

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ
ІНСТИТУТ ГІДРОТЕХНІЧНОГО БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ
ІНЖЕНЕРІЇ

Кафедра Теплогазопостачання і вентиляції

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійної роботи та виконання
розрахунково-графічної роботи з дисципліни
«Енергоаудит»
спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія",
освітнього рівня «Магістр»

Одеса 2020

УДК 697.4 (07)

«Затверджено»
Вченою Радою інституту
гідротехнічного будівництва
та цивільної інженерії
протокол № 5 від 15.01.2020 р

Методичні вказівки розглянуті і рекомендовані до друку на засіданні кафедри ТГП і В, протокол № 9 від 03.04.2019г.

Укладач: к.т.н., доц. Шевченко Л.Ф.
д.т.н., проф. Петраш В.Д.
к.т.н., доц. Даніченко Н.В.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Завідувач кафедрою теплохладотехніки та трубопровідного транспорту енергоносіїв Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор Титлов О.С.
Д.э.н., професор кафедри менеджменту та маркетингу ОДАБА, Сахацький М.П.

Наведено основні рекомендації для підготовки студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» до контрольних робіт при вивченні курсу «Енергоаудит». В методичних вказівках викладені методичні поради, а також перелік лекційних тем і практичних задач, необхідних для успішного освоєння курсу.

Відповідальний за випуск: зав. кафедри Теплогазопостачання і вентиляції
к.т.н., доц. Елькін Ю.Г.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. Теми лекційного матеріалу , які рекомендовані для пророблення.....	3
2. Контрольні завдання за темами дисципліни	11
3. Додатки до вихідних даних для вирішення задач.....	24
Список додаткової літератури.....	30

ВСТУП

Самостійна робота студентів спрямована на: закріплення знань, отриманих на лекційних і практичних заняттях; на поглиблення й розширення їх при рішенні локальних виробничих завдань. У справжніх методичних вказівках наведені теми лекцій і великий перелік локальних завдань, які зустрічаються при енергетичному аудиті. Пророблення представленого матеріалу дозволить підвищити якісний рівень підготовки магістрів в області енергетичного аудита будинків.

1. ТЕМИ ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ , ЯКІ РЕКОМЕНДОВАНІ ДЛЯ ПРОРОБЛЕННЯ

В роботі над темою студенту необхідно вивчити конспект лекцій та рекомендовану літературу, вирішити контрольну задачу и відповісти на контрольні питання. При проведенні контрольної роботи, викладач може сформулювати йому варіант вихідних даних до задачі по темі лекції. Наприклад, запропонувати номер варіанта вихідних даних до задачі згідно з останньою цифрою його залікової книжки. Відповідно до програми лекційного курсу нижче викладена послідовність самостійної роботи студента над темою.

Лекція № 1

Тема. Актуальність та нормативна база дисципліни.

При виконанні самостійної роботи по цій темі студенту необхідно висвітлити економічні завдання в державі та зусилля уряду, спрямовані на підвищення ефективного використання енергії в комунально-побутовому секторі. При цьому необхідно звернути увагу на наступні критерії і нормативи: макроекономічний показник ВВП, паритет купівельної спроможності на душу населення (ПКС), енергоємність ВВП, Закон України «Про енергетичну ефективність будівель». Показати мету енергетичного аудиту.

Контрольні питання по темі:

- що розуміється під аббревіатурою ВВП;
- які заходи щодо енергозбереження в країні запропоновані урядом України;
- які заходи щодо енергозбереження впроваджуються в Євросоюзі.

Список рекомендованої літератури по темі.

1. Belstat@belstat.gov.by

2. РІА Новини України:

<https://rian.com.ua/analytics/20171030/1028966542/Ukraine-ekonomika-padenie-bednost.html>

3. <http://eneco.ua/ru/publication/statisticheskaya-informaciya/energoemkost-vvp-v-stranah-evropy-1995-2015>

4. Закон України «Про енергозбереження».

5. <http://greenergy.com.ua/novosti/e-nergoemkost-vvp-ukrainy-v-3-4-raza-vy-she-chem-v-es/>

6. Закон України «Про енергоефективність будівель»

7. <http://www.osbb-inform.com.ua/ru/2017/10/03/4234/>

Лекція № 2

Тема. Локальний енергетичний аудит зовнішніх стін.

Необхідно опрацювати наступні питання: аналіз проектної документації, візуальне обстеження об'єкта, вимоги до теплоізоляційної оболонки будівлі, характер теплопровідних включень, приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі.

Контрольні питання і завдання по темі:

- в чому полягає мета тепловізійного обстеження будівлі;
- вкажіть вимоги ДБН «Теплова ізоляція будівель», які пред'являються до огорожувальних конструкцій будівель;
- що розуміється під наведеною опором теплопередачі.

Вирішити задачу №4.

Список рекомендованої літератури по темі.

- 1 2. ДБН В.2.6-31: 2016 Теплова ізоляція будівель. МБАЖКГУ Україна 2016.
3. ДБН В.2.2-15 2005 Житлові будинки. Основні положення. Укрархбудінформ. К .: 2005 36 с.
4. ДСТУ ISO 6946: 2007 Тепловий Опір и коефіцієнт теплопередавання. К .: Держспоживстандарт України. 2012. 19 с.
5. Каталог температурних полів вузлів типових огорожувальних конструкцій. Ч1. Житлові будинки. (Посібник для проектування). Держбуд СРСР. НДІ Будівельної фізики. Стройиздат. М .: 1980. 111 с.
6. ДСТУ ISO 10211-2: 2005 Теплопровідні включення.

Лекція № 3

Тема. Перевірка класу енергетичної ефективності житлового будинку

При виконанні самостійної роботи по цій темі студенту необхідно вивчити конспект лекцій і технічну літературу з наступних питань: втрати теплоти через зовнішню оболонку будівлі, зведений коефіцієнт теплопередачі, умовний коефіцієнт інфільтрації, тепло надходження від побутових приладів та сонячної

радіації, питомі втрати теплоти будівлею і клас енергетичної ефективності, заходи з термомодернізації будівлі.

Контрольні питання і завдання по темі:

- як класифікуються будівлі по енергетичній ефективності;
- опишіть тепловий баланс будівлі;
- які заходи по теплозахисту будівлі Вам відомі.

Вирішити задачу № 5.

Список рекомендованої літератури по темі.

1. ДБН В.2.6-31: 2016 Теплова ізоляція будівель. МБАЖКГУ Україна 2016.
3. ДСТУ ISO 6946: 2007 Тепловий Опір и коефіцієнт теплопередавання. К.: Держспоживстандарт України. 2012. 19 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 Будівельна Кліматологія. Київ. Мінрегіонбуд України 2011. 123 с.
5. Практичний посібник з підвищення енергетичної ефективності багатоквартирних будинків. Том 1. М. діє до: 2015. 89 с.

Лекція № 4

Тема. Вимірювальні прилади

При виконанні самостійної роботи необхідно розглянути принцип роботи та устрій таких приладів: тепловізора, термометра-реєстратора, вимірювача-реєстратора щільності теплового потоку, лічильника-витратоміра, лічильника-тепломіра, анемометра, мікроманометра, психрометра, газоаналізатора, тахометра.

Контрольні питання по темі:

- вкажіть призначення тепловізора;
- у чому полягає принцип роботи лічильника-тепломера;
- яким приладом вимірюється щільність теплового потоку.

Список рекомендованої літератури по темі.

1. Практичний посібник з вибору та розробки енергозберігаючих

- проектів. Заг. Ред. О.А. Данилова, П.А. Костюченко. М.: 2006. 668с.
2. Основи енергозбереження. Конспект лекцій. Амірханов Д.Р. Вітебськ. 2005. 62 с.
3. <https://samelectrik.ru/kakoj-dolzha-byt-osveshennost-v-kvartire-i-dome.html>
4. http://www.dianetcom.ru/info/catalog/Fluke_industrial/fluke_vent_kond / fluke_922
5. Теплові лічильники <http://www.measure.com.ua>.

Лекція № 5

Тема. Натурні теплотехнічні обстеження зовнішньої оболонки будівлі

При виконанні самостійної роботи із зазначеної теми необхідно висвітлити такі питання: порядок проведення енергетичних обстежень, робота в реперних точках, вимірювання щільності теплового потоку, обробка результатів вимірювань, проведення тепловізійних обстежень будівлі, визначення фактичного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Контрольні питання по темі:

- як вибираються приміщення-представники в будівлі при енергетичному обстеженні;
- що розуміється під терміном «реперна точка»;
- які прилади необхідні аудитору при енергетичному обстеженні будівлі.

Список рекомендованої літератури по темі.

1. Методичні рекомендації щодо комплексного теплотехнічного обстеження зовнішніх огорожувальних конструкцій з застосуванням тепловізійної техніки. МДС 23-1.2007. 10 с.
2. Керівництво по експлуатації вимірювача щільності теплового потоку і температури. І Т.П. МГ4.03 «ПОТОК». Челябинськ. СКБ Стройприбор ». 2009 г. 31 с.

Лекція №6

Тема. Енергоаудит теплової ізоляції трубопроводів теплових мереж

При виконанні самостійної роботи студенту необхідно зрозуміти суть, викладену в конспекті лекцій з наступних питань: види прокладки теплотрас і теплоізоляційні матеріали, візуальне обстеження теплопроводів, рівняння для визначення втрат теплоти, термічні опори теплоізоляції, засоби визначення температури на поверхні теплоізоляційної конструкції, втрати тепла неізольованим теплопроводом, ефективність теплової ізоляції.

Контрольні питання по темі:

- назвіть найбільш популярні теплоізоляційні матеріали, які застосовуються при прокладці теплопроводів;
- яким приладом можна визначити втрати тепла ізольованого трубопроводу;
- як визначити ефективність теплоізоляції теплопроводу.

Вирішити завдання № 6.

Список рекомендованої літератури по темі.

1. ДБН В.2.5-39: 2008 Теплові мережі. Київ. Мінрегіонбуд України. 2009.- 56 с.
2. СП 61.13330.2012. Теплова ізоляція обладнання і трубопроводів. М.: Міністерство Регіонального розвитку Російської Федерації. -2012 43.
3. Копко В.М. Теплоізоляція трубопроводів тепломереж: Навчальний методичний посібник / В.М. Копко. - Мінськ: Технопрінт, 2002. -160 с.
4. Практичні розрахунки теплової ізоляції (для промислового обладнання та трубопроводів) / С.В. Хижняков. - М.: Енергія, 1976. 200 с.
5. Методичні рекомендації щодо визначення технічного стану систем тепlopостачання, гарячого водопостачання, холодного водопостачання та водовідведення. М.: Міністерство Регіонального розвитку Російської Федерації. -2012 70 с.
6. https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3697

7 . Б. М. Шойхет, Л. В. Ставрицька, Я. А. Ковилянски. Стаття Теплова ізоляція трубопроводів теплових мереж. Сучасні матеріали і технічні рішення.

10. Довідник будівельника. Теплова ізоляція. / Г.В. Кузнєцов. - М . Стройиздат, 1985. 421 с.

11.<http://www.penoglas.ru/articles/mify-i-legendy-o-ppu-penopoliuretan-narylyаемaya-teploizolyatsiya>.

12. Практичний посібник з вибору та розробки енергозберігаючих проектів /О.Л. Данилова, П.А. Костюченко. М .: Технопромстрой. 2006. 668 с.

Лекція № 7

Тема. Енергетичний аудит систем опалення

В самостійній роботі по цій темі необхідно показати ерудицію в наступних питаннях: методика збору вихідних при енергетичному аудиті, суть візуального огляду і технічне обстеження інженерних систем, типові заходи з енергозбереження, центральне і місцеве регулювання, особливості заблокованих теплових пунктів, термостатичні клапани, засоби контролю та обліку теплової енергії.

Контрольні питання по темі:

- назвіть основні заходи щодо підвищення енергетичної ефективності систем опалення;
- викладіть порядок обстеження систем опалення житлового будинку;
- викладіть суть гідравлічного балансування та автоматизації систем опалення.

Вирішити завдання № 10.

Список рекомендованої літератури по темі.

1. Практичний посібник з вибору і розробці енергозберігаючих проектів. Під загальною редакцією д.т.н. О.Л. Данилово, П.А. Костюченко М .: ЗАТ Технопромстрой. 2006. 668 с.
2. В.Н. Богословський, Г.М. Поз. Теплофизика апаратів утилізації тепла

систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Стройиздат. М .: 1983. 320 с.

3. Енергозбереження в бюджетній сфері. Довідковий посібник. А.І. Евіланов, В.М. Кулик, В.Я. Злобінскій. Екатеринбург, 1999 г.

4. Карпіс Е. Е. Енергозбереження в системах кондиціонування повітря. 2-е изд., М .: Стройиздат, 1986. 268 с.

Лекція № 8

Тема. Енергетичний аудит систем вентиляції та кондиціонування повітря

При виконанні самостійної роботи студенту необхідно опрацювати тему з наступних питань: послідовність обстеження систем ОВ та КВ, енергозберігаючі схеми і устаткування, способи утилізації теплоти, ефективність споживання енергії, ефективність систем вентиляції згідно санітарно-гігієнічних показників.

Контрольні питання по темі:

- які прилади необхідні аудитору при обстеженні систем вентиляції;
- як визначити енергетичну ефективність систем вентиляції громадянського будинку;
- назвіть основні заходи з енергозбереження в системах вентиляції.

Рекомендується вирішити завдання № 7 та 8.

Список рекомендованої літератури по темі.

1. ДБН В.2.5-18. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2018. 120 с.
2. <http://www.ivik.ua/press/publikatsii/5793/novye-evropeyskie-standarty-v-oblasti-ovk> / Нові європейські стандарти в області ОВК.
3. <http://climat.su/news/216.html> SFP - оцінюємо енергоефективність.

6. Опалення та вентиляція. Ч П. Вентиляція. / В.Н. Богословський. М.: 1978.- 492с.

4. Німич Г.В., Михайлов В.А., Бондар Є.С. Сучасні системи вентиляції та кондиціювання повітря. Навчальний посібник. «Видавничий будинок». 2003.- 630 с.

5. Практичний посібник з вибору та розробки енергозберігаючих проектів. Під загальною редакцією д.т.н. О.Л. Данилова, П.А. Костюченко М.: 2006. 668 с.

Лекція № 9

Тема. Основи економічного обґрунтування енергозберігаючих заходів

По цій темі необхідно висвітлити наступні питання: критерії інтересів інвестора, капітальні вкладення, експлуатаційні витрати і дисконтування, процентна ставка, чистий дисконтний дохід, індекс прибутковості, термін окупності капітальних вкладень.

Контрольні питання по темі:

- що розуміється під терміном «чистий дисконтний дохід»;
- що розуміється під капітальними і експлуатаційними витратами при розгляді енергозберігаючих заходів;
- від яких чинників залежить час окупності капітальних вкладень.

Рекомендується вирішити задачу № 12.

Список рекомендованої літератури по темі.

1. Косів В.В. Методичні рекомендації щодо оцінки ефективності інвестиційних проектів. / В.В. Косів В.В. , Лівшиць В.М., Шахназаров А.Г. М.: Економіка. 2000. 421 с.
2. Рожнова Г.Н. Фінансовий менеджмент. Уч. Центр ЕАОІ. 2008. 170 с.

Лекція № 10

Тема. Енергетична сертифікація цивільних будівель

При виконанні самостійної роботи по цій темі необхідно змістовну суть з конспекту лекцій і технічної літератури з наступних питань: питома енергопотреби; питома енергоспоживання; показник енергетичної ефективності; енергія, яка споживається підсистемою; первинна енергія; визначення викидів парникових газів; клас енергетичної ефективності будівлі.

Контрольні питання по темі:

- що включають в себе поняття потреба в теплі і споживання тепла;
- від яких чинників залежить енергетична ефективність підсистеми розподілу;
- що собою являє первинна енергія і як вона витрачається.

Рекомендується вирішити задачу № 13.

Список рекомендованої літератури по темі.

1. ЗАКОН УКРАЇНИ Про енергетичну ефективність будівель. (Відомості Верховної Ради) 2017, № 33, ст.359). <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2118-19> м. Київ 22.06.2017 № 2118, VIII.

2. КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ ЗА ТЕМАМИ ДИСЦИПЛІНИ

Задача №1. *Скільки електроенергії можна зекономити при освітленні сходових клітин будинку протягом року, якщо замінити лампи накаливання (ЛН) на світлодіодні лампи (ЛСД). Освітлення в сходовій клітці працює 10 годин на добу.*

Кількість поверхів і кількість під'їздів в розрахунковій будівлі студент визначає з таблиці 1 згідно останньої цифри залікової книжки.

Таб. 1. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової

книжки з 1 до 5

Потужність лампи накаливання (ЛН) 40 Вт.					
Кількість під'їздів	Кількість поверхів				
	7	10	15	20	25
1	1				
2		2	↑		
3		←	3		
4				4	
5					5

Таб.2. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10

Потужність лампи накаливання (ЛН) 60 Вт.					
Кількість під'їздів	Кількість поверхів				
	7	10	15	20	25
1	6				
2		7	↑		
3		←	8		
4				9	
5					10

Задача №2. Скільки електроенергії можна заощадити протягом року при освітленні приміщення площею "А", якщо замінити лампи накаливання (ЛН) на світлодіодні лампи (СД). Освітлення в приміщенні працює шість годинному на добу. Призначення розрахункового приміщення і його площа визначається по останній цифрі залікової книжки з таблиць 1 і 2.

Таб. 1. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 1 до 5

Площа А, м ²	Призначення приміщення				
	Креслярська	Кабінет	Зал конференцій	Житлова кімната	Гардеробна
50	1				
30		2	↑		
60		←	3		
25				4	
40					5

Таб. 2. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10

Площа А, м ²	Призначення приміщення				
	Дитяча кімната	Офіс	Архів	Ванна	Сходові клітка
20	6				
30		7	↑		
60		←	8		
10				9	
15					10

Примітка.

На допомогу студенту при вирішенні задач №1 і №2 рекомендується використовувати інформацію лекції № 9, а також додаток «А».

Задача №3. Використовуючи Інтернет-ресурс та матеріали лекції № 9, визначити річні витрати та обсяг спожитої води у Вашій квартирі. Обґрунтувати запропоновані Вами заходи щодо економії цих витрат. Рекомендовані бланки опитування з електро - водоспоживання квартири наведені нижче.

Таб.1. Середня потужність електропобутових приладів

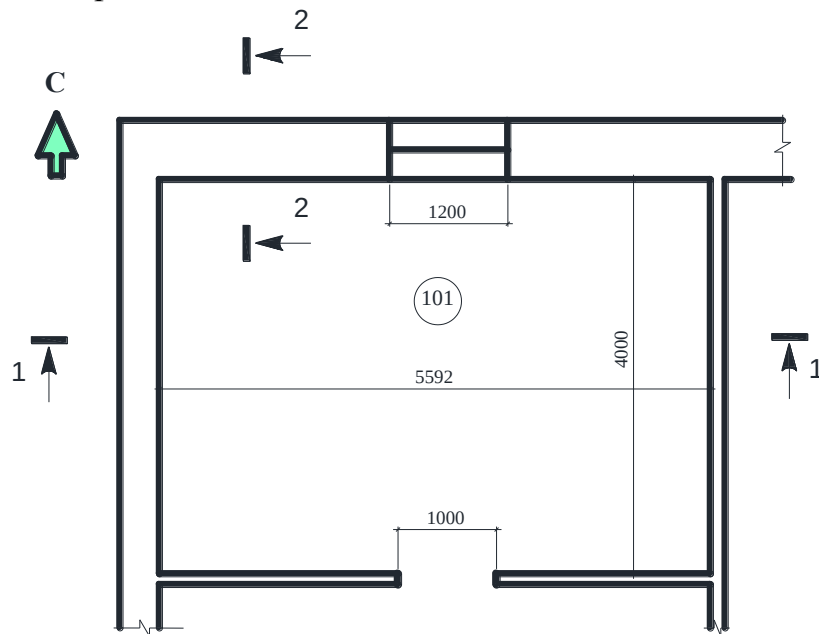
№ п/п	Споживач електроенергії	Потужність кВт.	Кількість шт.	Термін роботи, год/доб	Місячний витрата ел.енергії, кВт·год
1	Холодильник	1			
2	Морозильна камера	2			
3	Телевізор	0,08			
4	Пральна машина	1,5			
5	Електрочайник	1			
6	Комп'ютер	0,15			
7	Пилосос	0,8			
8	Праска	1			
9	Мікрохвильова піч	0,5			
10	Лампи накаливання	0,06			
11	Фен для волосся	0,1			

12	Кавоварка	0,3			
13	Ел. обігрівач	2			
14	Кондиціонер	2			

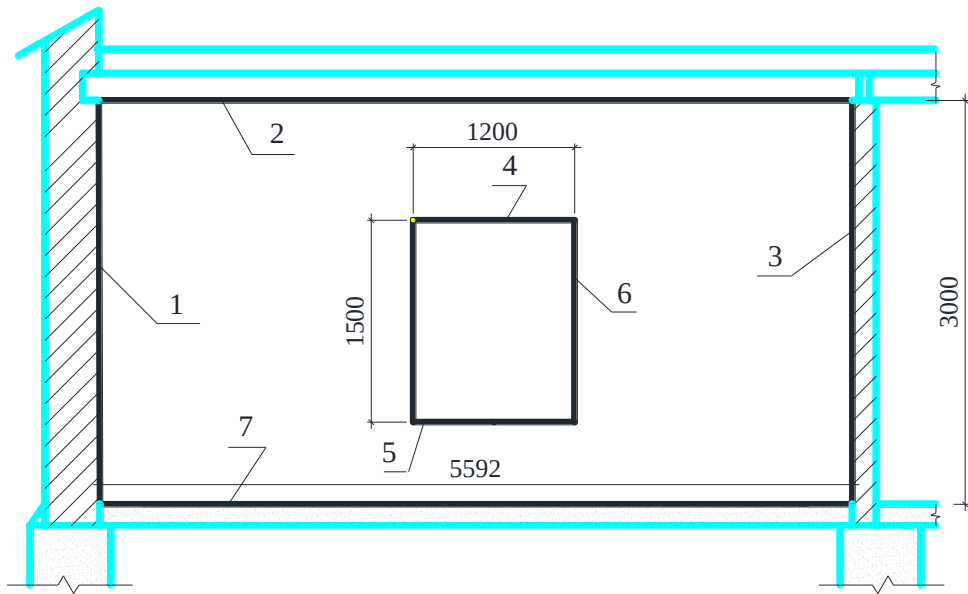
Таблиця 2. Середньогодинне споживання води сантехнічними приладами [7]

№ п/п	Споживач води	Витрата, л/ч.	Кількість, шт.	Час роботи, год/доб.	Місячний витрата, м ³
1	Мийка	8			
2	Душ	12			
3	Ванна	22			
4	Унітаз	1,25			
5	Раковина	10			
6	Посудомийна машина	58			
7	Пральна машина	50			

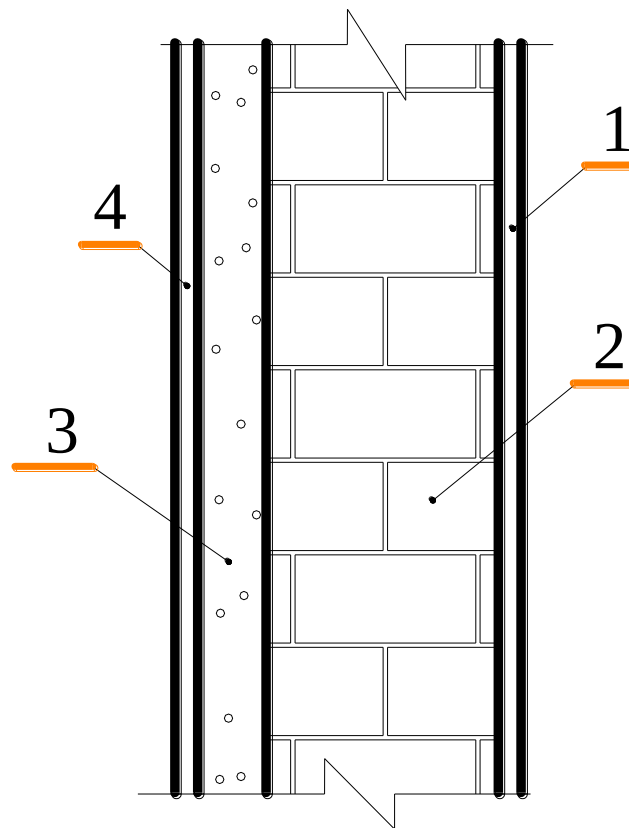
Задача №4. Задана конструкція зовнішньої стіни п'яти поверхової будівлі, яка розташована в першій температурній зоні (рис. 1 ÷ 3). Теплотехнічні характеристики матеріалів стіни представлені в таблиці 1. Використовуючи отриману інформацію лекції №2 та Інтернет-ресурс, визначити мінімально допустиму товщину її теплоізоляційного шару з урахуванням теплопровідних включень.



Ріс. 1. План розрахункового приміщення



Ріс. 2. Розріз 1-1 із зазначенням теплопровідних включень у вигляді кутів:
 1-Кут між двома зовнішніми стінами. 2 -Кут між стіною і перекриттям.
 3-Кут між стіною і перегородкою. 4 -Кут над вікном. 5 -Кут під вікном.
 6-Два кута з боків вікна. 7 -Кут між стіною і підлогою.



Ріс. 3. Конструкція зовнішньої стіни. Розріз 2-2

Таблиця 1. Теплотехнічні характеристики матеріалів стіни

№	Матеріал	δ ,	ρ ,	λ ,	$\sum \delta / \lambda$,
		м.	кг/м ³	Вт/м ² °С	м ² °С/м ²
1	Розчин из/п	0,02	1800		
2	Цегла глиняна	0,51	1800		
3					
4	Розчин ц/п.	0,03	1600		

$$\sum(\delta / \lambda) =$$

Примітка.

Матеріал теплоізоляції і його теплопровідність вибрати з методичних вказівок [5,14] або з додатку «Б» згідно останньої цифри залікової книжки. Рекомендується використовувати матеріал лекції № 2, а також джерело [4].

Задача №5. У представленому енергетичному паспорті будівлі за 2014 рік перевірити клас енергетичної ефективності будівлі, розташованої в першій температурній зоні. Основні показники зовнішньої оболонки будівлі наведено в таблиці 1. Кількість вікон «N» в будівлі та коефіцієнт інфільтрації «n» визначаються з таблиць 3 і 4 згідно останньої цифри залікової книжки. Значення термічних опорів зовнішніх огорожуючих конструкцій будівлі наведено в таблиці 2.

Таб. 1. Геометричні показники об'єкта

№	Показник	Позначення	Розрахункові показники
1	Загальна площа зовнішніх огорожень	$F_{\Sigma}, \text{м}^2$	2349
2	Стіни	$F_{\text{ст}}, \text{м}^2$	1118,4
3	Кількість вікон (площа одного вікна 3 м ²)	N, шт.	
4	Площа всіх вікон	$F_{\text{ок}}, \text{м}^2$	
5	Покриття	$F_{\text{пок}}, \text{м}^2$	436,2
6	Підлога на ґрунті	$F_{\text{пол}}, \text{м}^2$	436,2
7	Вхідні двері в сходовій клітці	$F_{\text{дв}}, \text{м}^2$	4,2

8	Площа опалювання	$F_{от}, м^2$	2181
9	Опалювальний об'єм	$V_h, м^3$	6543

Таб. 2. Значення зведеного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі, $(м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$

№	$R_{ст}$	$R_{ок}$	$R_{дв}$	$R_{пот}$	$R_{пол}$
1	3,0	0,38	0,39	5,2	2,15

Кількість вікон в будівлі «N» та коефіцієнт інфільтрації «n» визначаються згідно останньої цифри залікової книжки з таблиць 3 і 4.

Таб. 3. Вихідні дані згідно останньої цифри залікової книжки з 1 до 5

Кількість вікон, N	Кратність повітрообміну n, 1/год				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
50	1				
100		2			
150			3	↑	
200			←	4	
250					5

Таб. 4. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10

Кількість вікон, N	Кратність повітрообміну n, 1/год				
	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
50	6				
100		7			
150			8	↑	
200			←	9	
250					10

Примітка.

Рекомендується використовувати матеріали лекції № 3, додатку «В», а також джерело [6].

Задача №6. Скільки теплоти можна заощадити за опалювальний період, якщо теплоізолювати горизонтальний теплопровід, який виявився неізолюваний на відкритому повітрі.

Вихідні дані:

- Діаметр трубопроводу, $d = ???$ м.
- Товщина шару теплоізоляції, $\delta = 0,04$ м.
- Коефіцієнт тепловіддачі від поверхні теплоізоляційного шару і поверхні сталеві труби, $\alpha = 26$ Вт / (м · °С).
- Коефіцієнт теплопровідності теплоізоляції, $\lambda = 0,074$ Вт / (м · °С).
- Середня температура повітря за опалювальний період, $t_{on} = ???$ °С.
- Довжина траси, $l = 15$ м.
- Середня температура теплоносія $\tau = + 150$ °С.
- Тривалість опалювального періоду в годинах, $z = 3960$ год.

Діаметр трубопроводу d та середню температуру повітря за опалювальний період t_{on} визначаються згідно таблиць 1 і 2 відповідно до останньої цифри залікової книжки.

Таб. 1. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 1 до 5

Діаметр труб d , мм.	Середня температура повітря t_{on} , °С				
	+7	+5	0.0	-3.0	-5.0
108	1				
159		2	↑		
219		←	3		
273				4	
325					5

Таб. 2. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10

Діаметр труб d , мм.	Середня температура повітря t_{on} , °С				
	+7	+4	+1.	-2.	-10.
57	6				
89		7	↑		
133		←	8		
377				9	
476					10

Примітка.

Рекомендується використовувати інформацію лекцій №6, допоміжну літературу [8-11], а також додаток «Г».

Задача №7. Скільки теплоти можна заощадити за опалювальний період, якщо встановити в системі припливно-витяжної вентиляції рекуператор типу GS (додаток «Д»). Продуктивність витяжної і припливної вентиляційних установок по $L \text{ м}^3 / \text{год}$ для кожної. Середня температура повітря за опалювальний період $t_{\text{оп}} = + 1 \text{ }^\circ\text{C}$; температура повітря, яке видаляється з приміщення $t_{\text{yx}} = + ??? \text{ }^\circ\text{C}$; Термін роботи установки в добу $z = 8$ годин. Тривалість опалювального періоду 165 діб. Продуктивність установки за витратами повітря L та температура повітря, яке видаляється з приміщення t_{yx} визначаються згідно таблиць 1 і 2 відповідно до останньої цифри залікової книжки

Таб. 1. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 1 до 5 (сухий теплообмін)

$L, \text{ м}^3/\text{год.}$	Температура повітря $t_{\text{yx}}, \text{ }^\circ\text{C}$				
	32	29	26	23	20
100	1				
200		2	↑		
400		←	3		
600				4	
800					5

Таб. 2. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10 (теплообмін з конденсацією вологи)

$L, \text{ м}^3/\text{год}$	Температура повітря $t_{\text{yx}}, \text{ }^\circ\text{C}$				
	35	30	25	20	17
1000	6				
1200		7	↑		
1400		←	8		
1600				9	
500					10

Примітка. Рекомендується використовувати матеріал лекції № 8, допоміжну літературу [11-13], а також додаток «Д».

Задача №8. Визначити економію теплоти за місячний термін експлуатації системи вентиляції при використанні схеми з частковою рециркуляцією повітря. Атмосферний тиск $P_{at} = 101325$ Па, продуктивність витяжної і припливної вентиляційних установок по $G = 10$ Кз/с кожної, ступінь рециркуляції «а» = 0.2. Середня температура та відносна вологість зовнішнього повітря в розрахунковий період t_n, φ_n ; які вибирають згідно останньої цифри залікової книжки з таблиці 1. Температура та відносна вологість повітря, яке видаляється з приміщення t_{yx}, φ_{yx} ; вибирають з таблиці 2. Термін роботи установки $z = 240$ годин.

Таб. 1. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 1 до 5 ($t_b = 25$ °C, $\varphi_b = 65\%$)

$t_n, ^\circ\text{C}.$	$\varphi_n, \%$				
	20	30	40	50	60
-20	1				
-15		2	↑		
-10		←	3		
-5				4	
0					5

Таб. 2. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10 ($t_b = -15$ °C, $\varphi_b = 30\%$)

$t_{yx}, ^\circ\text{C}.$	$\varphi_{yx}, \%$				
	70	65	60	55	45
30	6				
25		7	↑		
20		←	8		
18				9	
13					10

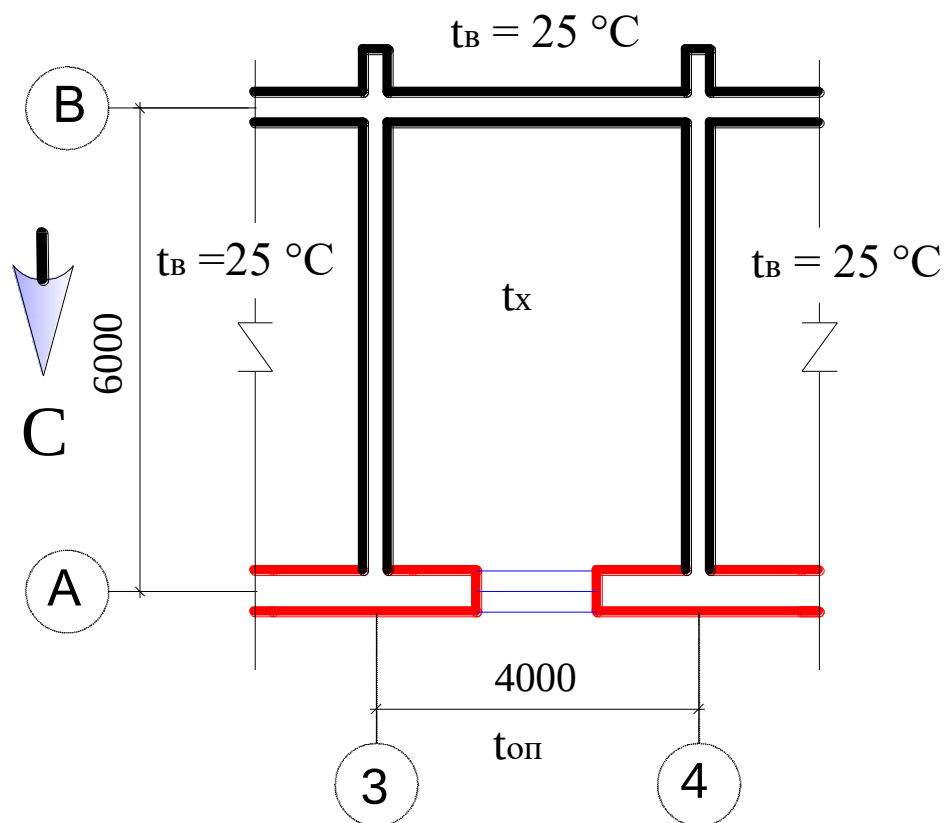
Примітка.

Рекомендується використовувати матеріал лекції № 8, допоміжну літературу [13].

Задача №9. Мешканці однієї квартири, яка знаходиться на середньому поверсі будинку, відключена від системи центрального опалення. Потрібно розрахувати, скільки теплової енергії може «паразитуватися» цією квартирою за опалювальний період. Вихідні дані:

- Тривалість опалювального періоду, $Z = 165$ діб.
- Температура повітря в сусідніх приміщеннях, $t_b = ???$ °C.
- Коефіцієнт теплопередачі перегородкових стін, $K_{пер} = 1,3$ Вт / (м² °C).
- Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін, $K_{ст} = ???$ Вт / (м² °C).
- Коефіцієнт теплопередачі вікна, $K_{ок} = 0,75$ Вт / (м² °C).
- Площа вікна, $F_{ок} = 1,98$ м².
- Коефіцієнт теплопередачі дверей, $K_{дв} = 2,97$ Вт / (м² °C).
- Площа дверей, $F_{дв} = 2,52$ м².
- Середня температура за опалювальний період, $t_{оп} = ???$
- Висота приміщення, $h = 3$ м

Розміри розрахункового приміщення наведені на рисунки 1.



Ріс. 1. План розрахункового приміщення

Середня температура за опалювальний період, $t_{оп}$, температура повітря в сусідніх приміщеннях, t_b та коефіцієнт теплопередачі через зовнішні стіни, $K_{ст}$ студент визначаються з таблиць 1 і 2 відповідно до останньої цифри залікової книжки.

Таб. 1. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 1 до 5 ($t_b = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

$t_{оп},\text{ }^{\circ}\text{C}.$	$K_{ст}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$				
	0,15	0,20	0,25	0,3	0,4
-3	1				
-2		2	↑		
-1		←	3		
-0				4	
+1					5

Таб. 2. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10 ($t_b = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)

$t_{оп},\text{ }^{\circ}\text{C}.$	$K_{ст}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$				
	0,15	0,20	0,25	0,3	0,4
-3	6				
-2		7	↑		
-1		←	8		
-0				9	
+1					10

Примітка.

При вирішенні завдання рекомендується використовувати інформацію з лекції № 7 та допоміжну літературу [6,14].

Задача №10 Визначити ефективність обігріву кімнати $\eta_{от}$ системою водяного опалення для наступних вихідних даних:

- Температура води на вході в опалювальний прилад, $t_{вх} = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Температура води на виході з опалювального приладу, $T_{вих} = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Температура повітря в приміщенні, $t_e = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Температура холодної п'ятиденки, $t_n = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Температура зовнішнього повітря на час виміру t_x .

Втрати теплоти приміщенням Q_{mn} та витрата теплоносія G вибираються з таблиць 1 і 2 відповідно до останньої цифри залікової книжки.

Таб. 1. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 1 до 5 ($t_x = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$)

$Q_{\text{тп}}, \text{Вт}$	$G, \text{Кг/с}$				
	0,02	0,05	0,10	0,15	0,2
500	1				
700		2	↑		
1000		←	3		
1500				4	
2000					5

Таб. 2. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10 ($t_x = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$)

$Q_{\text{тп}}, \text{Вт}$	$G, \text{Кг/с}$				
	0,02	0,05	0,10	0,15	0,2
1500	6				
1700		7	↑		
2500		←	8		
3000				9	
4000					10

Примітка.

Рекомендується використовувати матеріали лекції № 7 та допоміжну літературу [15-17].

Задача №11. Визначити клас енергетичної ефективності вентилятора згідно Європейських норм [18]. Вихідні дані: Потужність вентилятора $P_{\text{ел}}$ та його продуктивність L вибираються студентом з таблиць 1 і 2 відповідно до останньої цифри залікової книжки.

Таб. 1. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 1 до 5

$P_{\text{эл}}, \text{Вт}$	$L, \text{м}^3/\text{с}$				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
300	1				
500		2	↑		
1200		←	3		
1500				4	
2000					5

Таб. 2. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10

$P_{\text{эл}}, \text{Вт.}$	$L, \text{м}^3/\text{с.}$				
	0,6	0,8	1	1,5	2
1000	6				
1500		7	↑		
2000		←	8		
2500				9	
3500					10

Примітка.

Рекомендується використовувати інформацію лекції № 8, допоміжну літературу [18,19], а також додаток «Д».

Задача №12. Визначити термін окупності заходів з термомодернізації оболонки будівлі «Т_{см}» та чистий дисконтований дохід «ЧДД» інвестора за наступних вихідних даних: капітальні вкладення в проект «К» гривень, вартість зекономленої теплової енергії «Д», термін експлуатації системи після утеплення 15 років. Значення капітальних вкладень та вартість зекономленої теплової енергії вибираються студентом з таблиць 1 і 2 відповідно до останньої цифри залікової книжки.

Таб. 1. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 1 до 5. Процентна ставка «Е» = 10%

К, тисяч грн.	Д, тисяч. грн.				
	10	40	50	100	200
100	1				
200		2	↑		
300		←	3		
400				4	
500					5

Таб. 2. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10. Процентна ставка «Е» = 14%

К, тисяч грн.	Д, тисяч. грн.				
	70	100	55	70	125
600	6				
700		7	↑		
800		←	8		
900				9	
1000					10

Примітка.

Рекомендується використовувати матеріали лекції № 10, допоміжну літературу [20,21], а також дані додатку «Ж».

Задача №13. Визначити клас енергетичної ефективності житлового будинку споруди будівництва після 2018 року. Будівля висотою більше 4 поверхів з площею опалювання A_f та річним енергоспоживанням на опалення $Q_{H, use}$. В будівлі відсутні системи охолодження і гарячого водопостачання. Значення A_f і $Q_{H, use}$ вибираються згідно таблиць 1 і 2 відповідно до останньої цифри залікової книжки.

Таб. 1. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 1 до 5.

$Q_{H, use}$, ТИСЯЧ кВт · ч.	A_f , ТИСЯЧ м ² .				
	2	3	4	5	6
160	1				
120		2	↑		
250		←	3		
550				4	
1000					5

Таб. 2. Вихідні дані до розрахунку згідно останньої цифри залікової книжки з 6 до 10.

$Q_{H, use}$, ТИСЯЧ грн.	A_f , ТИСЯЧ. грн.				
	7	9	10	15	25
500	6				
600		7	↑		
850		←	8		
2200				9	
750					10

Примітка.

Рекомендується використовувати матеріали лекцій №3 і №11, допоміжну літературу [22,23], а також дані додатку «З».

3. ДОДАТКИ ДО ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ

Додаток «А» (до завдань № 1 та № 2)

Таб. А.1. Нормативна освітленість [3]

Тип офісних приміщень	Норма освітленості, Лк	Типи житлових приміщень	Норма освітленості, Лк
Офіс з комп'ютерами	300	Житлова кімната, кухня	150
Офіс креслярських робіт	500	Дитяча кімната	200
Зал для конференцій	200	Ванна, санвузол	50
Сходова клітка	50-100	Вбиральня	75
Хол, коридор	50-75	Кабінет, бібліотека	300
Архів	75	Сходи	20
Підсобні приміщення	50	Сауна, басейн	100

Таб. А.2. Технічні характеристики електричних ламп освітлення [4]

Лампа накаливання, потужність в Вт.	Люмінесцентна лампа, потужність в Вт.	Світлодіодний лампа, потужність в Вт.	Світловий потік, Лм.
20	5-7	2-3	Близько 250
40	10-13	4-5	Близько 400
60	15-16	8-10	Близько 700
75	18-20	10-12	Близько 900
100	25-30	12-15	Близько 1200
150	40-50	18-20	Близько 1800
200	60-80	25-30	Близько 2500

Додаток «Б» (до задачі № 4)

Таб. Б.1. Вихідні дані теплоізоляційного шару стіни [5]

№	Найменування матеріалу	Щільність, ρ , кг/м ³	Теплопровідність, λ , Вт/м ² °C
1	Мін. вата	125	0,07
2	Мін. вата	75	0,064
3	Мін. вата	50	0,06
4	Пінополіуретан	80	0,05
5	Пінополіуретан	60	0,041
6	Пінополіуретан	40	0,040
7	Пінополістирол	150	0,060
8	Пінополістирол	100	0,052
9	Пінополістирол	40	0,050
0	Плита скловолокно	50	0,064

Додаток «В» (до задачі № 5)

Таб. В.1. Класифікація будівель за енергетичною ефективністю [6]

Класи енергетичної ефективності будинку за питомою енергопотребою	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомої енергопотребі EP від максимально допустимого значення EP_{max} , $[(EP - EP_{vax})/EP_{max}] \cdot 100\%$
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

Додаток «Г» (до задачі № 6)

Таб. Г.1. Значення коефіцієнтів тепловіддачі α , Вт / (м² · °C) [10]

Ізольований об'єкт	У закритому приміщенні		На відкритому повітрі при швидкості вітру ³ , м / с		
	Покриття з низьким коефіцієнтом випромінювання ¹	Покриття з високим коефіцієнтом випромінювання ²	5	10	15
Горизонтальні трубопроводи	7	10	20	26	35
Вертикальні трубопроводи	8	12	26	35	52

Примітки

1. До них відносяться покриття з оцинкованої сталі, листів алюмінієвих сплавів і алюмінію з оксидною плівкою.
2. До них відносяться штукатурки, азбестоцементні покриття, склопластики, різні забарвлення (крім фарби з алюмінієвою пудрою).
3. При відсутності відомостей про швидкість вітру приймають значення, відповідні швидкості 10 м / с.

Таб. Г.2. Норми щільності теплового потоку для ізольованих трубопроводів при розташуванні на відкритому повітрі (в редакції першоджерела [10])

Условный проход трубопро- вода, мм	Температура теплоносителя, °C												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Плотность теплового потока, Вт/м												
15	4	10	18	28	38	49	61	74	87	102	117	133	150
20	5	11	21	31	42	54	67	81	96	112	128	146	164
25	5	12	23	34	46	59	73	88	104	120	138	157	176
40	6	14	26	39	52	67	82	99	116	135	154	174	196
50	7	16	29	43	57	73	90	107	126	146	167	189	212
65	8	18	33	48	65	82	100	120	141	162	185	209	234
80	9	20	36	52	69	88	107	128	150	172	197	222	248
100	10	22	39	57	76	96	116	139	162	187	212	239	267
125	12	25	44	63	84	113	137	162	189	216	245	276	307
150	13	27	48	70	92	123	149	176	205	235	266	298	332
200	16	34	59	83	109	146	176	207	240	274	310	347	385
250	19	39	67	95	124	166	199	234	270	307	346	387	429
300	22	44	76	106	138	184	220	258	297	338	380	424	469
350	27	54	92	128	164	202	241	282	324	368	413	460	508
400	30	60	100	139	178	219	260	304	349	395	443	493	544
450	33	65	109	150	192	235	280	326	373	422	473	526	580
500	36	71	118	162	207	253	300	349	399	451	505	561	618
600	42	82	135	185	235	285	338	391	447	504	563	624	686
700	47	91	150	204	259	314	371	429	489	551	614	679	746
800	53	102	166	226	286	346	407	470	535	602	670	740	812
900	59	112	183	248	312	377	443	511	581	652	725	800	877
1000	64	123	199	269	339	408	479	552	626	702	780	860	941

Таб. Г.3. Деякі розрахункові технічні характеристики теплоізоляційних матеріалів і виробів (в редакції першоджерела [10])

Маты прошивные из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем	50	0,04+0,0002 tm	0,037-0,03	От минус 60 до 300	Негорючие
Маты и вата из супертонкого стеклянного волокна без связующего	70	0,033+0,00014 tm	0,032-0,024	От минус 180 до 400	То же
Теплоизоляционные изделия из пеностекла	130	0,05+0,0002 tm	0,05-0,038	От минус 150 до 350	"
Армопенобетон	200-300	0,055+0,0002 tm	0,055	От минус 60 до 300	"
Песок перлитовый, вспученный, мелкий	110	0,052+0,00012 tm	0,051-0,038	От минус 180 до 875	"
	150	0,055+0,00012 tm	0,054-0,04		
	225	0,058+0,00012 tm	0,057-0,042		
Теплоизоляционные изделия из пенополистирола	30	0,033+0,00018 tm	0,032-0,024	От минус 180 до 70	Г3-Г4
	50	0,036+0,00018 tm	0,035-0,026		
	100	0,041+0,00018 tm	0,04-0,03		
Теплоизоляционные изделия из пенополиуретана	40	0,030+0,00015 tm	0,029-0,024	От минус 180 до 130	Г2-Г4
	50	0,032+0,00015 tm	0,031-0,025		
	70	0,037+0,00015 tm	0,036-0,027		
Пенополимерминерал	200-250	0,047+0,0002 tm	0,047	От минус 60 до 150	Г1
Теплоизоляционные изделия из вспененного каучука	60-80	0,034+0,0002 tm	0,033	От минус 60 до 125	Г1-Г3
Теплоизоляционные изделия из пенополиэтилена	50	0,035+0,00018 tm	0,033	От минус 70 до 70	Г3-Г4

Примітки

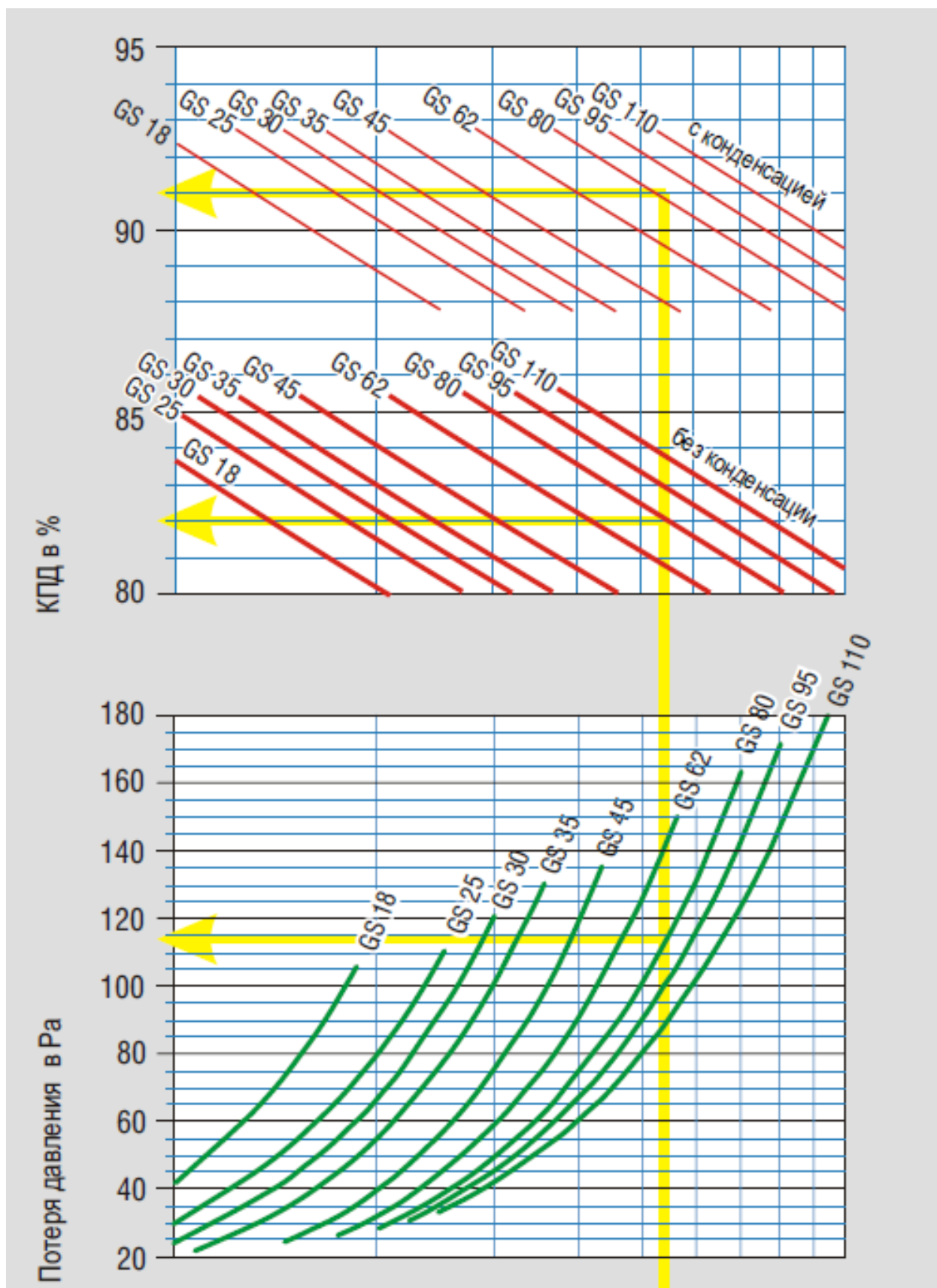
1. Середня температура теплоізоляційного шару, °С:

$t_m = (t_b + 40) / 2$ - на відкритому повітрі з літній час, в приміщенні, каналах, тунелях, технічних подпольях, на горищах і в підвалах будівель;

$t_m = t_b / 2$ - на відкритому повітрі в зимовий час, де t_b - температура середовища всередині ізолюють ся трубопроводу;

2. Більше значення розрахункової теплопровідності теплоізоляційного матеріалу в конструкції для поверхонь з температурою 19 °С і нижче відносяться до температурі ізованих поверхонь від мінус 60 °С до 19 °С, менше - до температури мінус 61 °С і нижче.

Додаток «Д» (до завдань №7 і №11)



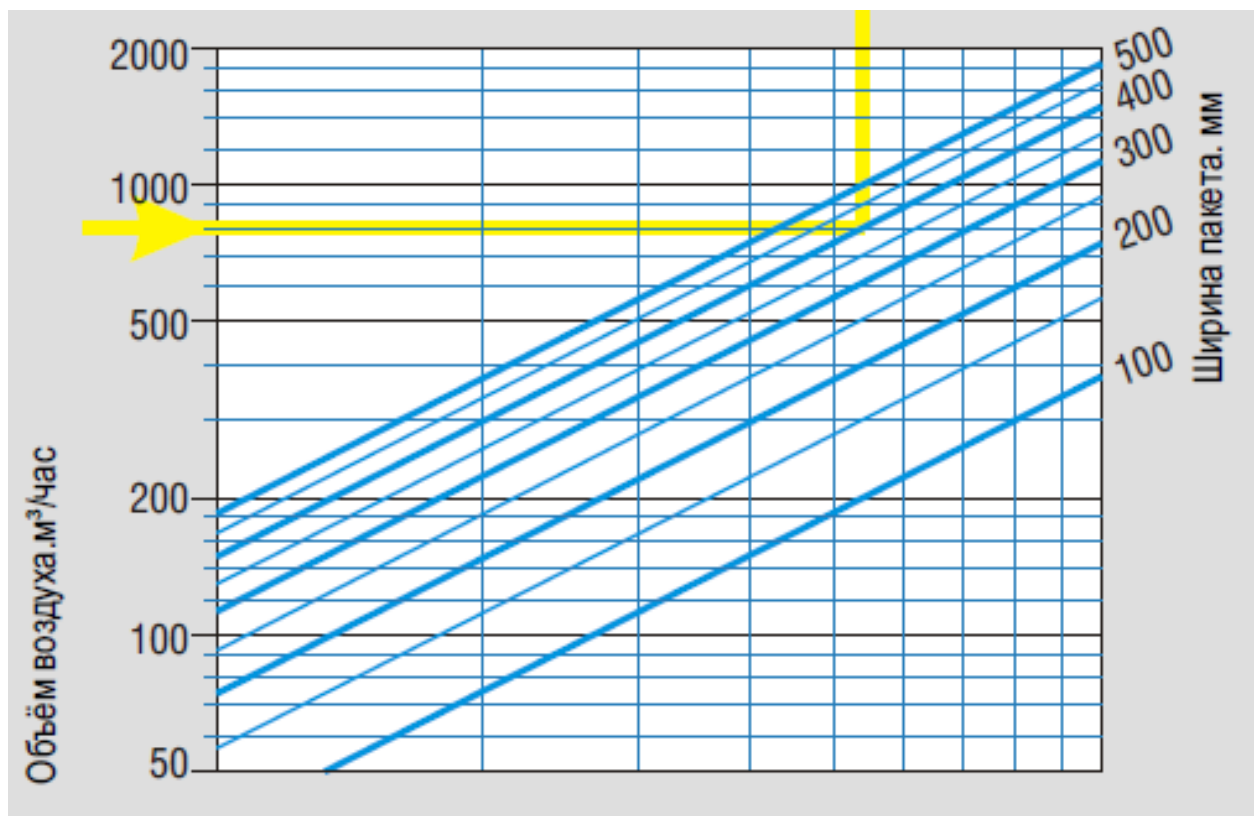


Рис. Д.1. Технічні характеристики пластинчастих протиточних теплообмінників типу GS фірми «Klingenburg» (до задачі №7) [12]

Таб. Д.1. Класифікація вентиляторів в залежності від їх питомої потужності (до задачі №11) [18]

Позначення класу вентилятора	Значення питомої потужності P_{SFP} , Вт·с/м ³
SFP 1	< 500
SFP 2	500-700
SFP 3	750-1250
SFP 4	1250-2000
SFP 5	> 2000

Додаток «Ж» (до задачі № 12)

Таб. Ж.1. Дисконтируючий множник для анuitету [20]

Рік, k	Процентна ставка, r													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0,990	0,980	0,971	0,962	0,952	0,943	0,935	0,926	0,917	0,909	0,901	0,893	0,885	0,877
2	1,970	1,942	1,913	1,886	1,859	1,833	1,808	1,783	1,759	1,736	1,713	1,690	1,668	1,647
3	2,941	2,884	2,829	2,775	2,723	2,673	2,624	2,577	2,531	2,487	2,444	2,402	2,361	2,322
4	3,902	3,808	3,717	3,360	3,546	3,465	3,387	3,312	3,240	3,170	3,102	3,037	2,975	2,914
5	4,853	4,713	4,580	4,452	4,329	4,212	4,100	3,993	3,890	3,791	3,696	3,605	3,517	3,433
6	5,795	5,601	5,417	5,242	5,076	4,917	4,767	4,623	4,486	4,355	4,231	4,111	3,998	3,889
7	6,728	6,472	6,230	6,002	5,786	5,582	5,389	5,206	5,033	4,868	4,712	4,564	4,423	4,288
8	7,652	7,325	7,020	6,733	6,463	6,210	5,971	5,747	5,535	5,335	5,146	4,968	4,799	4,639
9	8,566	8,162	7,786	7,435	7,108	6,802	6,515	6,247	5,995	5,759	5,537	5,328	5,132	4,946
10	9,471	8,983	8,530	8,111	7,722	7,360	7,024	6,710	6,418	6,145	5,889	5,650	5,426	5,216
11	10,368	9,787	9,253	8,760	8,306	7,887	7,499	7,139	6,805	6,495	6,207	5,938	5,687	5,453
12	11,255	10,575	9,954	9,385	8,863	8,384	7,943	7,536	7,161	6,814	6,492	6,191	5,918	5,660
13	12,134	11,348	10,635	9,986	9,394	8,853	8,358	7,904	7,487	7,103	6,750	6,424	6,122	5,842
14	13,004	12,106	11,296	10,56	9,899	9,295	8,745	8,244	7,786	7,367	6,982	6,628	6,303	6,002
15	13,865	12,849	11,938	11,11	10,38	9,712	9,108	8,559	8,061	7,606	7,191	6,811	6,462	6,142
16	14,718	13,578	12,561	11,65	10,83	10,10	9,447	8,851	8,313	7,824	7,379	6,974	6,604	6,265
17	15,562	14,292	13,166	12,16	11,27	10,47	9,763	9,122	8,544	8,022	7,549	7,120	6,729	6,373
18	16,398	14,992	13,754	12,65	11,69	10,82	10,05	9,372	8,756	8,201	7,702	7,250	6,840	6,467

Додаток «З» (до задачі № 13)

Таб. 3.1. Класифікація житлових будинків по енергоспоживанню [22]

Кількість поверхів	Значення загальних показів питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні і постачанні гарячої води (EP), кВт · год / м ² [кВт · год / м ³], для класу енергетичної ефективності житлових будівель.						
	A	B	C	D	E	F	G
1 – 3	<66	<119	<132	<165	<198	<231	> 231
4 и более	<44	<79	<87	<109	<131	<153	> 153

СПИСОК ДОДАТКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні рекомендації для студентів щодо виконання позааудиторної самостійної роботи / Г.В Козявкіна. М.: 2014 року – 54 с.
2. Методичний посібник. Організація позааудиторної самостійної роботи студентів. / М.А. Ізмайлова. М.: Торгова корпорація «Дашков і Ко». Рік випуску 2008 – 63 с.
3. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. Київ. Мінрегіон України. 2018 – 133 с.
4. <https://samelectrik.ru/kakoj-dolzha-byt-osveshennost-v-kvartire-i-dome.html>.
5. Шевченко Л.Ф. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Енергозбереження в будівлях» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації ТГП і В. ОДАБА. 2016 – 41 с.
6. ДБН В.2.6-31: 2016 Теплова ізоляція будівель. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2017 – 30 с.
7. ДБН В.2.5-64: 2012. Внутрішній водопровід та каналізація. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2013 – 105 с.
8. Копко В.М. Теплоізоляція трубопроводів тепломереж. Мінськ. УП Технопрінт. 2002 – 160 с.
9. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. Київ. Мінрегіонбуд України. 2009. 56 с.
10. СП 61.13330.2012 Теплова ізоляція обладнання і трубопроводів. М.: Мін. Регіонального розвитку РФ. 2012 – 43 с.
11. Комина, Г. П., Яковлев, В. А. Энергозбереження та економія енергоресурсів в системах ТГС: Навчальний посібник з виконання курсової роботи для студентів спеціальності 270109 – теплогазопостачання та вентиляція / Г. П. Комина, В. А. Яковлев; СПб державний архітектурно-будівельний університет. – СПб, 2009. – 133 с.
12. http://www.klingenburg.com.ru/pdf/PWT_K01R.pdf Рекуперація тепла пластинчастими теплообмінниками фірми Klingenburg.
13. Практичний посібник з вибору і розробці енергозберігаючих проектів. Під загальною редакцією д.т.н. О.Л. Данилово, П.А. Костюченко М.: 2006 – 668 с.
14. Шевченко Л.Ф. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Будівельна теплофізика» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації ТГП і В. ОДАБА. 2011 – 46с.

15. Рекомендації щодо застосування сталевих панельних компактних і вентильних радіаторів фірми «Kermi Therm X2». М.: НІСантехнікі. 2013 – 63 с.
16. Довідник проектувальника. Внутрішні санітарно-технічні пристрої. Ч1. Опалення. М.: Стройіздат- 343 с.
17. Сайт [www. Eksis.ru/katalog-produktsii/](http://www.Eksis.ru/katalog-produktsii/).
18. EN 13779: 2005 Вентиляція в нежитлових будівлях. М.: Стандартиформ. Рік випуску 2008 – 58 с.
19. ДБН В.2.5-67 діє до: 2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ. Мінрегіон України. 2013 – 141 с.
20. Практичний посібник з вибору і розробці енергозберігаючих проектів. За заг. Ред. О.Л. Данилова, П.Л. Костюченко та ін. М.: Технопроект. 2006 – 668 с.
21. Ерёмкин А.І., Корольова Т.І., та ін. Економіка енергозбереження в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Навчальний посібник. М.: Асоціація будівельних вузів. 2008 – 185 с.
22. Наказ № 169 Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Від 11.07.2018. Про погодження матеріалів Методики визначення енергетичної ефективності будівель. 2018 –К.: 31 с.
23. ДСТУ Б А.2.2-12: 2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та Гаряча водопостачанні. Київ. Мінрегіон України. 2015 – 140 с.
24. ДСТУ Б EN 15251: 2011 Розрахункові Параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики. Київ. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2012 – 78 с.
25. ДСТУ Б В.2.5-44: 2010 Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами. Київ. Мінрегіонбуд України. 2010 – 57 с.
26. www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5089 Дик ван Дейк. Европейские стандарты энергоэффективности зданий. 2011-7 с.
27. Андреевский А.К. Опалення. Курс лекцій. Мінськ. Вища школа. 1982 - 368 с.