МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА

МІЖНАРОДНЕ НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО В ЕНЕРГЕТИЦІ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за спеціальністю 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

Електронний ресурс

Харків – 2025

УДК 621.7(075.8)
М-43

Рецензенти:

Васюченко П. В. – к.пед.н., доцент, доцент кафедри електротехніки та електроенергетики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна;

Єгорова О. Ю. – к.т.н., доцент, доцент кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій Національного технічного університету «Харківського політехнічного інституту».

Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 9 від 23 квітня 2025 року)

М-43 **Міжнародне** науково-технічне співробітництво в енергетиці : методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» [Електронний ресурс] / укладач Ю. С. Олійник. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 58 с.)

Методичні вказівки до виконання практичних робіт розроблено відповідно до програми дисципліни «Міжнародне науково-технічне співробітництво в енергетиці», яка є однією з важливих у циклі підготовки студентів першого курсу магістратури спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньо-професійної програми «Електричні станції, мережі та системи». Мета дисципліни містить ряд ключових аспектів, спрямованих на розуміння та забезпечення ефективної взаємодії в галузі енергетики між різними країнами та науковими спільнотами. Окрім цього, передбачає підготовку здобувачів вищої освіти до ефективної взаємодії та співпраці в глобальному енергетичному співтоваристві, а також розвиток їхніх навичок роботи в умовах міжнародного наукового та технічного співробітництва в енергетичній галузі.

УДК 339.9(477)(075.8)

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2025
© Олійник Ю. С., уклад., 2025

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	6
ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	10
СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	13
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	14
ТЕМИ І ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	15
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1. Розрахунок теплових втрат через вікна до та після проведення термомодернізації	15
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2. Розрахунок тепловтрат у приміщенні до та після утеплення даху	23
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3. Розрахунок тепловтрат перекриття підвалу до та після термомодернізації	27
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4. Розрахунок тепловтрат у приміщенні до та після утеплення стіни першого і другого поверхів. Розрахунок тепловтрат стіни підвалу до та після термомодернізації	31
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5. Підготовка та опублікування тез доповідей на міжнародній конференції	45
Додатки	52
РЕКОМЕНДОВНА ЛІТЕРАТУРА	57

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Посилення значення ефективного використання енергії у всіх галузях економіки, включаючи житлово-комунальний сектор, обумовлене об'єктивним трендом загального збільшення попиту на енергетичні ресурси, нестачею цих ресурсів та недоцільністю їх використання, а також постійним зростанням вартості енергопостачання [35].

У сфері житлово-комунального господарства протягом останніх десятиліть підтримувалися низькі тарифи на послуги, що призвело до того, що потенціал енергозбереження в цій галузі зараз становить лише чверть загального потенціалу енергозбереження в Україні. Саме тому основним завданням реформи житлово-комунального господарства в нашій країні є впровадження ефективної енергозберігаючої політики, яка б охоплювала як діяльність житлово-комунальних підприємств (для зниження витрат на виробництво), так і поведінку споживачів (для зменшення витрат на користування послугами). На основі перших результатів реформи видно, що, незважаючи на значний потенціал у сфері енергозбереження, житлово-комунальний сектор продовжує бути великим споживачем енергії, а знос об'єктів і втрати енергії, води та інших ресурсів лише зростають. Житлово-комунальні підприємства не мають належних стимулів для впровадження енергозберігаючих заходів, раціоналізації тарифів та скорочення нераціональних витрат матеріальних та технічних ресурсів. Витрати електроенергії на виробництво та постачання 1 кубометра води у нас перевищують середньоєвропейський рівень на 30%, а витрати води на одного жителя становлять 1,5-2 рази більше, ніж в західноєвропейських країнах. Більшість інвестиційних проектів у розвиток комунальної інфраструктури спрямовані на розширення потужностей замість заходів зі зменшення витрат, втрат і витоків [35].

Наразі в Україні існують обмежені ринкові механізми, які б не мали достатнього впливу на сприйняття суспільством питання підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів. Тому в управлінні та реалізації енергозберігаючої політики значущу роль продовжує відігравати держава. Крім того, дієва державна політика енергозбереження в житлово-комунальному секторі на даний момент фактично відсутня. Це свідчить про те, що прийняті програмні документи в галузі енергозбереження переважно мають декларативний характер, і в них відсутні практичні механізми для впровадження енергозбереження на підприємствах цієї сфери. Проте наявність значного потенціалу енергозбереження у галузі, яка знаходиться у процесі реформ, вказує на те, що питання енергозбереження потребують більш

детального вивчення для досягнення більш значущого соціально-економічного вигоди від їх впровадження. Ця ситуація вимагає уточнення концепції енергозбереження, визначення ефективних засобів і напрямків енергозбереження в житлово-комунальному господарстві, і вдосконалення методологічної бази для впровадження енергозбереження в процес виробництва і надання житлово-комунальних послуг [35].

Інтеграція України в світову економічну систему і пов'язані з цим завдання, а також підвищення конкурентоспроможності вітчизняного виробництва, насамперед, ставлять перед нами завдання переходу до більш енергоефективного шляху розвитку промисловості [35].

Загострення проблеми дефіциту енергоресурсів, який гальмує загальний розвиток нашої економіки і зокрема промисловості, вимагає переходу до використання технологій, які раціонально використовують ресурси, а також серйозної модернізації обладнання, що вимагає значних інвестицій та часу. Одночасно, значні можливості для збереження енергії та зниження витрат на виробництво та споживання енергоресурсів можуть бути використані. Впровадження цих можливостей сильно залежить від покращення управління споживанням енергії. Аналіз промислових підприємств України показує, що потенціал для енергозбереження в промисловості може досягати 20-25% від загального річного обсягу витрат на паливно-енергетичні ресурси. Реалізація цього потенціалу залежить від типу підприємства та характеру його виробничої діяльності [35].

Під час аналізу результатів перевірки ефективності використання енергії на промислових підприємствах виявлено, що багато з них досі не вживають серйозних заходів для впровадження енергозберігаючих технологій. Це пояснюється об'єктивними факторами, такими як різке зменшення обсягів виробництва, застаріле обладнання, низька рівень технічного оснащення підприємств для моніторингу споживання енергоресурсів тощо [35].

В сучасних умовах активізація енергозбереження визнається однією з основних глобальних проблем через невідновлювану природу більшості енергетичних ресурсів і негативний вплив виробництва енергії на навколишнє середовище [35].

Енергозбереження з кожним роком стає дедалі актуальнішою проблемою. Обмеженість енергетичних ресурсів, висока вартість енергії, негативний вплив на навколишнє середовище, пов'язане з її виробництвом, - всі ці фактори призводять до альтернативи: розумніше знижувати споживання енергії, ніж постійно збільшувати її виробництво. Людством поступово усвідомлюється необхідність переходу як у глобальному масштабі, так і в кожному

конкретному місці, і у разі споживчого ставлення до природи до спільного, гармонійного розвитку природи та суспільства [35].

Енергозбереження – процес багатогранний, він охоплює різні сфери людської діяльності. Власне, це спосіб життя суспільства, який виробляє певний психологічний алгоритм поведінки. Яким буде майбутнє нашої країни - багато в чому залежить від ціннісних засад поведінки, які закладаються у свідомість дітей у дошкільному віці. Безсумнівно, чільну роль цьому процесі займають екологічну освіту і виховання, і навіть прищеплення навичок дбайливого ставлення до енергоресурсів, які має людство [35].

Особливу увагу при енергозбереженні слід приділяти тепловій енергоефективності будівель. Основні тепло втрати будівель відбуваються через огороджувальні конструкції: вікна, дах, підлогу, стіни. За оцінками фахівців, до 50% втрат тепла може відбуватися через погано утеплені або не утеплені вікна. При цьому 2/3 тепла йде назовні через поверхню скла як інфрачервоного випромінювання, а 1/3 тепла за допомогою інфільтрації тепла через щілини. Якісно виконана повноцінна теплоізоляція вікон може підвищити температуру в приміщенні на 4-5° С і більше, що дозволяє забезпечити комфортну температуру у приміщенні та суттєво знизить витрати на енергоспоживання [35].

Максимальна ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів є визначною складовою сучасної економіки. При цьому є важливим успішний досвід країн, де реалізація енергозберігаючих заходів знаходиться на високому рівні [35].

Міжнародна співпраця та досвід країн, де вже впроваджені ініціативи, такі як енергозберігаючі заходи будівель, відіграють важливу роль у реалізації подібних проектів. Однією з таких країн є Німеччина [35].

Конкретний приклад такого міжнародного співробітництва в галузі енергозбереження - це спільний проект з термомодернізації адміністративної будівлі у місті Вишгород, Київська область «Проєкт Вишгород (Україна) - Айхенау (Німеччина) «Екологічне комунальне управління енергоспоживанням»». Проєкт було реалізовано в рамках співпраці Вишгородської міської ради, міста-побратима Айхенау в Німеччині, інженерного бюро Koberlein GmbH & Co. KG та німецького федерального фонду «Engagementglobal» [35].

Було заплановано та втілено такі основні заходи з енергозбереження, як [35]:

- ✓ Заміна вікон на енергозберігаючі;
- ✓ Утеплення даху;

- ✓ Утеплення зовнішніх стін;
- ✓ Встановлення індивідуальних теплових пунктів;
- ✓ Встановлення рекуператорів в кожному приміщенні;
- ✓ Реконструкція систем пожежного захисту та вентиляції.

Актуальність вивчення дисципліни «Міжнародне науково-технічне співробітництво в енергетиці» є важливою з кількох причин:

1. Глобалізація енергетичних ринків - з розвитком глобалізації країни все більше інтегрують свої енергетичні системи, що вимагає ефективного міжнародного співробітництва. Вивчення цієї дисципліни дозволяє зрозуміти динаміку міжнародних енергетичних ринків та правила гри на них.
2. Обмін технологіями та інноваціями - співпраця між країнами та організаціями сприяє обміну передовими технологіями та інноваційними рішеннями в енергетиці. Це допомагає підвищити ефективність і надійність енергетичних систем, а також знизити негативний вплив на довкілля.
3. Проблеми глобального характеру - багато проблем в енергетиці, такі як зміни клімату, забезпечення енергетичної безпеки та сталий розвиток, мають глобальний характер і вимагають спільних зусиль міжнародного співтовариства. Вивчення цієї дисципліни допомагає знайти шляхи для спільного вирішення цих проблем.
4. Розвиток відновлюваних джерел енергії - відновлювані джерела енергії, такі як сонячна, вітрова та гідроенергія, вимагають активної міжнародної співпраці для їх ефективного впровадження та розвитку. Дисципліна допомагає зрозуміти, як міжнародні угоди та проекти можуть сприяти розвитку відновлюваної енергетики.
5. Навички міжнародного спілкування - вивчення цієї дисципліни розвиває навички міжнародного спілкування та взаємодії, що є важливими для фахівців, які працюють у багатонаціональних командах та проектах.

Загалом, дисципліна «Міжнародне науково-технічне співробітництво в енергетиці» є надзвичайно актуальною для підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних ефективно працювати в умовах глобалізації та вирішувати сучасні виклики в енергетиці.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Міжнародне науково-технічне співробітництво в енергетиці» покликана надати здобувачам вищої освіти глибокі знання про аспекти міжнародного співробітництва у сфері енергетики. Курс охоплює теоретичні та практичні аспекти науково-технічної взаємодії між країнами, організаціями та підприємствами в галузі енергетики.

Основні теми дисципліни присвячено міжнародній політиці та регулюванню в сфері енергетики, технологічному обміну та співпраці у розробці інноваційних рішень, впливу міжнародних енергетичних проектів на розвиток енергетичної інфраструктури, економічним та екологічним аспектам міжнародної співпраці в енергетиці, моніторингу та управлінню якістю електроенергії в контексті міжнародного співробітництва.

Здобувачі вищої освіти, реалізуючи практичні розрахунки, отримують можливість ознайомитися з прикладами успішних міжнародних проектів в енергетичній галузі, розглянути виклики та можливості співпраці, а також розвинути навички аналізу та оцінки науково-технічних ініціатив.

Практичні заняття спрямовані на закріплення теоретичних знань через виконання конкретних завдань, дослідження реальних кейсів та розробку стратегій для покращення міжнародного співробітництва в енергетиці.

Мета викладання навчальної дисципліни «Міжнародне науково-технічне співробітництво в енергетиці» включає в себе ряд ключових аспектів, спрямованих на розуміння та забезпечення ефективного взаємодії у галузі енергетики між різними країнами та науковими спільнотами, окрім цього – підготовка здобувачів вищої освіти до ефективного взаємодії та співпраці в глобальному енергетичному співтоваристві, а також розвивати їхні навички роботи в умовах міжнародного наукового та технічного співробітництва в енергетичній галузі.

Основні завдання вивчення дисципліни:

- ✓ забезпечити комплексну підготовку здобувачів вищої освіти напрямку «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» шляхом засвоєння ними системи основних положень щодо обґрунтовування вибору напряму та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- ✓ здійснити пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності, участі у сумісних дослідженнях і розробках з іноземними науковцями та фахівцями в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;

- ✓ ознайомитися із загальними принципами міжнародного співробітництва - розуміти основи міжнародних відносин та принципів взаємодії між країнами в галузі енергетики;
- ✓ аналізувати сучасні проблем та викликів у сфері енергетики, таких як зміни клімату, розвиток відновлювальних джерел енергії, енергоефективність тощо;
- ✓ розглядання міжнародних стандартів та правового регулювання - ознайомлення із нормативно-правовими аспектами, що регулюють міжнародні відносини у галузі енергетики;
- ✓ аналізувати сучасні технології та інновації - вивчення передових технологій та інновацій у сфері енергетики, які використовуються на міжнародному рівні;
- ✓ пошук умов для обміну науковими дослідженнями - залучення здобувачів вищої освіти до розробки та реалізації спільних наукових досліджень з представниками інших країн;
- ✓ вивчити форми та методи міжнародної співпраці - розгляд різних форм співробітництва, таких як наукові обміни, спільні проекти, технічна допомога та інші;
- ✓ стимулювати студентську мобільність - підтримка можливостей для студентів брати участь у програмах обміну, стажуваннях та інших ініціативах, спрямованих на розширення їхнього міжнародного досвіду.

Загальні компетентності:

- ✓ **К2.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ✓ **К3.** Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ✓ **К4**. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ✓ **К5.** Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.
- ✓ **К6.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ✓ **К7.** Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями
- ✓ **К13**. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- ✓ **К17.** Здатність демонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- ✓ **К19**. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

✓ **К25**. Здатність публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.

Програмні результати навчання:

✓ **ПР9** Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності.

✓ **ПР10** Презентувати матеріали досліджень на міжнародних наукових конференціях та семінарах, присвячених сучасним проблемам в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

✓ **ПР11** Обґрунтовувати вибір напряму та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

✓ **ПР13** Брати участь у сумісних дослідженнях і розробках з іноземними науковцями та фахівцями в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

✓ **ПР18** Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Міжнародне науково-технічне співробітництво в енергетичній галузі в Україні												
Тема 1. Світове співробітництво України в енергетичній сфері	7	2				5						
Тема 2-3. Приєднання Енергосистеми України до ENTSO-E	14	4				10						
Тема 4-5. Атомна енергетика України. Діяльність МАГАТЕ	14	4				10						
Разом за розділом 1	35	10				25						
Розділ 2. Енергозберігаючі заходи та енергозбереження в Україні та в світі												
Тема 6-7. Енергозбереження в рамках міжнародної співпраці	20	4	6			10						
Тема 8-9. Енергетичний перехід	12	4				15						
Тема 10. Інновації в енергетиці		3	4			10						
Разом за розділом 2	55	10	10			35						
Усього годин	90	20	10			60						

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок втрат електроенергії до проведення енергозберігаючих заходів та після в рамках міжнародного українсько-німецького проєкту	4
2	Підготовка та опублікування тез доповідей на міжнародній конференції	6
	Разом	10

ТЕМИ І ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ ТА В СВІТІ

Енергозбереження в рамках міжнародної співпраці

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1
Розрахунок теплових втрат через вікна до та після проведення термомодернізації

Тема заощадження паливно-енергетичних ресурсів та зменшення забруднення оточуючого середовища завдяки використанню енергозберігаючих технологій не втрачає своєї актуальності. Цей напрямок був важливим в мирний час, а в даний час особливо гостро стоїть питання економії електричної енергії, оскільки майбутній опалювальний сезон передбачається важким через вторгнення країни-агресора до України [34].

Енергозбереження в Україні давно займає лідируючі позиції та знаходиться на контролі на державному рівні [34].

Енергозбереження можна характеризувати, як реалізацію організаційних, технічних, технологічних, економічних заходів, які направлені на зменшення рівня використання паливно-енергетичних ресурсів, при цьому необхідне збереження відповідного корисного ефекту від використання цих заходів. При цьому необхідно враховувати обсяг продукції, що було вироблено, перелік робот, які було виконано, та послуги, що було надано [34].

Енергозбереження та енергозберігаючі технологій дозволяють вирішити актуальну та болючу проблему збереження природних ресурсів. Енергозбереження є актуальною, гострою задачею, яку необхідно розв’язати у скорочені терміни, та на постійній основі приділяти багато уваги [34].

Програма енергозбереження має наступні цілі реалізації [34]:

- Забезпечення необхідної кількості паливно-енергетичних ресурсів будь-якої будівлі за рахунок їх економії;
- Зниження рівня викидів вуглекислого газу;
- Використання енергозберігаючих заходів, які сприяють заощадженню електричної енергії.

Енергозберігаючі технології характеризуються як комплекс мір, які направлені на посилення ефективності та раціональності використання паливно-енергетичних ресурсів. Використання таких технологій здійснюється

з метою економії електричної енергії, теплової енергії, палива різних видів, відновлювальних джерел живлення. Результат втілення енергозберігаючих заходів розглядається як комплексна характеристика. З одного боку, за допомогою таких заходів необхідно досягти економічного ефекту та рентабельності виробництва. З іншого боку, зменшення рівня викидів вуглекислого газу, інакше кажучи, зменшення негативного впливу на оточуюче середовище [34].

Як зауважено в енергетичній стратегії України на період до 2030 р., основними принципами державної політики в сфері енергоефективності мають бути [34]:

- Введення обов'язкового енергетичного менеджменту й енергетичного аудиту на підприємствах і установах усіх форм власності;
- Розробка та впровадження механізмів стимулювання енергозбутових компаній до забезпечення зниження споживання електроенергії їх клієнтами;
- Встановлення більш жорстких стандартів енергоефективності при будівництві та реконструкції будівель та встановлення темпів підвищення енергоефективності існуючих будівель;
- Популяризація заходів із підвищення енергоефективності серед населення.
- Стимулювання розвитку енергосервісних компанії (ЕСКО) за рахунок створення відповідної нормативної бази та впровадження механізмів ЕРС договорів.

Закон «Про внесення змін до деяких законів України щодо створення умов для запровадження комплексної термомодернізації будівель» передбачає декілька напрямів щодо втілення енергозберігаючих заходів та розробку стратегії термомодернізації будівель, серед яких необхідно акцентувати увагу на наступні [34]:

- Скорочення кількості процедур та часу їх здійснення для впровадження енергоефективних заходів термомодернізації будівель;
- Створення можливості здійснення часткової, а не комплексної енерго- та термомодернізації;
- Запровадження комплексного підходу щодо формування політики у сфері енергоефективності будівель шляхом стратегії термомодернізації будівель в Україні та створення національної бази даних енергетичних та експлуатаційних будівель [34];

Важливу роль в реалізації таких проєктів, як термомодернізація будівель, відіграє міжнародна співпраця та накопичений досвід тих країн, де такі напрями є більш розвиненими [34].

Одним із яскравих прикладів міжнародної співпраці в галузі енергозбереження є спільний проект термомодернізації адміністративної будівлі в м. Вишгород Київської області. Реалізація проєкту здійснено за участі Вишгородської міської ради, міста-побратима Айхенау (Німеччина), інженерного бюро Koberlein GmbH & Co. KG та німецьким федеральним фондом «Engagementglobal» [34].

Енергозберігаючі технології, які були використані в процесі проведення термомодернізаційних заходів адміністративної будівлі в м. Вишгород Київській області,складаються з наступних етапів [34]:

- заміни вікон;
- утеплення даху;
- утеплення зовнішніх стін;
- установки індивідуального теплового пункту;
- установки рекуператорів у кожному приміщенні;
- реконструкції пожежної та вентиляційної систем.

На даний час повністю завершено заміну вікон, утеплення даху та утеплення зовнішніх стін будівлі [34].

Заміна вікон з однокамерних склопакетів на трикамерні на першому поверсі при загальній площі 236 кв.м. дозволила заощадити 26,8 кВт [34].

В даний час триває роботи з тепло модернізації будівлі та здійснюється зовнішнє утеплення стін [34].

Аналізуючи все вище вказане, слід відмітити, що енергозбереження є важливим та актуальним завданням, впровадження якого підтримується на державному рівні. Зменшення споживання паливно-енергетичних ресурсів, зменшення забруднення оточуючого середовища, економія комунальних платежів є основними цілями проведення тепломодернізаційних заходів [34].

Практичні розрахунки базуються на реальному проєкті. Було розглянуто проєкт тепломодернізації адміністративної будівлі в м. Вишгород Київської області. Реалізація проєкту було здійснено в рамках міжнародної співпраці за участі Вишгородської міської ради, міської ради міста Айхенау (Німеччина), інженерного бюро Koberlein GmbH & Co. KG та німецьким федеральним фондом «Engagementglobal». В даний час повністю завершено заміну металопластикових вікон на більш енергоефективні, зроблено утеплення даху та зовнішніх стін [34].

Також в цей же час починають реалізовуватися наступні етапи - установка індивідуального теплового пункту та рекуператорів у кожному приміщенні, а також реконструкція пожежної та вентиляційної систем [34].

Розрахунок теплових втрат через вікна до проведення термомодернізації

Для визначенні площі вікон для кожного приміщення , множиться ширина і висота між собою та на кількість вікон у приміщенні:

Для прикладу візьмемо площу вікна 1 поверху, 20 кабінету

$$S = h \cdot b \cdot n \qquad (1.1.)$$

де h-висота вікна, м

b-ширина вікна, м

$n -$ кількість вікон у приміщенні, шт

Здійснюємо розрахунки на прикладі 1 поверху, кабінет №20:

h-висота вікна – 1,75 м

b- ширина стіни – 1,75 м

$n - 2$ вікна

$S_{вік} = 1{,}75 \cdot 1{,}75 \cdot 2 = 6{,}1 м^2$

Всі наведені коефіцієнти та характеристики для розрахунків подані у додатку 1.

Знаючи площу вікна, температуру ззовні і приміщенні, коефіцієнт теплопровідності та додаткові втрати, можна вирахувати скільки треба енергії для підтримування стабільної температури в приміщенні при таких погодних умовах.

Витрати теплової енергії через вікна розраховуються за формулою:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S_{вік} \cdot (T_{внутр} - T_{зовн}) \cdot n \cdot \beta \qquad (1.2)$$

$T_{внутр} -$ внутрішня температура повітря, ℃,

$T_{зовн} -$ зовнішня температура повітря, ℃,

$n -$ поправочний коефіцієнт,

$\beta -$ додаткові тепловтрати, що залежать від орієнтації будівлі

$R -$ коефіцієнт теплопровідності(термічний опір вікна),

Отже, $Q = \frac{1}{0{,}45} \cdot 6{,}1 \cdot \big(18 - (-20)\big) \cdot 1 \cdot 0{,}1 = 568{,}9 \frac{Вт}{год}$

$Q -$ втрати тепла для підтримування стабільної температури у приміщенні при такому холоді на вулиці за 1 годину

За таким же алгоритмом визначають витрати теплової енергії вікон для 1, 2 поверху та підвалу. Результати розрахунків будуть записані у таблицю 1.1.

Дані розрахунків по всіх кімнатах першого, другого поверху та підвалу заносимо до таблиці 1.1., 1.2, і 1.3

Таблиця 1.1. – Розрахунок теплових втрат через вікна 1 поверху до термомодернізації

Специфікація кімнати	Номер кімнати	Кількість вікон	Площа вікон,$м^2$	Ширина, м	Висота, м	Втрати тепла через вікна, Q Вт	Коефіцієнт теплопровідності вікон $м^2$ ^oC / Вт
Кабінет	20	2	6,1	1,75	1,75	568,9	0,45
Кабінет	22	3	9,2			853,4	
Кабінет	23	2	6,1			568,9	
Кабінет	25	1	3,1			284,5	
Кабінет	26	1	3,1			284,5	
Кабінет	27	2	6,1			568,9	
Кабінет	28	1	3,1			284,5	
Кабінет	29	1	3,1			284,5	
Всього			39,81			3698,1	

Таблиця 1.2. – Розрахунок теплових втрат через вікна 2 поверху до термомодернізації

Специфікація кімнати	Номер кімнати	Кількість вікон, шт	Площа вікон,$м^2$	Ширина, м	Висота, м	Втрати тепла через вікна, Вт	Коефіцієнт теплопровідності вікон $м^2$ ^oC / Вт
Кабінет	33	1	3,1	1,75	1,75	284,5	0,45
Кабінет	34	1	3,1			284,5	
Кабінет	36	2,5	7,8			728,2	
Кабінет	37	1	3,1			284,5	
Кабінет	38	1	3,1			284,5	
Кабінет	40	1	3,1			284,5	
Кабінет	41	1	3,1			284,5	
Кабінет	43	1	3,1			284,5	
Кабінет	44	2	6,1			568,9	
Кабінет	45	1	3,1			284,5	
Кабінет	46	2	6,1			568,9	
Сходова клітинка	32	1	3,1			284,5	
Всього			47,7			4426,4	

Таблиця 1.3. – Розрахунок теплових втрат через вікна підвалу до термомодернізації

Специфікація кімнати	номер кімнати	кількість вікон, шт	Площа вікон,м2	Ширина, м	Висота, мм	Втрати тепла через вікна, Вт	Коефіцієнт теплопровідності вікон $м^2$ °С / Вт
Сходова клітинка	1	1	1,5	1750	875	104,8	0,45
Склад	2	1	1,5	1750	875	104,8	
Склад	3	2	3,1	1750	875	209,6	
Підсобне приміщення	8	1	1,1	1200	875	71,9	
Туалет	15	1	0,5	580	875	34,7	
Всього			7,7			525,8	

Розрахунок теплових втрат через вікна після проведення термомодернізації

Надалі наведемо розрахунки теплових втрат після проведення термомодернізаційних заходів.

Так, як розрахунки втрат тепла після термомодернізації майже нічим не відрізаються від розрахунків до термомодернізації, буде проведень акцент на відмінностями між цими розрахунками

Площа вікон залишається такою же, але коефіцієнт теплопровідності інший, так як була проведена заміна вікон на більше енергоефективні.

$S_{\text{вік}} = 1{,}75 \cdot 1{,}75 \cdot 2 = 6{,}1\text{м}^2$

Всі наведені коефіцієнти та характеристики для розрахунків подані у додатку 1.

Витрати теплової енергії через вікна розраховуються за формулою:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S_{\text{вік}} \cdot (\text{T}_{\text{внутр}} - \text{T}_{\text{зовн}}) \cdot n \cdot \beta \qquad (1.3)$$

$\text{T}_{\text{внутр}} -$ внутрішня температура повітря, °C,

$\text{T}_{\text{зовн}} -$ зовнішня температура повітря, °C,

$n -$ поправочний коефіцієнт,

$\beta -$ додаткові тепловтрати, що залежать від орієнтації будівлі

$R -$ коефіцієнт теплопровідності(термічний опір вікна),

Отже, $Q = \frac{1}{0{,}75} \cdot 6{,}1 \cdot \big(18 - (-20)\big) \cdot 1 \cdot 0{,}1 = 341 \ \frac{\text{Вт}}{\text{год}}$

$Q -$ втрати тепла для підтримування стабільної температури у приміщенні при такому холоді на вулиці за 1 годину.

За таким же алгоритмом визначають витрати теплової енергії вікон для 1, 2 поверху та підвалу. Результати розрахунків занесено у таблицю 1.4.

Дані розрахунків по всіх кімнатах першого, другого поверху та підвалу заносимо до таблиці 1.4., 1.5, і 1.6.

Таблиця 1.4 – Розрахунок теплових втрат через вікна 1 поверху після проведення термомодернізації

Специфікація кімнати	Номер кімнати	Кількість вікон, шт	Площа вікон,м2	Ширина, мм	Висота, мм	Втрати тепла через вікна, Вт	Коефіцієнт теплопровідності вікон, м^2 ^{o}C / Вт
Кабінет	20	2	6,1	1,75	1,75	341,37	0,75
Кабінет	22	3	9,2			512,05	
Кабінет	23	2	6,1			341,37	
Кабінет	25	1	3,1			170,68	
Кабінет	26	1	3,1			170,68	
Кабінет	27	2	6,1			341,37	
Кабінет	28	1	3,1			170,68	
Кабінет	29	1	3,1			170,68	
Всього			39,8			2319,74	

Таблиця 1.5. – Розрахунок теплових втрат через вікна 2 поверху після термомодернізації

Специфікація кімнати	Номер кімнати	Кількість вікон	Площа вікон,м2	Ширина, мм	Висота, мм	Втрати тепла через вікна, Вт	Коефіцієнт теплопровідності вікон, м2 оС / Вт
Кабінет	33	1	3,1	1,75	1,75	170,7	0,75
Кабінет	34	1	3,1			170,7	
Кабінет	36	2,5	7,8			437	
Кабінет	37	1	3,1			170,7	
Кабінет	38	1	3,1			170,7	
Кабінет	40	1	3,1			170,7	
Кабінет	41	1	3,1			170,7	
Кабінет	43	1	3,1			170,7	
Кабінет	44	2	6,1			341,4	
Кабінет	45	1	3,1			170,7	
Кабінет	46	2	6,1			341,4	
Сходова клітинка	32	1	3,1			170,7	
Всього			47,7			2655,8	

Таблиця 1.6. – Розрахунок теплових втрат через вікна підвалу після термомодернізації

Специфікація кімнати	Номер кімнати	Кількість вікон, шт	Площа вікон,$м^2$	Ширина, мм	Висота, мм	Втрати тепла через вікна, Вт	Коефіцієнт теплопровідності вікон, $м^2$ ^oC / Вт
Сходова клітинка	1	1	1,5	1750	875	62,9	0,75
Склад	2	1	1,5	1750	875	62,9	
Склад	3	2	3,1	1750	875	125,8	
Підсобне приміщення	8	1	1,1	1200	875	43,1	
Туалет	15	1	0,5	580	875	20,8	
Всього			7,7			315,5	

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

Розрахунок тепловтрат у приміщенні до та після утеплення даху

Розрахунок тепловтрат у приміщенні до утеплення даху

Для розрахунку втрат тепла через перекриття даху треба ознайомитися даними щодо даху до термомодернізації в таблиці 1.7

Для визначенні площі перекриття 2 поверху(або ж перекриття даху) , множиться ширина і довжина між собою за зовнішніми стінами:

$$S_{перек} = h \cdot l, \ м^2 \qquad (1.4.)$$

де $l -$ довжина стіни, м,

$b -$ ширина стіни, м,

$S = 22{,}5 \cdot 12{,}6 = 284 \ м^2$

Неутеплене перекриття складається з двох шарів, 1-ий шар –перекриття, 2-ий шар штукатурка.

Потім визначають термічний опір кожного шару конструкції відповідно до ДБН В 2.6-31-2006 за формулою.

де R_i – термічний опір і-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right) \qquad (1.5.)$$

λ_{ip}

$-$ теплопровідність матеріалу і -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації , $\left(\frac{Вт}{м \cdot °C}\right)$,

$\delta_i -$ товщина і $-$ го шару конструкції, м,

Всі наведені коефіцієнти та характеристики для розрахунків подані у додатку 1. Розрахунок термічного опору 1-го шару конструкції, залізобетонне перекриття

$$R_{залбет} = \frac{0{,}22}{1{,}92} = 0{,}11 \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right)$$

$\lambda_{залбет} = 1{,}92 \left(\frac{Вт}{м \cdot °C}\right)$,

$\delta_{залбет} - 0{,}22$ м,

Розрахунок термічного опору 2-го шару конструкції, штукатурки (цементно піщана)

$$R_{штк} = \frac{0{,}05}{0{,}76} = 0{,}066 \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right)$$

$\lambda_{штк} = 0{,}76, \left(\frac{Вт}{м \cdot °C}\right)$,

$\delta_{штк} - 0{,}05$ м,

Виконаємо перевірочний розрахунок теплового навантаження для адміністративно-побутового корпусу. По перше визначимо термічний опір (м^2 ·К)/Вт перекриття за формулою:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \qquad (1.6.)$$

$\alpha_{\text{зовн}} -$

коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{2\cdot}\text{°С}}\right)$,

$\alpha_{\text{внутр}} -$

коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожі, , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{2\cdot}\text{°С}}\right)$

$$R_{\text{перек}} = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}11 + 0{,}066 + \frac{1}{12} = 0{,}38 \left(\frac{\text{м}^{2\cdot}\text{°С}}{\text{Вт}}\right)$$

Витрати теплової енергії через перекриття розраховується за формулою:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S_{\text{пере}} \cdot \left(\text{T}_{2\text{поверху}} - \text{T}_{\text{дах}}\right) \cdot n, \frac{\text{Вт}}{\text{год}} \qquad (1.7.)$$

$\text{T}_{\mathbf{2}\text{поверху}} -$ внутрішня температура повітря **2** поверху, °С,

$\text{T}_{\text{дах}} -$ внутрішня температура повітря на даху, °С,

$n -$ поправочний коефіцієнт,

$$Q = \frac{1}{0{,}38} \cdot 284 \cdot (18 - 3) \cdot 0{,}9 = 10125 \ \frac{\text{Вт}}{\text{год}}$$

В таблиці 1.7 наведено дані щодо даху до термомодернізації.

Таблиця 1.7. – Розрахунок теплових втрат через перекриття даху до термомодернізації

Ширина, b м	Довжина, l м	Площа перекриття,$S_{\text{перек}}$ м^2	Термічний опір перекриття, $R_{\text{перек}}$ м^2 °С / Вт	Втрати тепла через перекриття даху, Q, Вт
12,6	22,5	284	0,38	10125

Розрахунок тепловтрат у приміщенні після утеплення даху

Для розрахунку втрат тепла перекриття після термомодернізації, треба додати декілька значень до вже відомих формул вище

Утеплене перекриття складається з трьох шарів, 1-ий шар –перекриття, 2-ий шар штукатурка, 3 –й шар утеплювач

Потім визначають термічний опір кожного шару конструкції відповідно до ДБН В 2.6-31-2006 за формулою.

де R_i – термічний опір і-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}}, \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}\right) \qquad (1.8.)$$

$\lambda_{i\text{р}}$

$-$ теплопровідність матеріалу і -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}\right)$,

$\delta_i -$ товщина і $-$ го шару конструкції, м,

Всі наведені коефіцієнти та характеристики для розрахунків подані у додатку 1.

Розрахунок термічного опору 1-го шару конструкції, залізобетонне перекриття

$R_{\text{залбет}} = \frac{0{,}22}{1{,}92} = 0{,}11 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}\right)$

Розрахунок термічного опору 2-го шару конструкції, штукатурки (цементно піщана)

$R_{\text{штк}} = \frac{0{,}05}{0{,}76} = 0{,}066 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}\right)$

Розрахунок термічного опору 3-го шару конструкції, утеплювача (базальтова вата)

$R_{\text{ут}} = \frac{0{,}25}{0{,}036} = 6{,}94 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}\right)$

$\lambda_{\text{ут}} = 0{,}036, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}\right),$

$\delta_{\text{ут}} - 0{,}25$ м,

Виконаємо перевірочний розрахунок теплового навантаження для адміністративно-побутового корпусу. По перше визначимо термічний опір (м^2 ·К)/Вт перекриття за формулою:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \qquad (1.9)$$

$\alpha_{\text{зовн}} -$

коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}\right)$,

$\alpha_{\text{внутр}} -$

коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожі, $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}\right)$

$R_{\text{перек}} = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}11 + 0{,}066 + 6{,}94 + \frac{1}{12} = 7{,}32 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}\right)$

Витрати теплової енергії через перекриття розраховується за формулою:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S_{\text{перек}} \cdot \left(\text{Т}_{\text{2поверху}} - \text{Т}_{\text{дах}}\right) \cdot n, \frac{\text{Вт}}{\text{год}} \qquad (1.10)$$

$\text{Т}_{\mathbf{2}\text{поверху}} -$ внутрішня температура повітря **2** поверху, °С,

$\text{Т}_{\text{дах}} -$ внутрішня температура повітря на даху, °С,

$n -$ поправочний коефіцієнт,

$$Q = \frac{1}{7{,}32} \cdot 284 \cdot (18 - 3) \cdot 0{,}9 = 524 \ \frac{\text{Вт}}{\text{год}}$$

В таблиці 1.8 наведено дані щодо даху після тепломодернізації.

Таблиця 1.8. – Розрахунок теплових втрат через перекриття даху після термомодернізації

Ширина, b м	Довжина, l м	Площа перекриття,$S_{\text{перек}}$ $м^2$	Термічний опір перекриття, $R_{\text{перек}}$ $м^2$ °С / Вт	Втрати тепла через перекриття даху, Q, Вт
12,6	22,5	284	7,32	524

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3
Розрахунок тепловтрат перекриття підвалу до та після термомодернізації

Розрахунок тепловтрат перекриття підвалу до термомодернізації

Для розрахунку втрат тепла через перекриття підлогу треба ознайомитися даними щодо даху до термомодернізації в таблиці 1.3.

Для визначенні площі перекриття підвалу, множиться ширина і довжина між собою за зовнішніми стінами:

$$S_{перек} = h \cdot l, \ м^2 \qquad (1.11)$$

де $l -$ довжина стіни, м,

$b -$ ширина стіни, м,

$S = 22{,}5 \cdot 12{,}6 = 284 \ м^2$

Неутеплене перекриття підвалу складається з трьох шарів, 1-ий шар перекриття, 2-ий шар штукатурка. 3-ій шар лінолеум

Потім визначають термічний опір кожного шару конструкції відповідно до ДБН В 2.6-31-2006 за формулою.

де R_i – термічний опір і-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}}, \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right) \qquad (1.12)$$

$\lambda_{i\text{р}}$

$-$ теплопровідність матеріалу і -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $\left(\frac{Вт}{м \cdot °C}\right)$,

$\delta_i -$ товщина і $-$ го шару конструкції, м,

Всі наведені коефіцієнти та характеристики для розрахунків подані у додатку 1.

Розрахунок термічного опору 1-го шару конструкції, залізобетонне перекриття

$R_{залбет} = \frac{0{,}22}{1{,}92} = 0{,}11 \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right)$

$\lambda_{залбет} = 1{,}92 \left(\frac{Вт}{м \cdot °C}\right)$,

$\delta_{залбет} - 0{,}22$ м,

Розрахунок термічного опору 2-го шару конструкції, цементно-піщаного розчину

$R_{цпр} = \frac{0{,}1}{0{,}76} = 0{,}13 \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right)$

$\lambda_{\text{цпр}} = 0{,}76, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot °\text{C}}\right),$

$\delta_{\text{цпр}} - 0{,}1$ м,

Розрахунок термічного опору 3-го шару конструкції, лінолеум

$R_{\text{л}} = \frac{0{,}025}{0{,}35} = 0{,}07 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot °\text{C}}{\text{Вт}}\right)$

$\lambda_{\text{л}} = 0{,}35, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot °\text{C}}\right),$

$\delta_{\text{л}} - 0{,}025$ м,

Виконаємо перевірочний розрахунок теплового навантаження для адміністративно-побутового корпусу. По перше визначимо термічний опір (м^2 ·К)/Вт перекриття підвалу за формулою:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \qquad (1.13)$$

$\alpha_{\text{зовн}} -$

коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot °\text{C}}\right)$,

$\alpha_{\text{внутр}} -$ коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожі, , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot °\text{C}}\right)$

$R_{\text{перек}} = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}11 + 0{,}13 + 0{,}07 + \frac{1}{6} = 0{,}6 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot °\text{C}}{\text{Вт}}\right)$

Витрати теплової енергії через перекриття розраховується за формулою:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S_{\text{пере}} \cdot \left(\text{T}_{1\text{поверху}} - \text{T}_{\text{підвалу}}\right) \cdot n, \frac{\text{Вт}}{\text{год}} \qquad (1.14)$$

$\text{T}_{\mathbf{1}\text{поверху}} -$ внутрішня температура повітря 1 поверху, °С,

$\text{T}_{\text{підвалу}} -$ внутрішня температура повітря у підвалі, °С,

$n -$ поправочний коефіцієнт,

$$Q = \frac{1}{0{,}6} \cdot 284 \cdot (18 - 6) \cdot 0{,}75 = 4266 \ \frac{\text{Вт}}{\text{год}}$$

Таблиця 1.9. – Розрахунок теплових втрат через перекриття підвалу до термомодернізації

Ширина, b м	Довжина, l м	Площа перекриття,$S_{\text{перек}}$ м^2	Термічний опір перекриття, $R_{\text{перек}}$ м^2 °С / Вт	Втрати тепла через перекриття підвалу, Q, Вт
12,6	22,5	284	0,6	4266

Розрахунок тепловтрат перекриття підвалу після термомодернізації

Для розрахунку втрат тепла перекриття після термомодернізації, треба додати декілька значень до вже відомих формул вище

Утеплене перекриття підвалу складається з чотирьох шарів, 1-ий шар перекриття, 2-ий шар штукатурка. 3-ій шар лінолеум, 4-ий утеплювач

Площа перекриття підвалу $S = 22{,}5 \cdot 12{,}6 = 284$ м^2

Потім визначають термічний опір кожного шару конструкції відповідно до ДБН В 2.6-31-2006 за формулою.

де R_i – термічний опір і-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}}, \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right) \qquad (1.15)$$

$\lambda_{i\text{р}}$

$-$ теплопровідність матеріалу і -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}\right)$,

$\delta_i -$ товщина і $-$ го шару конструкції, м,

Всі наведені коефіцієнти та характеристики для розрахунків подані у додатку 1.

Розрахунок термічного опору 1-го шару конструкції, залізобетонне перекриття

$$R_{\text{залбет}} = \frac{0{,}22}{1{,}92} = 0{,}11 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right)$$

Розрахунок термічного опору 2-го шару конструкції, цементно-піщаного розчину

$$R_{\text{цпр}} = \frac{0{,}1}{0{,}76} = 0{,}13 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right)$$

Розрахунок термічного опору 3-го шару конструкції, лінолеум

$$R_{\text{л}} = \frac{0{,}025}{0{,}35} = 0{,}07 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right)$$

Розрахунок термічного опору 4-го шару конструкції, утеплювач

$$R_{\text{цпр}} = \frac{0{,}15}{0{,}036} = 4{,}16 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right)$$

$\lambda_{\text{цпр}} = 0{,}036, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}\right)$,

$\delta_{\text{цпр}} - 0{,}15$ м,

Виконаємо перевірочний розрахунок теплового навантаження для адміністративно-побутового корпусу. По перше визначимо термічний опір (м^2 ·К)/Вт перекриття підвалу за формулою:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \Sigma\frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \qquad (1.16)$$

$\alpha_{\text{зовн}} -$

коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}\right)$,

$\alpha_{\text{внутр}} -$

коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожі, , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}\right)$

$R_{\text{перек}} = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}11 + 0{,}13 + 0{,}07 + 4{,}16 + \frac{1}{6} = 4{,}76\ \left(\frac{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}{\text{Вт}}\right)$

Витрати теплової енергії через перекриття підвалу розраховується за формулою:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S_{\text{пере}} \cdot \left(\text{T}_{1\text{поверху}} - \text{T}_{\text{підвалу}}\right) \cdot n, \frac{\text{Вт}}{\text{год}} \qquad (3.17)$$

$\text{T}_{\mathbf{1}\text{поверху}} -$ внутрішня температура повітря 1 поверху, °C,

$\text{T}_{\text{підвалу}} -$ внутрішня температура повітря у підвалі, °C,

$n -$ поправочний коефіцієнт,

$$Q = \frac{1}{4{,}76} \cdot 284 \cdot (18 - 6) \cdot 0{,}75 = 536\ \frac{\text{Вт}}{\text{год}}$$

Таблиця 1.10. – Розрахунок теплових втрат через перекриття підвалу після термомодернізації

Ширина, b м	Довжина, l м	Площа перекриття,$S_{\text{перек}}$ м^2	Термічний опір перекриття, $R_{\text{перек}}$ м^2 °C / Вт	Втрати тепла через перекриття підвалу, Q, Вт
12,6	22,5	284	4,76	536

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4

Розрахунок тепловтрат у приміщенні до та після утеплення стіни першого і другого поверхів. Розрахунок тепловтрат стіни підвалу до термомодернізації

Розрахунок тепловтрат у приміщенні до утеплення стіни першого і другого поверхів

Для визначенні площі зовнішньої стіни кожного приміщення , множиться ширина і висота між собою: $S = h \cdot b$

де h-висота стіни, м

b-ширина стіни, м

Здійснимо розрахунки на прикладі 1 поверху, кабінет №20:

h-висота стіни – 3,3 м

b- ширина стіни – 6,2 м

$S_{ст} = 3{,}3 \cdot 6.2 = 20{,}5 м^2$

Після цього віднімається площа вікон цього приміщення і тому фактична площа стіни дорівнює:

$$S_{факт} = S_{ст} - S_{в} \qquad (1.18)$$

$S_{ст} =$ площа стіни, $м^2$

$S_{в} =$ площа вікна, $м^2$, відповідно до таблиці 1.1

$S_{факт} = 20{,}5 - 6{,}1 = 14{,}4 м^2$

По цьому принципу визначають площі стін наступних приміщень.

Неутеплена стіна складається з двох шарів, 1-ий шар –зовнішня стіна, 2-ий шар штукатурка.

Потім визначають термічний опір кожного шару конструкції відповідно до ДБН В 2.6-31-2006 за формулою.

де R_i – термічний опір і-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right) \qquad (1.19)$$

λ_{ip}

$-$ теплопровідність матеріалу і -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації , $\left(\frac{Вт}{м \cdot °C}\right)$,

$\delta_i -$ товщина і $-$ го шару конструкції, м,

Всі наведені коефіцієнти та характеристики для розрахунків подані у додатку 1.

Розрахунок термічного опору 1-го шару конструкції, стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині

$R_{\text{ц}} = \frac{0,4}{0,87} = 0,45 \left(\frac{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}{\text{Вт}}\right)$

$\lambda_{\text{ц}} = 0,87, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}\right),$

$\delta_{\text{ц}} - 0,4$ м,

Розрахунок термічного опору 2-го шару конструкції, штукатурки (цементно піщана)

$R_{\text{штк}} = \frac{0,05}{0,76} = 0,066 \left(\frac{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}{\text{Вт}}\right)$

$\lambda_{\text{штк}} = 0,76, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}\right),$

$\delta_{\text{штк}} - 0,05$ м,

Виконаємо перевірочний розрахунок теплового навантаження для адміністративно-побутового корпусу. По перше визначимо термічний опір (м^2 ·К)/Вт огороджувальних конструкцій за формулою:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \qquad (1.20)$$

$\alpha_{\text{зовн}} -$
коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}\right)$,

$\alpha_{\text{внутр}} -$ коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожі, , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}\right)$

$R_{\text{ст}} = \frac{1}{8,7} + 0,45 + 0,066 + \frac{1}{23} = 0,68 \left(\frac{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}{\text{Вт}}\right)$

Витрати теплової енергії через зовнішні огородження розраховуються за формулою:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S_{\text{факт}} \cdot (\text{T}_{\text{внутр}} - \text{T}_{\text{зовн}}) \cdot n \cdot \beta \qquad (1.21)$$

$\text{T}_{\text{внутр}} -$ внутрішня температура повітря, °С,

$\text{T}_{\text{зовн}} -$ зовнішня температура повітря, °С,

$n -$ поправочний коефіцієнт,

$\beta -$ додаткові тепловтрати, що залежать від орієнтації будівлі,

$Q = \frac{1}{0,68} \cdot 14,4 \cdot (18 - (-20) \cdot (1 \cdot 0,1) = 878,1 \frac{\text{Вт}}{\text{год}}$

За цим алгоритмом визначено витрати теплової енергії стін для 1 і 2 поверху та підвалу. Результати розрахунків занесено до таблиці 1.11.

Таблиця 1.11. - Розрахунок теплових втрат через стіни 1 поверху до термомодернізації

Специфікація кімнати	номер кімнати	Площа зовнішніх стін,$S_{факт}$,м	Ширина, b, мм	Висота, h, мм	Термічний опір огороджувальної конструкції, м^2 ^{o}C / Вт	Тепловтрати через зовнішні стіни,Q,Вт
Кабінет	20	14,4	6,2	3,3	0,68	878,1
Кабінет	22	22,5	9,6			1376,6
Кабінет	23	25,7	9,6			1567,8
Кабінет	25	8,0	3,3			486,4
Кабінет	26	5,8	2,7			357,4
Кабінет	27	13,6	6,0			829,7
Кабінет	28	6,9	3,0			423,9
Кабінет	29	28,4	9,5			1736,8
Тамбур	17	19,7	6,0			1204,0
Тамбур	30	5,3	1,6			324,7
Тамбур	31	25,5	7,7			1560,9
Хол	18	9,1	2,8			556,6
Сходова клітинка	19	10,5	3,2			641,3
Всього		195,4				11944,2

Таблиця 1.12. – Розрахунок теплових втрат через стіни 2 поверху до термомодернізації

Специфікація кімнати	Номер кімнати	Площа зовнішніх стін,$S_{факт}$,м	Ширина, b, мм	Висота, h, мм	Термічний опір огороджувальної конструкції, м^2 ^{o}C / Вт	Тепловтрати через зовнішні стіни,Q,Вт
Кабінет	33	6,0	2,7	3,3	0,68	364
Кабінет	34	6,7	3,0			409
Кабінет	36	25,6	10,1			1566
Кабінет	37	29,0	9,7			1775
Кабінет	38	4,2	2,2			257
Кабінет	40	9,1	3,7			558
Кабінет	41	7,8	3,3			478
Кабінет	43	7,5	3,2			457
Кабінет	44	33,4	12,0			2042
Кабінет	45	25,9	8,8			1585
Кабінет	46	15,5	6,6			950
Сходова клітинка	32	7,4	3,2			452
Всього		178,2				10892,30

Розрахунок тепловтрат у приміщенні після утеплення стіни

Так, як розрахунки втрат тепла після термомодернізації майже нічим не відрізаються від розрахунків до термомодернізації, буде проведено акцент на відмінностями між цими розрахунками

Площа стін залишається такою же, додався лише утеплювач і тому кінцевий результат буде дещо відрізнятися від неутепленого фасаду

Здійснимо розрахунки на прикладі 1 поверху, кабінет №20:

h-висота стіни – 3,3 м

b- ширина стіни – 6,2 м

$S_{\text{ст}} = 3{,}3 \cdot 6.2 = 20{,}5\text{м}^2$

Після цього віднімається площа вікон цього приміщення і тому фактична площа стіни дорівнює:

$$\mathrm{S_{факт}} = \mathrm{S_{ст}} - \mathrm{S_в} \qquad (1.22)$$

$\mathrm{S_{ст}} =$ площа стіни, м^2

$\mathrm{S_в} =$ площа вікна, м^2 , відповідно до таблиці 1.1

$\mathrm{S_{факт}} = 20{,}5 - 6{,}1 = 14{,}4\text{м}^2$

По цьому принципу визначають площі стін наступних приміщень

Неутеплена стіна складається з двох шарів, 1-ий шар –зовнішня стіна, 2-ий шар штукатурка і 3-ій шар утеплювач

Потім визначають термічний опір кожного шару конструкції відповідно до ДБН В 2.6-31-2006 за формулою.

де R_i – термічний опір і-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}}, \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}\right) \qquad (1.23.)$$

$\lambda_{i\text{р}}$

$-$ теплопровідність матеріалу і -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}\right)$, що приймають згідно додатку 1

$\delta_i -$ товщина і $-$ го шару конструкції, м,

Всі наведені коефіцієнти та характеристики для розрахунків подані у додатку 1.

Розрахунок термічного опору 1-го шару конструкції, стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині

$R_{\text{ц}} = \frac{0{,}4}{0{,}87} = 0{,}45 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}\right)$

Розрахунок термічного опору 2-го шару конструкції, штукатурки (цементно піщана)

$R_{\text{штк}} = \frac{0,05}{0,76} = 0,066 \left(\frac{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}{\text{Вт}}\right)$

Розрахунок термічного опору 3-го шару конструкції, утеплювача (базальтова вата)

$R_{\text{ут}} = \frac{0,15}{0,036} = 4,2 \left(\frac{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}{\text{Вт}}\right)$

$\lambda_{\text{ут}} = 0,036, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}\right),$

$\delta_{\text{ут}} - 0,15$ м,

Виконаємо повірочний розрахунок теплового навантаження для адміністративно-побутового корпусу. По перше визначимо термічний опір (м^2 ·К)/Вт огороджувальних конструкцій за формулою:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \quad (1.24)$$

$\alpha_{\text{зовн}} -$

коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}\right)$,

$\alpha_{\text{внутр}} -$

коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожі, , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}\right)$

$R_{\text{ст}} = \frac{1}{8,7} + 0,45 + 0,066 + 4,2 + \frac{1}{23} = 4,85 \left(\frac{\text{м}^{2\cdot}\text{°C}}{\text{Вт}}\right)$

Тоді витрати теплової енергії через зовнішні огородження розраховуються за формулою:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S_{\text{факт}} \cdot \left(\text{T}_{\text{внутр}} - \text{T}_{\text{зовн}}\right) \cdot n \cdot \beta \quad (1.25)$$

$\text{T}_{\text{внутр}}$ – внутрішня температура повітря, °С,

$\text{T}_{\text{зовн}}$ – зовнішня температура повітря, °С,

n – поправочний коефіцієнт,

β – додаткові тепловтрати, що залежать від орієнтації будівлі,

$Q = \frac{1}{4,85} \cdot 14,4 \cdot (18 - (-20) \cdot (1 \cdot 0,1) = 124,1 \frac{\text{Вт}}{\text{год}}$

Всі подальші розрахунки по іншим стінам наведено у таблицях 1.14, 1.15.

Таблиця 1.14. – Розрахунок теплових втрат через стіни 1 поверху після термомодернізації

Специфікація кімнати	номер кімнати	Площа зовнішніх стін,$S_{факт}$,м	Ширина, b, м	Висота, h, м	Термічний опір огороджувальної конструкції, м^2 ^{o}C / Вт	Тепловтрати через зовнішні стіни,Q,Вт
Кабінет	20	14,4	2,7	3,3	4,85	124
Кабінет	22	22,5	3,0			194
Кабінет	23	25,7	10,1			221
Кабінет	25	8,0	9,7			69
Кабінет	26	5,8	2,2			50
Кабінет	27	13,6	3,7			117
Кабінет	28	6,9	3,3			59
Кабінет	29	28,4	3,2			245
Тамбур	17	19,7	12,0			170
Тамбур	30	5,3	8,8			46
Тамбур	31	25,5	6,6			220
Хол	18	9,1	3,2			78
Сходова клітинка	19	10,5	3,2			90
Всього		195,4				1684

Таблиця 1.15. – Розрахунок теплових втрат через стіни 2 поверху після термомодернізації

Специфікація кімнати	Номер кімнати	Площа зовнішніх стін,S,м2	Ширина,м	Висота,м	Термічний опір огороджувальної конструкції, $м^2$ ^oC / Вт	Тепловтрати кожного конструктивного елемента за формулою: Q = S * (Тв-Тн) / R, ; ;S – площа, м2.
Кабінет	33	6,0	2,7	3,3	4,9	51,7
Кабінет	34	6,7	3,0			57,7
Кабінет	36	25,6	10,1			220,6
Кабінет	37	29,0	9,7			249,9
Кабінет	38	4,2	2,2			36,2
Кабінет	40	9,1	3,7			78,4
Кабінет	41	7,8	3,3			67,2
Кабінет	43	7,5	3,2			64,6
Кабінет	44	33,4	12,0			287,8
Кабінет	45	25,9	8,8			223,2
Кабінет	46	15,5	6,6			133,6
Сходова клітинка	32	7,4	3,2			63,8
Всього		178,2				1534,8

Розрахунок тепловтрат стіни підвалу до термомодернізації

Для визначенні площі однієї із зовнішніх стіни підвалу, множиться ширина і висота між собою $S = h \cdot l$

де h-висота стіни, м

$l -$ довжина стіни, м

Площа стіни, яка знаходиться на південному боці будівлі дорівнює

h-висота стіни – 1,15 м

$l -$ довжина стіни, – 22,5 м

$S_{ст} = 1{,}15 \cdot 22{,}5 = 25{,}9 м^2$

Після цього віднімається площа вікон цієї огороджувальної конструкції і тому фактична площа стіни дорівнює:

$$S_{факт} = S_{ст} - S_{в} \qquad (1.26)$$

$S_{ст} =$ площа стіни, $м^2$

$S_{в} =$ площа вікна, $м^2$, відповідно до таблиці 1.1

$S_{факт} = 25{,}9 - 6{,}6 = 19{,}3 м^2$

По цьому принципу визначають площі стін наступних приміщень

Неутеплена стіна складається з двох шарів, 1-ий шар –зовнішня стіна, 2-ий шар штукатурка.

Потім визначають термічний опір кожного шару конструкції відповідно до ДБН В 2.6-31-2006 за формулою.

де R_i – термічний опір і-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right) \qquad (1.27)$$

$\lambda_{ip} -$ теплопровідність матеріалу і -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації , $\left(\frac{Вт}{м \cdot °C}\right)$,

$\delta_i -$ товщина і $-$ го шару конструкції, м,

Всі наведені коефіцієнти та характеристики для розрахунків подані у додатку 1.

Розрахунок термічного опору 1-го шару конструкції, стіни з суцільних фундаментних блоків

$R_{сфб} = \frac{0{,}4}{1{,}84} = 0{,}0{,}22 \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right)$

$\lambda_{ц} = 1{,}84, \left(\frac{Вт}{м \cdot °C}\right),$

$\delta_{ц} - 0{,}4$ м,

Розрахунок термічного опору 2-го шару конструкції, штукатурки (цементно піщана)

$R_{штк} = \frac{0{,}05}{0{,}76} = 0{,}066 \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right)$

$\lambda_{\text{штк}} = 0{,}76, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot °\text{С}}\right),$

$\delta_{\text{штк}} - 0{,}05$ м,

Виконаємо повірочний розрахунок теплового навантаження для адміністративно-побутового корпусу. По перше визначимо термічний опір (м^2 ·К)/Вт огороджувальних конструкцій за формулою:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \qquad (1.28)$$

$\alpha_{\text{зовн}} -$

коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{2} \cdot °\text{С}}\right),$

$\alpha_{\text{внутр}} -$ коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожі, , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{2} \cdot °\text{С}}\right)$

$R_{\text{ст}} = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}22 + 0{,}066 + \frac{1}{23} = 0{,}44 \ \left(\frac{\text{м}^{2} \cdot °\text{С}}{\text{Вт}}\right)$

Витрати теплової енергії через зовнішні огородження розраховуються за формулою:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S_{\text{факт}} \cdot (\text{T}_{\text{внутр}} - \text{T}_{\text{зовн}}) \cdot n \cdot \beta \qquad (1.29)$$

$\text{T}_{\text{внутр}} -$ внутрішня температура повітря підвалу, °С,

$\text{T}_{\text{зовн}} -$ зовнішня температура повітря, °С,

$n -$ поправочний коефіцієнт,

$\beta -$ додаткові тепловтрати, що залежать від орієнтації будівлі

$Q = \frac{1}{0{,}44} \cdot 19{,}3 \cdot (6 - (-20) \cdot 1 = 272{,}2 \ \frac{\text{Вт}}{\text{год}}$

Таким же чином розраховуємо втрати тепла для стіни на південно-західному стороні, результати яких подані у таблицю 3.15.

Інші дві стіни підвалу у розрахунках не беруть участь, так як вони не будуть утеплюватися.

Таблиця 1.15. – Розрахунок теплових втрат через стіни підвалу до термомодернізації

Місцезнаходження огорджувальної конструкції	Висота, h м	Довжина, l м	Площа огороджувальної конструкції ,$S_{\text{перек}}$ м^2	Термічний опір стіни, $R_{\text{перек}}$ м^2 °С / Вт	Втрати тепла через стіни підвалу, Q, Вт
Південь	1,15	22,5	19,3	0,44	272,2
Південний захід		12,6	14,5		225,5

Всього	33,8		498

Розрахунок тепловтрат стіни підвалу після термомодернізації

Для визначенні площі однієї із зовнішніх стіни підвалу, множиться ширина і висота між собою $S = h \cdot l$

де h-висота стіни, м

l-довжина стіни, м

Площа стіни, яка знаходиться на південному боці будівлі дорівнює

h-висота стіни – 1,15 м

l- довжина стіни – 22,5 м

$S_{ст} = 1{,}15 \cdot 22{,}5 = 25{,}9 м^2$

Після цього віднімається площа вікон цієї огороджувальної конструкції і тому фактична площа стіни дорівнює:

$$S_{факт} = S_{ст} - S_в \qquad (1.30)$$

$S_{ст} =$ площа стіни, $м^2$

$S_в =$ площа вікна, $м^2$, відповідно до таблиці 3.1

$S_{факт} = 25{,}9 - 6{,}6 = 19{,}3 м^2$

По цьому принципу визначають площі стін наступних приміщень

Неутеплена стіна складається з трьох шарів шарів, 1-ий шар –зовнішня стіна, 2-ий шар штукатурка,3-ій шар утеплювач

Потім визначають термічний опір кожного шару конструкції відповідно до ДБН В 2.6-31-2006 за формулою.

де R_i – термічний опір і-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right) \qquad (1.31)$$

$\lambda_{ip} -$ теплопровідність матеріалу і -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації , $\left(\frac{Вт}{м \cdot °C}\right)$

$\delta_i -$ товщина і $-$ го шару конструкції, м,

Всі наведені коефіцієнти та характеристики для розрахунків подані у додатку 1.

Розрахунок термічного опору 1-го шару конструкції, стіни з суцільних фундаментних блоків

$R_{сфб} = \frac{0{,}4}{1{,}84} = 0{,}0{,}22 \left(\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}\right)$

$\lambda_ц = 1{,}84, \left(\frac{Вт}{м \cdot °C}\right),$

$\delta_{\text{ц}} - 0{,}4$ м,

Розрахунок термічного опору 2-го шару конструкції, штукатурки (цементно піщана)

$R_{\text{штк}} = \frac{0{,}05}{0{,}76} = 0{,}066 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right)$

$\lambda_{\text{штк}} = 0{,}76, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}\right),$

$\delta_{\text{штк}} - 0{,}05$ м,

Розрахунок термічного опору 3-го шару конструкції, утеплювачу з піностіролу

$R_{\text{ут}} = \frac{0{,}15}{0{,}032} = 4{,}67 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right)$

$\lambda_{\text{ут}} = 0{,}032, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}\right),$

$\delta_{\text{ут}} - 0{,}15$ м,

Виконаємо перевірочний розрахунок теплового навантаження для адміністративно-побутового корпусу. По перше визначимо термічний опір (м^2 ·К)/Вт огороджувальних конструкцій за формулою:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \qquad (1.32)$$

$\alpha_{\text{зовн}} -$ коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}\right),$

$\alpha_{\text{внутр}} -$ коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожі, , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}\right)$

$R = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}22 + 0{,}066 + 4{,}67 + \frac{1}{23} = 5{,}13 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right)$

Витрати теплової енергії через зовнішні огородження розраховуються за формулою:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S_{\text{факт}} \cdot (\text{T}_{\text{внутр}} - \text{T}_{\text{зовн}}) \cdot n \cdot \beta \qquad (1.33)$$

$\text{T}_{\text{внутр}} -$ внутрішня температура повітря підвалу, °С,

$\text{T}_{\text{зовн}} -$ зовнішня температура повітря, °С,

$n -$ поправочний коефіцієнт,

$\beta -$ додаткові тепловтрати, що залежать від орієнтації будівлі,

$Q = \frac{1}{5{,}13} \cdot 19{,}3 \cdot (6 - (-20) \cdot 1 = 97{,}8 \frac{\text{Вт}}{\text{год}}$

Таким чином розраховуються втрати тепла для стіни на південно-західній стороні будівлі, результати яких подані у таблицю 1.16

Інші дві стіни підвалу у розрахунках не беруть участь, так як вони не будуть утеплюватися.

Таблиця 1.16. – Розрахунок теплових втрат через стіни підвалу після термомодернізації

Місцезнаходження огорджувальної конструкції	Висота, h м	Довжина, l м	Площа огороджувальної конструкції ,$S_{\text{перек}}$ $м^2$	Термічний опір стіни, $R_{\text{перек}}$ $м^2$ °C / Вт	Втрати тепла через стіни підвалу, Q, Вт
Південь	1,15	22,5	19,3	5,13	97,8
Південний захід		12,6	14,5		73,5
Всього			33,8		171

ВИСНОВКИ

Висновки до теми «Енергозбереження в рамках міжнародної співпраці»:

1. Необхідність міжнародної співпраці - в сучасному світі енергозбереження є глобальним викликом, який потребує співпраці між країнами. Міжнародна співпраця дозволяє обмінюватися передовими технологіями, знаннями та найкращими практиками у сфері енергозбереження.
2. Розробка спільних політик і стандартів - міжнародна співпраця сприяє розробці та впровадженню спільних політик і стандартів, що дозволяють ефективно знижувати енергоспоживання та скорочувати викиди парникових газів. Це, у свою чергу, сприяє досягненню цілей сталого розвитку.
3. Фінансова підтримка та інвестиції - міжнародні проекти з енергозбереження часто отримують фінансову підтримку від міжнародних організацій та інституцій, що дозволяє реалізувати масштабні ініціативи, спрямовані на підвищення енергоефективності.
4. Обмін знаннями та досвідом - міжнародна співпраця надає можливість обміну знаннями та досвідом між країнами. Це сприяє поширенню успішних рішень та технологій у сфері енергозбереження, що може значно підвищити ефективність енергоспоживання у різних секторах економіки.
5. Розвиток нових технологій - спільні науково-дослідні проекти та інноваційні програми в рамках міжнародної співпраці стимулюють розвиток нових технологій та рішень у сфері енергозбереження. Це дозволяє створювати більш ефективні та екологічно чисті джерела енергії.
6. Впровадження найкращих практик - міжнародна співпраця дозволяє впроваджувати найкращі практики та стандарти у сфері енергозбереження, що сприяє підвищенню рівня енергоефективності у різних країнах.

Загалом, міжнародна співпраця у сфері енергозбереження є важливим інструментом для досягнення глобальних цілей сталого розвитку та забезпечення сталого майбутнього для наступних поколінь.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5

Підготовка та опублікування тез доповідей на міжнародній конференції

Підготовка та опублікування тез доповідей на міжнародній конференції включає кілька важливих етапів. Ось огляд процесу:

1. Вибір теми та дослідження

1.1. Вибір актуальної та значущої теми для доповіді**:**

✓ **Аналіз поточних тенденцій** - вивчіть останні новини, дослідження та публікації у вашій галузі, щоб зрозуміти, які питання є найбільш актуальними та значущими.

✓ **Вибір теми, яка відповідає вашим інтересам -** оберіть тему, яка вам цікава і в якій ви добре обізнані, щоб мати можливість глибше її дослідити.

✓ **Консультації з колегами та наставниками -** обговоріть можливі теми з колегами або наставниками, щоб отримати зворотний зв'язок і переконатися, що ваша тема буде корисною та цікавою для аудиторії.

✓ **Оцінка практичної значущості** - переконайтеся, що обрана тема має практичне застосування та може бути корисною для вирішення реальних проблем у галузі енергетики.

2. Детальне дослідження і збір необхідних даних та матеріалів:

✓ **Пошук наукової літератури** - використовуйте академічні бази даних, такі як Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, щоб знайти статті, книги та конференційні матеріали, пов'язані з вашою темою.

✓ **Аналіз джерел інформації -** оцініть якість і надійність знайдених джерел, звертайте увагу на рецензовані статті та офіційні публікації.

✓ **Збір статистичних даних та звітів -** використовуйте офіційні звіти та статистику, надану державними та міжнародними організаціями, щоб підтримати ваші висновки конкретними даними.

✓ **Використання сучасних інструментів аналізу –** застосовуйте сучасні програмні засоби та інструменти для аналізу даних, щоб отримати точні та обґрунтовані результати.

✓ **Проведення експериментів та опитувань -** за можливості, здійсніть власні експерименти або опитування для збору додаткових даних та підтвердження ваших гіпотез.

3. Написання тез доповіді

Сформулюйте чіткі та зрозумілі тези доповіді, які включають:

✓ **Вступ**: короткий опис проблеми та її актуальність.

- **Опис проблеми -** чітко визначте проблему, яку ви досліджували. Розкажіть, чому ця проблема важлива для вашої галузі.

- **Актуальність -** поясніть, чому дослідження цієї проблеми є актуальним на даний момент. Наприклад, згадайте останні тенденції або події, які роблять цю тему важливою.

4. Методологія: опис використаних методів дослідження.

✓ **Опис методів -** детально опишіть методи, які ви використовували для дослідження. Це можуть бути експериментальні методи, опитування, аналіз даних тощо.

✓ **Обґрунтування вибору методів -** поясніть, чому ви обрали саме ці методи і як вони допомогли вам досягти ваших цілей дослідження.

✓ **Інструменти та технології -** згадайте інструменти і технології, які ви використовували під час дослідження.

5. Результати: основні результати дослідження.

✓ **Ключові знахідки -** перелічіть основні результати вашого дослідження. Наведіть цифри, діаграми або таблиці, якщо це можливо.

✓ **Інтерпретація результатів -** поясніть, що ці результати означають для галузі. Як вони впливають на розуміння проблеми або її рішення.

Висновки: підсумки та рекомендації.

✓ **Підсумки -** узагальніть основні висновки вашого дослідження. Поясніть, як вони відповідають на початкові питання дослідження.

✓ **Рекомендації -** запропонуйте конкретні рекомендації на основі ваших результатів. Це можуть бути рекомендації для практичного застосування, подальших досліджень або політики.

6. Перевірка та рецензування

Перевірте тези на відповідність вимогам конференції:

✓ **Оформлення -** переконайтеся, що ваші тези відповідають вимогам оформлення, зазначеним у правилах конференції.

✓ **Обсяг та структура -** перевірте, чи відповідають ваші тези вимогам щодо обсягу тексту та структурі.

Запросіть колег чи наставників для рецензування і внесіть корективи за їхніми рекомендаціями:

✓ **Колективне рецензування -** попросіть кількох колег або наставників переглянути ваші тези. Їхній зворотний зв'язок може виявити слабкі місця або запропонувати покращення.

✓ **Корекція -** на основі отриманих рекомендацій внесіть корективи до ваших тез. Переконайтеся, що всі пропозиції розглянуті та, за можливості, впроваджені.

7. Підготовка документа до подання

Зберіть тези у форматі, який вимагає організатор конференції:

✓ **Вибір формату**: Переконайтеся, що ваші тези збережені у форматі, який зазначений у вимогах конференції (наприклад, PDF, Word, LaTeX тощо).

✓ **Конвертація файлів**: Якщо ваші тези спочатку створені в іншому форматі, використовуйте відповідні програми або онлайн-сервіси для конвертації файлів у потрібний формат.

Переконайтеся, що документ оформлений відповідно до інструкцій конференції:

✓ **Оформлення заголовків та підзаголовків**: Дотримуйтеся стилів та форматування, зазначених у вимогах конференції для заголовків, підзаголовків, нумерації сторінок та інших елементів документа.

✓ **Форматування тексту**: Встановіть правильний шрифт, розмір шрифту, відступи та інтервали між рядками, як це зазначено в інструкціях конференції.

✓ **Включення таблиць, рисунків та діаграм**: Упевніться, що всі таблиці, рисунки та діаграми коректно вставлені, пронумеровані та мають відповідні підписи.

✓ **Коректність посилань**: Перевірте, що всі цитати та посилання на джерела оформлені згідно з вказаними вимогами (наприклад, стиль APA, MLA, Chicago тощо).

✓ **Перевірка на наявність помилок**: Прочитайте документ кілька разів, щоб переконатися у відсутності орфографічних, граматичних та стилістичних помилок. За можливості, використовуйте програмне забезпечення для автоматичної перевірки тексту.

Підготовка до подання:

✓ **Остання перевірка**: Перш ніж подати документ, ще раз переконайтеся, що він повністю відповідає всім вимогам конференції та не містить помилок.

✓ **Назва файлу**: Назвіть файл згідно з інструкціями конференції. Часто організатори вказують конкретний формат назви файлу, наприклад, [ПрізвищеТемаКонференція.pdf].

✓ **Подача документа**: Використовуйте офіційний сайт конференції або інший визначений організаторами спосіб для подання документа. Переконайтеся, що ви правильно заповнили всі необхідні форми та анкети.

8. Подання тез

Подача тез через офіційний сайт конференції:

✓ Відвідайте офіційний вебсайт конференції.

✓ Знайдіть розділ для подання тез, який може бути позначений як "Подати тези", "Реєстрація" або щось подібне.

✓ Створіть обліковий запис або ввійдіть у існуючий обліковий запис на сайті.

✓ Заповніть усі необхідні форми, включаючи завантаження файлів з вашими тезами.

✓ Переконайтесь, що всі дані введено коректно, і підтвердіть подачу тез.

Інші способи подання тез:

✓ Якщо подача тез через сайт неможлива, дізнайтесь про інші можливі способи подання тез, як-от електронна пошта або поштове відправлення.

✓ Уважно дотримуйтесь вказівок щодо подання тез цими способами, включаючи формат файлів, адреси, терміни тощо.

Дотримання термінів подання:

✓ Обов'язково ознайомтесь із термінами подання тез, зазначеними у правилах конференції.

✓ Підготуйте свої тези заздалегідь, щоб уникнути можливих проблем з поданням у останній момент.

✓ Встановіть нагадування про терміни подання, щоб не пропустити важливі дати.

9. Публікація тез

Підготовка до публікації:

✓ Після того, як ваші тези будуть прийняті, перейдіть до підготовки до публікації в збірнику матеріалів конференції.

✓ Ознайомтеся з усіма вимогами та правилами публікації, наданими організаторами конференції.

✓ Переконайтеся, що текст ваших тез відповідає зазначеному формату, стилю та обсягу.

Виконання вимог щодо публікації:

✓ Підпишіть угоду про авторські права, якщо це вимагається, щоб підтвердити ваше авторське право на подані тези та надати дозвіл на їх публікацію.

✓ Перевірте, чи всі необхідні документи надані разом з тезами, включаючи угоди, дозволи на використання зображень, таблиць тощо.

Редакція та коректура:

✓ Перед поданням остаточного варіанту тез до публікації, переконайтеся, що вони ретельно відредаговані та перевірені на помилки.

✓ Залучіть колег або професійного редактора для додаткової перевірки тексту.

Співпраця з редакційною комісією:

✓ Будьте готові до можливих запитів від редакційної комісії на внесення змін або уточнень у текст тез.

✓ Відповідайте на запити оперативно та надавайте необхідні виправлення у визначений термін.

Фінальний етап:

✓ Після виконання всіх вимог і завершення редагування, ваші тези будуть включені до збірника матеріалів конференції.

✓ Переконайтеся, що ви отримали підтвердження про включення ваших тез до збірника та інформацію про публікацію.

10. Підготовка доповіді

Підготовка презентації:

✓ Після прийняття ваших тез, розпочніть підготовку презентації на їх основі.

✓ Використовуйте програмне забезпечення для створення презентацій, таке як Microsoft PowerPoint або Google Slides.

✓ Структуруйте вашу презентацію, включаючи вступ, основну частину та висновки.

✓ Використовуйте графічні матеріали, діаграми, таблиці та інші візуальні елементи, щоб зробити вашу презентацію більш інформативною та цікавою.

✓ Перевірте, щоб слайди були чіткими та зручними для сприйняття, з мінімальним текстом та акцентом на ключових моментах.

Відпрацювання доповіді:

✓ Після завершення презентації, розпочніть відпрацювання вашої доповіді.

✓ Підготуйте текст доповіді, який ви будете використовувати під час виступу. Напишіть сценарій, який допоможе вам тримати структуру і не загубитися.

✓ Практикуйте виступ перед дзеркалом або перед колегами, щоб отримати зворотній зв'язок.

✓ Зверніть увагу на час, обмежуючи тривалість доповіді відповідно до вимог конференції.

✓ Відпрацюйте жестикулювання, голосові інтонації та темп мовлення, щоб виступ виглядав природно та впевнено.

✓ Підготуйте відповіді на можливі запитання від аудиторії.

Остаточна перевірка:

✓ За кілька днів до конференції, перегляньте вашу презентацію та текст доповіді ще раз.

- ✓ Внесіть необхідні корективи, якщо виявите помилки або неточності.
- ✓ Переконайтесь, що все обладнання для презентації готове до використання (ноутбук, проектор, мікрофон тощо).

ВИСНОВКИ

Підготовка та опублікування тез для міжнародної конференції вимагає ретельного планування та уваги до деталей. Висновки, які можна зробити з цього процесу, включають наступне:

1. Точне дотримання інструкцій - успіх подання тез залежить від точного виконання вимог конференції, включаючи терміни, формат та інші технічні аспекти. Важливо ознайомитись з усіма правилами та дотримуватись їх.
2. Якість контенту - тези повинні бути чіткими, змістовними та відповідати тематиці конференції. Вони мають демонструвати важливість вашого дослідження та його внесок у наукове співтовариство.
3. Ретельна підготовка презентації - презентація повинна доповнювати ваші тези, бути візуально привабливою та логічно структурованою. Практика виступу є ключовою для впевненого та професійного представлення матеріалу.
4. Співпраця та комунікація - важливо бути на зв'язку з організаторами конференції та редакційною комісією, оперативно реагувати на їхні запити та надавати необхідні матеріали.
5. Увага до деталей - відредагуйте та перевірте свої тези та презентацію на наявність помилок. Переконайтесь, що всі документи оформлені належним чином і відповідають вимогам конференції.
6. Підписання необхідних угод - дотримання вимог щодо авторських прав та підписання відповідних угод є важливими етапами у процесі публікації тез.

Дотримання цих кроків сприятиме успішному поданню, публікації та презентації ваших тез на міжнародній конференції. Це дозволить вам ефективно поділитися своїми науковими здобутками з широкою аудиторією і зробити вагомий внесок у наукову спільноту.

Додаток 1

Таблиці коефіцієнтів, технічних характеристик.

КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОВІДДАЧІ ЗОВНІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ УМОВ ХОЛОДНОГО ПЕРІОДУ		
# п.п.	Зовнішня поверхня конструкцій, що захищають. $\alpha_{зовн}$	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ·°С)
1	Зовнішні стіни, покриття, перекриття над проїздами і над холодними (без огороджувальних стінок) підпіллями	23
2	Зовнішні стіни, покриття, перекриття над проїздами і над холодними (без огороджувальних стінок) підпіллями	17
3	Перекриття горищних і над підвалами, що не опалюються, зі світловими отворами в стінах.	12
4	Перекриття над неопалювальними підвалами без світлових прорізів у стінах, розташованих вище рівня землі, та над неопалюваними технічними підпіллями, розташованими нижче рівня землі	6

КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОВІДДАЧІ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ	
Внутрішня поверхня огорожі $\alpha_{внутр}$	Коефіцієнт тепловіддачі a_{int}, Вт/(м^2×°С)
1. Стін, підлог, гладких стель, стель з ребрами, що виступають при відношенні h/a £ 0,3	8,7
2. Стель з ребрами, що виступають при відношенні h/a > 0,3	7,6
3. Вікон	8,0
4. Зенітніх ліхтарів	9,9

КОЕФІЦІЄНТ ДОДАТКОВИХ ВТРАТ ТЕПЛА ЗАЛЕЖНО ВІД ОРІЄНТАЦІЇ БУДІВЛІ	
Орієнтація будівлі	Коефіцієнт додаткових втрат тепла залежно від орієнтації будівлі β
Північ, північний-схід, північний-захід	0,1
Захід, південний-схід	0,05
Південь, південний захід	0

ВОЛОГІСНІ УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАТЕРІАЛУ В ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ	
Вологісний режим приміщень за додатком Г (табл.Г1)	Умови експлуатації
Сухий	А
Нормальний	Б
Вологий	Б
Мокрий	Б
Примітки: 1. Матеріали внутрішніх конструкцій будинків із нормальним режимом експлуатації розраховуються для умов експлуатації А.	

РОЗРАХУНКОВІ ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ											
Назва матеріалу		Характеристика в сухому стані			Розрахунковий вміст вологи за масою в умовах експлуатації w, %		Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				
		густина, 0 ρ , кг/м 3	питома теплоємність, c0 , кДж/(кг К)	теплопровідність 0 λ , Вт/(м К)			теплопровідність, λр, Вт/(м К)		коефіцієнт теплозасвоєння, s, Вт/(м2К)		коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м год Па)
					А	Б	А	Б	А	Б	А,Б
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Силікатна цегла на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	0,7	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
2	Цементно піщана штукатурка	1800	0,84	0,76	2	-	-	-	9,6	-	0,09
3	Залізобетонне перекриття без пустот	2500	0,84	1,92	2				17,98		0,03
4	Цементно-піщаний розчин	1800	0,84	0,76	2				9,6		0,09
6	Лінолеум ПВХ на тканій основі	700	2,3	0,35	10				6,9		0,3
7	ФБС(фундаментні блоки суцільні)						1,76	1,84			

8	Стирофом(піностірол)			0,032							0,006

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРІАЛІВ		
Матеріал	Товщина, $\boldsymbol{\delta}$,мм	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м*С)
Силікатна цегла	400	0,87
цементно піщана штукатурка	50	0,76
Залізобетонне перекриття без пустот	220	1,92
Базальтова вата для даху	250	0,036
Базальтова вата для стін	150	0,036
Базальтова вата для перекриття підвалу	150	0,036
Цементно-піщаний розчин	100	0,76
Лінолеум	25	0,35
ФБС	400	1,84
Стирофом(піностірол)	150	0,032

ТЕМПЕРАТУРНІ КОЕФІЦІЄНТИ	
$T_{зовн}$– температура ззовні, °С	**$T_{внутр}$- температура всередині приміщення, ° С**
-20	**18**

ПОПРАВОЧНІ КОЕФІЦІЄНТИ	
Найменування	Поправочний коефіцієнт(n), який залежить від матеріалу конструкцій,
Конструкції зі штучних матеріалів	1
Перекриття даху(горища)	0,9
перекриття підвалу	0,75

ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ У ПРИМІЩЕННЯХ ТА ЗЗОВНІ		
Найменування приміщень	$T_{внутр}$ – внутрішня температура повітря, °С,	$T_{зовн}$ – зовнішня температура повітря, °С
1 Поверх	+18	-20
2 Поверх	+18	-20
Підвал	+6	-20
Дах	+3	

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ “СТАРИХ” ВІКОН									
Місцезнаходження	Матеріал	Профіль	Профільна система	Склопакет	Дистанційна рамка	Ширина,м	Висота, м	Кількість, шт	Коефіцієнт теплопередачі Вт/(м ·°С)
1 і 2 поверх	Металопластикові	Металопластиковий профіль	Металопластиковий профіль 60 мм, ширина 60 мм, камер 3	24 мм / 4-16-4 / Однокамерний	Алюмінієва дистанція	1,75	1,75	28,5	0,45
Підвал	Металопластикові	Металопластиковий профіль	Металопластиковий профіль 60 мм, ширина 60 мм, камер 3	24 мм / 4-16-4 / Однокамерний	Алюмінієва дистанція	1,75	0,87	4	
						1,2	0,87	1	
						0,58	0,87	1	

ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК “НОВИХ” ВІКОН							
Клас енергоефективності	Кількість камер	Монтажна ширина, мм	Товщина стінок, мм до	Товщина скління, мм	Опір теплопередачі	Висота рами\стулки, мм	Перекриття рами\стулки, мм
В	3	70	2,7	40	0,75	68\78	6,2\8

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с. ISBN 978-966-999-077-8
2. Закон «Про внесення змін до деяких законів України щодо створення умов для запровадження комплексної термомодернізації будівель». Вилучено з https://www.rada.gov.ua/news/razom/226459.html
3. За редакцією Козака Ю.Г., Ковалевського В.В., Логвінової Н.С та ін. Міжнародні організації: Навч. посібник/За ред. Козака Ю.Г., Ковалевського В.В., Логвінової Н.С. – К.: Центр навчальної літератури, 2009. - 223с.
4. ДП НАЕК «Енергоатом» 20 відповідей про централізоване сховище відпрацьованого ядерного палива. ENTSO-E Vision A Power System for a Carbon Neutral Europe 10 October 2022.
5. Олійник Ю. С. Міжнародне науково-технічне співробітництво: конспект лекцій для здобувачів вищої освіти ОС «магістр» денної форми здобуття освіти спец.: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Ю. С. Олійник ; Укр. інж.-пед. акад. – Харків : УІПА, 2022. – 36 с.
6. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Вилучено з https://de.com.ua/uploads/0/1703-EnergyStratagy2030.pdf
7. Дев'яткіна С.С. Альтернативні джерела енергії: Навчальний посібник / Світлана Дев'яткіна, Тетяна Шкварницька; М-во освіти і науки України, Нац. авіаційний ун-т. - К. : НАУ, 2006. - 89 с
8. Калетнік, Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні : моногр. / Г. М. Калетнік ; рец. М. Й, Малік [та ін.]. - К. : Аграрна наука, 2008. -464 с. : рис, табл., фото. цв.
9. Р. Титко, В.М Калініченко Відновлювані Джерела Енергії (досвід Польщі для України): Навчальний посібник. – Варшава: OWG, 2010 - 530 с.
10. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» Затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р.
11. Розрахунок геліосистеми з фотоелектричними перетворювачами [Текст]: метод. рек. до викон. розрахункової роботи для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» /Уклад: В.І Шкляр, В.В. Дубровська, – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 52 с.
12. https://voxukraine.org/najbilshe-z-susidamy-menshe-z-yevropejskymy-krayinamy-ta-ssha-z-yakymy-krayinamy-ukrayina-buduvala-robochi-zv-yazky-za-roky-nezalezhnosti/

13. https://careerhub.in.ua/careers-in-energy-are-cool/
14. https://www.ive.org.ua/?page_id=583&lang=uk
15. https://mon.gov.ua/ua/news/vidnovleno-diyu-ugodi-mizh-ukrayinoyu-ta-yevropejskim-soyuzom-pro-naukove-i-tehnologichne-spivrobitnictvo
16. https://uk.wikipedia.org/wiki/ENTSO-E
17. https://www.youtube.com/watch?v=3NfwXB-eHJw&t=156s
18. https://www.entsoe.eu/data/map/
19. https://www.youtube.com/watch?v=TBpNXYRu4Qk&t=70s
20. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8
21. https://www.entsoe.eu/data/map/
22. https://www.youtube.com/watch?time_continue=26&v=zVzKUVmTaN8&embeds_euri=https%3A%2F%2Fglavcom.ua%2F&feature=emb_logo
23. https://ua.boell.org/uk/2017/11/15/energetichniy-perehid-naybilshiy-viklik-chasu-dlya-ukrayini
24. https://patriot-nrg.com/content/efektyvne-elektropostachannya
25. https://hmarochos.kiev.ua/2022/01/18/vitrova-energetyka-v-ukrayini-ta-sviti/
26. https://ecopolitic.com.ua/ua/news/nazvano-oblasti-ukraini-de-najbilshe-vitroelektrostancij/
27. https://getmarket.com.ua/ua/news/sistemi-nakopichennya-energiyi-energy-storages-perspektivi-dlya-ukrayini
28. https://www.eesi.org/papers/view/energy-storage-2019#1
29. https://greensystem.com.ua/sistemy-nakopleniya-energii/sistemy-nakopleniya-energii-dlya-predpriyatii/promyslennye-sistemy-xraneniya-energii-bess-texnologiya
30. https://nakipelo.ua/sistemi-nakopichennya-energii-komu-i-dlya-chogo-voni-potribni/
31. https://greensystem.com.ua/sistemy-nakopleniya-energii/sistemy-nakopleniya-energii-dlya-predpriyatii/promyslennye-sistemy-xraneniya-energii-bess-texnologiya
32. https://uatv.ua/uk/uryady-ukrayiny-ta-ssha-pidpysaly-memorandum-shhodo-zabezpechennya-stijkosti-energetychnoyi-systemy-ukrayiny-tekst-dokumenta/
33. https://energysecurityua.org/ua/u-fokusi/shcho-take-enerhetychna-bezpeka-i-chomu-tse-nadvazhlyvo-dlia-ukrainy/

34. Voitenko Serhii, Oberemok Zlata, Juergen Koeberlein-Kerler, Oliinyk Yuliia Implementation of energy saving measures in the framework of the international Ukrainian-German project/ Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences: Collection of scientific papers «ΛΌΓΟΣ» with Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, Cambridge, December 9, 2022. Cambridge-Vinnytsia: P.C. Publishing House & European Scientific Platform, 2022. – p. 106-111. ISBN 978-1-8380555-5-4, DOI 10.36074/logos-09.12.2022.28

35. Juergen K., Oliinyk Y., Oberemok Z. UKRAINE-GERMANY: COOPERATION IN THE FIELD OF ENERGY SAVING/ The 10th International scientific and practical conference “Innovative scientific research: theory and practice” (**November 21-24, 2023**) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. p.428-434 ISBN – 979-8-89238-622-7 DOI – 10.46299/ISG.2023.2.10

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Олійник Юлія Сергіївна

МІЖНАРОДНЕ НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО В ЕНЕРГЕТИЦІ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за спеціальністю 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 23.04.2025. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 3,95. Обсяг 1,649 Мб. Зам. № 165/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009.
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна