-модель, яка починається з формування концепції товару (послуги) для певної групи клієнтів за сучасних ринкових умов.

Пропонується розробка стартап проекту створенню програми для розрахування енергетичного сертифікату будівлі на стадії проектування.

При створенні програмного забезпечення ми звернемося до програміста. Для розрахування даного проекту, нам необхідно переконатись у правильності програми, тому в будь-якому разі ми будемо розраховувати також самостійно.

На рисунку 4.1 ми зобразили приклад існуючого даного ПЗ.

Рисунок 4.1 – Приклад програми для розрахування енергетичного сертифікату будівлі

Енергетичний сертифікат будівлі на стадії проектування багато чим відрізняється від енергетичного сертифікату збудованої будівлі, тому нам необхідно буде врахувати дані специфіки:

- Якщо будівля має клас енергоефективності нижче С, тоді вносяться корективи в проект будівлі для зменшення енерговитрат будівлі;
- Коефіцієнти теплопередачі матеріалів та деякі показники, необхідні для розрахунку втрат енергії беруться з таблиць;
- Дані, необхідні для розрахунку питомого енергоспоживання постачання гарячої води беруться з наказу 169.

Надалі ми вказуємо загальний опис в табличній формі (табл. 4.1)

Таблиця 4.1 Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигода для користувача
Створення програми для розрахування енергетичного сертифікату будівлі на стадії проектування	Новобудови	Зменшення часу та фінансових витрат на створення енергетичного сертифікату
	Великі та середні нові промислові підприємства	Можливість створення декількох сценаріїв для одного об'єкту
	Об'єкти які підлягають реконструкції	Створення більш енергоефективної будівлі

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Задля прогнозування технологічної реалізації проекту здійснено аналіз складових зазначених в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Технологічна реалізація ідеї проекту

Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Створення програми для розрахування енергетичного сертифікату будівлі на стадії проектування	Створення алгоритму розрахунку системи енергетичного сертифікату	Існує	Доступні
	Створення бази даних каталогів різних шаблонів будівель	Важкодоступна	Доступні
	Створення програмного забезпечення мовою програмування C++, Java script	Немає у наявності ПЗ, доступність мов програмування	Великий вибір ІТ-спеціалістів для реалізації програмного забезпечення

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

При здійсненні дослідження ринкових перспектив та загроз, які можуть вплинути на впровадження проекту, виникає можливість структурувати і планувати заходи розвитку проекту із урахуванням тенденцій впливу на ринок, що дає змогу дослідити попит на продукцію, визначити основні групи клієнтів та конкурентних проектів. Характеристика ринку реалізації стартап-проекту зазначено в таблиці 4.3.

Таблиця 0.1 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
Кількість головних гравців, од	2
Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Обмеження є
Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Стандарти по яким повинні здійснюватися розрахунки у ПЗ повинні дотримуватися вимогам EN NFC
Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	Визначити неможливо

Розрахунок рентабельності створення програмного забезпечення для

розрахування енергетичного сертифікату будівлі на стадії проектування не існує.

Щоб зрозуміти на яку групу клієнтів орієнтуватися здійснимо характеристику вимог до товару (табл.0.2).

Таблиця 0.2 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Потреба в точному розрахунку зони покриття захисту. Економія коштів при улаштуванні системи БЗ	Основними клієнтами є проектні компанії, енергоаудитори та енергоменеджери	Проектні компанії можуть економити час та кошти на реалізацію проекту при розрахунку енергетичного сертифікату програмним забезпеченням.	Швидкість розрахунку системи створення енергетичного сертифікату. Підбір економічно вигідного обладнання. Моделювання енергетичної ефективності будівлі

Із визначенням потенційної групи споживачів проведемо аналіз ринкового середовища

Таблиці **Ошибка! Источник ссылки не найден.** та **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Таблиця 4.5 – Чинники які можуть нести загрозу для реалізації проекту

Чинники загрози	Зміст загрози	Вплив на компанію
Незацікавленість компаніями в провадженні програмного забезпечення	Проекті компанії здійснюють розрахунки та моделювання за допомогою наявних базових програм MS Office.	Поширення продукції за рентабельними цінами, надання методичних вказівок роботи у програмі.
Впровадження конкурентного програмного забезпечення для розрахунку енергетичного сертифікату	Можливість зменшення потоку клієнтів, що спричинить втрату фінансів.	Реалізація сприятливих умов для користування програмного забезпечення, проведення інвестиційної компанії, що дасть змогу модернізувати маркетингову стратегію і збільшувати фінансові прибутки компанії.
Сумніви щодо використання клієнтами нового програмного забезпечення	Через проблеми із функціонуванням програми і необізнаністю її користуванням.	Просування продукту за допомогою дисконтних програм та інформування клієнтів про особливості оновлення і функціонування програмою.

Таблиця 4.6 – Фактори можливостей

Фактори можливостей	Зміст можливості	Реакція компанії
Ринкова монополія	ПЗ є інноваційним в плані інновації які запроваджуються	Поширення програмного забезпечення та отримання прибутку. Вкладання коштів на розвиток маркетингу, вдосконалення інтерфейсу програмного забезпечення.
Державні інвестиції	Допомога із інвестуванням та вдосконаленням програмного забезпечення	

Задля визначення рис конкуренції на ринку проведемо аналіз пропозиції (табл. 4.7).

Таблиця 0.3 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Ключові партнери	Ключові види діяльності	Цінність пропозиції	Взаємовідносини з клієнтами	Споживчі сегменти
Програмісти як мають досвід у створенні даного програмного забезпечення	Програмування, проектування.	Використання програми для полегшення створення енергетичного сертифікату та збільшення точності розрахунку	Віртуальна взаємодія з клієнтами	Енергоаудитори, енергоменеджери, проектні компанії
	Ключові ресурси: Інформаційний (створення програми), фінансовий (інвестиції, кредити тощо)		Канали збуту: Онлайн (продаж програмного забезпечення ,розміщення реклами)	
Структура собівартості: 1.Витрати разові: наймання програмістів та купівля деяких технологій; 2.Витрати постійні: З/П адміністративно-технічного персоналу, оренда, охорона, реклама; 3.Витрати змінні: відновлення ПО, усунення помилок програми.			Потоки надходження доходу: Основний дохід від продажу користування програмою, продажу, створення енергетичного сертифікату.	

Надалі проводиться детальний аналіз умов конкуренції в галузі (за моделлю 5 сил М. Портера) (табл.4.8).

Таблиця 0.4 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Клієнти
	Інші компанії які займаються розрахуванням енергетичного сертифікату будівлі	Інвестування в проект.	Зміна користування базовими програм MS Office, що дає стимул покращити свої послуги іншим проектним компаніям.
Висновки:	Інші проектно-монтажні компанії також можуть впроваджувати свою методологію розрахунку енергетичного сертифікату, що дозволить збільшити конкуренцію на ринку.	4 потенційні конкуренти які вже мають досвід на ринку.	При великій конкуренції є шанс нерентабельності проекту, якщо ми не зможемо просунути дане програмне забезпечення на ринок, тому потрібні деякі зв'язки перед просуванням

Створюємо SWOT-аналіз в табличній формі (табл. 4.9)

Таблиця 4.9 – SWOT-аналіз

Сильні сторони (S): можливість створення декількох сценаріїв для одного об'єкту, можливість автоматичного розрахунку заходів на основі порівняння двох сценаріїв, покращення зручності створення конструкцій та фасадів.	Слабкі сторони (W): Висока вартість створення програмного забезпечення, складність створення програмного забезпечення,
Можливості (O): зменшення витрат на електроенергію, можливість створення проекту кращого, ніж на початку створення	Загрози (T): є шанс що проект провалиться, розрахунки інколи можуть бути неправильними (індивідуально для деяких будинків)

4.4 Переваги програмного забезпечення будівлі на стадії програмування:

- Так як більшість даних беруться з таблиць і змінюються лиш формули в залежності від типу будівлі, складність створення та користування даної програми є дуже низькою;
- Завдяки програмі зменшується витрата часу, здійснена на розрахунок проекту;
- Можливість створити розрахунок без помилок та можливість виявити найбільшу проблему енергоспоживання будівлі;

4.5 Недоліки програмного забезпечення будівлі на стадії програмування:

- Деякі формули створені індивідуально для будівель тому деякі розрахунки необхідно робити власноруч;
- Програма може інколи видавати помилки тому необхідно проводити перевірку для впевнення в правильності розрахунків;
- Якщо енергоефективність будівлі менша за потрібну, нам необхідно власноруч шукати вихід для зменшення енерговитрат.

4.6 Капітальні вкладення

Інвестиції:

– Розробка/Планування	94000,00 грн
– Обладнання	50000 грн
– Інспектування і випробування	32000,00 грн
– Виконавча документація	1500,00 грн
– Інші видатки	7000,00 грн
– Загальні	194500 грн

Висновок до розділу

З наведеного вище аналізу і опису розробки стартап проекту створенню програми для розрахування енергетичного сертифікату будівлі на стадії проектування, можна зробити висновок, що так як більшість даних беруться з таблиць і змінюються лиш формули в залежності від типу будівлі, складність створення та користування даної програми буде дуже низькою, також завдяки програмі зменшується витрата часу, здійснення на розрахунок енергетичного сертифікату.

Можливість створення такого розрахунку без помилок та можливість виявити найбільшу проблему енергоспоживання будівлі також сприятиме просуненню ідеї стартап-проекту.

Загальна величина капіталовкладень $ЗВ = 194500$ грн, а загальна величина економії грошей складає $Е = 48000$ грн/рік.

$$T = \frac{ЗВ}{Е} = \frac{194500}{48000} = 4 \text{ роки}$$

ВИСНОВКИ

На основі проведеного аналізу, що ми сформулювали в першому розділі, було сформовано наступні задачі дослідження: співставний аналіз методів розрахунку класів енергетичної ефективності побудованої будівлі та будівлі на стадії проектування і визначення особливостей розрахування класу енергетичної ефективності будівлі на стадії проектування.

Склавши загальний алгоритм проведення сертифікації енергетичної ефективності будівлі в другому розділі, ми змогли виконати приблизний план складання енергетичного сертифікату будівлі.

Загальний план розрахунку ми проводили за методикою , заданих нормативних документів.

Завдяки проведенню розрахунків енергетичного сертифікату будівлі на стадії проектування , ми також можемо змінити конструкцію дому, матеріали для збільшення утеплення будівлі, зробити кращий план розміщення вентиляції та труб.

Завдяки проведенню стартап-проекту ми мали можливість створення розрахунку без помилок та виявити найбільшу проблему енергоспоживання будівлі, що збільшує точність розрахування енергетичного сертифікату будівлі.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

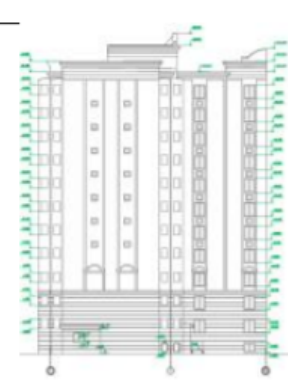
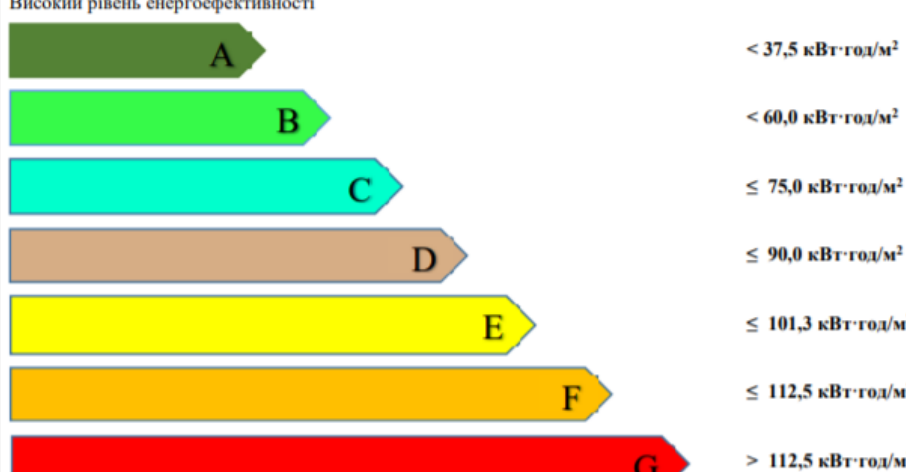
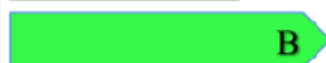
1. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 НАСТАНОВА З РОЗРАХУНКОВОЇ ОЦІНКИ ТЕПЛОВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.
2. ДБН_В_2_6_31_2016. Теплова ізоляція будівель 2016.
3. ДСТУ_EN_15900_2017. Енергетична ефективність терміні.
4. ДСТУ_Б_А_2_2_8_2010. Проектування розділу енергоефективності.
5. ДСТУ_Н_Б_А_2_2_5_2007. Настанова з розроблення енергетичного сертифікату.
6. ДСТУ_Н_Б_В_3_2_3_2014. Настанова з термомодернізації.
7. ДСТУ_Б_А_2_2_12_2015. Метод розрахунку енергоспоживання.
8. ДСТУ_Б_В_2_6_189_2013. Теплоізоляційні матеріали.
9. ДСТУ_Н_Б_В_2_6_101_2010. Метод визначення опору теплопередачі.
10. ДСТУ_Н_Б_А_2_2_13_2015. Енергетична оцінка будівлі.
11. ДСТУ_Н_Б_В_2_6_100_2010. Метод визначення теплостійкості.
12. ДСТУ_Б_В_2_6_189_2013. Методи вибору теплоізоляції матеріалу для утеплення.
13. ДСТУ_Б_В_1_1_27_2010. Будівельна кліматологія.
14. Наказ_№169_Методика_визначення_енергетичної_ефективності.
15. Наказ_№172_Порядок_проведення_сертифікації_енергетичної_ефективності.
16. ЗУ про енергетичну ефективність.
17. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель»;
18. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія
19. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель»;

20. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»;
21. ДСТУ Б EN 15316-2-1:2011 «Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Тепловіддача системою опалення»;
22. ДСТУ Б EN 15603:2013 «Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки»;
23. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»;
24. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій»;
25. ДБН В.1.2-11-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії»;
26. ДСТУ Б А.2.2-8:2010. «Розділ "Енергоефективність" у складі проектної документації об'єктів»;
27. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції»;
28. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення;
29. ДБН В.2.2-4:2018 Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти.

Додатки

Додаток А

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	Київська обл., Бучанський р-н, с. Софіївська Борщагівка, вул.Соборна, 105-Б, буд.5
Функціональне призначення та назва:	Житловий багатоквартирний будинок з вбудованими нежитловими приміщеннями

Відомості про конструкцію будівлі:			
загальна площа будівлі, м²	4542,41		
загальний об'єм, м³	19783,5		
опалована площа будівлі, м²	4683,2		
опалований об'єм будівлі, м³	13495,4		
кількість поверхів	Десять+цоколь+технічний		
рік прийняття в експлуатацію будівлі	Нове будівництво. Проект		
кількість під'їздів або входів:	1		
Шкала класів енергетичної ефективності		Клас енергетичної ефективності	
Високий рівень енергоефективності			
 A			< 37,5 кВт·год/м²
 B			< 60,0 кВт·год/м²
 C			≤ 75,0 кВт·год/м²
 D			≤ 90,0 кВт·год/м²
 E			≤ 101,3 кВт·год/м²
 F			≤ 112,5 кВт·год/м²
 G		> 112,5 кВт·год/м²	
Низький рівень енергоефективності			
Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні		EP _p = 75 кВт·год/м²	
Питоме споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі, кВт·год/м³:		108,0	
Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м²:		165,7	

Додаток Б

Адреса (місцезнаходження) будівлі:		вул.Балукова, 3 у м. Вишневе Бучанського району Київської області	
Функціональне призначення та назва:		Громадська будівля	

Відомості про конструкцію будівлі:			
загальна площа будівлі, м ²	4542,41		
загальний об'єм, м ³	19783,5		
опалювана площа будівлі, м ²	4683,2		
опалюваний об'єм будівлі, м ³	13495,4		
кількість поверхів	Десять+цоколь+технічний		
рік прийняття в експлуатацію будівлі	Нове будівництво. Проект		
кількість під'їздів або входів:	1		

Шкала класів енергетичної ефективності			Клас енергетичної ефективності
Високий рівень енергоефективності A < 37,5 кВт·год/м² B < 60,0 кВт·год/м² C ≤ 75,0 кВт·год/м² D ≤ 90,0 кВт·год/м² E ≤ 101,3 кВт·год/м² F ≤ 112,5 кВт·год/м² G > 112,5 кВт·год/м² Низький рівень енергоефективності			C 73,0 кВт·год/м² Активация Чтобы активация
Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні			EP _g = 75 кВт·год/м ²
Питоме споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі, кВт·год/м ² :			108,0
Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м ² :			165,7

0 10 20 30 40 50 60 70 80 >90 0 50 100 150 200 250 300 350 400 >450	
Питомі викиди парникових газів, кг/м ² за рік:	
31,6	
Серія та номер кваліфікаційного атестата енергоаудитора	
KPI-CE № 000030	