

Міністерство освіти і науки України Національний університет
водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра міського будівництва та господарства

03-04-087М

Методичні вказівки

до практичних занять та виконання курсового проекту
з навчальної дисципліни

«Реконструкція міської забудови з курсовими проектами»

(Модуль 1) для здобувачів вищої освіти другого

(магістерського) рівня за освітньою програмою «Міське
будівництво та господарство» спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія» усіх форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
Навчально-наукового інституту
будівництва та архітектури
Протокол № 1 від 29.08.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до практичних занять та курсового проекту з навчальної дисципліни «Реконструкція міської забудови з курсовими проектами» (Модуль 1) для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньою програмою «Міське будівництво та господарство» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання. [Електронне видання] / Гомон Св. Св., Піліпака Л. М. – Рівне : НУВГП, 2023. – 15 с.

Укладачі: Гомон Св. Св., доктор техн. наук, професор кафедри міського будівництва та господарства;
Піліпака Л. М., канд. техн. наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства

Відповідальний за випуск: Ткачук О. А., доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри міського будівництва та господарства

Керівник ОПП

Ткачук О. А.

© Св.Св. Гомон,
Л. М. Піліпака, 2023
© НУВГП, 2023

ЗМІСТ

Передмова	4
1. Оцінка технічного стану будівель і споруд	5
2. Вихідні дані	6
3. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій	6
4. Оцінка значення температури внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій	8
5. Оцінка показників теплостійкості	8
6. Оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій	9
7. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій	9
8. Визначення енергетичних показників будівлі	9
9. Визначення класу енергетичної ефективності будівлі	11
10. Енергетичний паспорт	12
Додаток	12
Список використаної літератури	15

Передмова

Вивчення навчальної дисципліни «Реконструкція міської забудови з курсовими проектами» проводиться для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньої програми «Міське будівництво та господарство» другого (магістерського) рівня вищої освіти. Згідно навчального плану дана дисципліна вивчається у двох семестрах, має два модулі та чотири змістовні модулі.

В першому семестрі студенти повинні ознайомитися та вивчити питання пов'язані з фізичним та моральним зношенням будівель і споруд, а також підвищенням енергоефективності існуючих житлових та громадських будівель в процесі їх реконструкції. А також приведення існуючих будівель до діючих нормативних документів.

Дані методичні вказівки ознайомлять здобувачів з оцінкою технічного стану будівель і споруд; визначення фізичного зношення окремих елементів та конструкцій, інженерно –технічного обладнання, а також будівель і споруд в цілому; визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій; оцінки значення температури внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, показників теплостійкості, повітропроникності огорожувальних конструкцій, вологісного режиму огорожувальних конструкцій; визначення енергетичних показників та класу енергетичної ефективності будівлі; розробки енергетичного паспорта будівель при реконструкції та порядком і особливостями його розрахунку. Також дозволять вивчити особливості проектування та розрахунку утеплення огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель при їх реконструкції.

Запропоновані методичні вказівки з навчальної дисципліни «Реконструкція міської забудови з курсовими проектами» спрямовані до вивчення практичних занять та виконання курсового проекту в першому семестрі.

1. Оцінка технічного стану будівель і споруд

Оцінка технічного стану будівель і споруд здійснюється згідно чинних нормативних документів [8]. Щоб оцінити технічний стан тої чи іншої будівлі чи споруди, необхідно проводити обстеження всіх несучих елементів та конструкцій, а також інженерних комунікацій, інженерно-технічними працівниками, які мають відповідний сертифікат на такий вид діяльності [9-11]. Спочатку проводиться візуальне, а за потреби і інструментальне обстеження.

Після проведеного обстеження розраховується фізичне зношення спочатку окремих елементів, а в подальшому будинку чи споруди в цілому.

Під фізичним зношенням розуміють поступову втрату матеріалами і конструкціями, з яких зведена будівля, початкових властивостей, що призводить до погіршення її експлуатаційних характеристик та зниження вартості. Фізичне зношення Z_{ϕ} будівлі чи споруди визначається як середнє арифметичне зношення окремих, не менше дев'яти, основних конструктивних елементів: фундаментів, стін, перекриттів, даху і покрівлі, підлоги, вікон і дверей, лицевань і оздоблень, внутрішніх санітарно-технічних устаткувань і електромонтажних пристроїв та інших елементів (сходів, балконів і т.п.), а за потреби інших параметрів.

Рівень фізичного зношення конструктивних елементів (конструкцій) $Z_{i\phi}$ або інженерно-технічного устаткування визначається як середньозважене значення зношення окремих їх ділянок з врахуванням питомого значення цих ділянок в загальному об'ємі конструкції.

Рівень фізичного зношення визначається як середньоарифметичне значення зношення окремих конструктивних елементів, залежно від їх питомого значення у загальній відновлюваній вартості будівлі:

$$Z_{\phi} = \sum_{i=1}^n (Z_{\phi i} \cdot d_i) / 100\%$$

де $Z_{\phi i}$ – фізичне зношення окремих конструктивних елементів (конструкцій), або інженерно-технічного обладнання, визначене в процесі обстеження їх фактичного стану;

d_i – питоме значення вартості конструктивного елементу (конструкції), або устаткування у загальній відновлюваній вартості

будівлі.

Після проведених необхідних розрахунків оцінюється рівень фізичного зношення елементів, конструкцій, інженерного устаткування та будинку чи споруди в цілому за табл.1.

Таблиця 1

Оцінка технічного стану елементів (конструкцій) чи інженерного устаткування будівель та споруд

№ з/п	Фізичний стан конструкцій чи інженерного устаткування	Рівень зношення чи спрацювання, %
1	Добрий	0 - 10
2	Цілком задовільний	11 - 20
3	Задовільний	21 - 30
4	Мало задовільний	31 - 40
5	Незадовільний	41 - 60
6	Старі	61 - 80
7	Непридатний	81 - 100

2. Вихідні дані

В даному пункті наводяться наступні вихідні дані:

- місто (село, селище), де буде проводитися реконструкція того чи іншого існуючого об'єкту;
- площа земельної ділянки, де буде проводитися реконструкція даного об'єкту;
- їх конструктивне та об'ємно-планувальне рішення;
- роза вітрів;
- загальна характеристика існуючих інженерних мереж;
- розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри [1,2].

3. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначають за наступною умовою

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}, \quad (1)$$

де $R_{\Sigma_{np}}$ - приведений опір теплопередачі, $\frac{(m^2 \cdot K)}{Вт}$, що розраховується за формулами (2) та (3);

$R_{q_{min}}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі, $\frac{(m^2 \cdot K)}{Вт}$, визначають згідно [1].

Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій встановлюється згідно з [3].

Величини розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів, що використовуються, визначені згідно з додатком А [3].

Такі показники визначаються окремо для зовнішніх стін, покрівлі, підлоги, світлопрозорих конструкцій, вхідних дверей.

Опір теплопередачі зовнішніх стін, покрівлі, підлоги визначається за відповідною формулою згідно [3]

$$R_i = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2)$$

де R_i – тепловий опір i -го шару конструкції, $\frac{(m^2 \cdot K)}{Вт}$;

α_e, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\frac{Вт}{(m^2 \cdot K)}$, приймається за додатком Б [3];

δ_i – товщина i -го шару конструкції (згідно вихідних даних), м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах (розрахункова теплопровідність приймається за додатком А[3]), $\frac{Вт}{(m^2 \cdot K)}$;

n – кількість шарів огорожувальної конструкції.

Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій, що контактують із ґрунтом, визначається за формулою згідно [3]

$$R_{\Sigma_{nc}} = R_{\Sigma_{ci}} + \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3)$$

де $R_{\Sigma_{ci}}$ - опір теплопередачі, $\frac{(m^2 \cdot K)}{Вт}$, приймають 2,1 для першої зони, 4,3 – для другої, 8,6 – для третьої зони, 14,2 – для площі, що залишилась;

δ – товщина теплоізоляційного шару, м, за теплопровідності утеплювача $\lambda < 1,2 \frac{Вт}{(m^2 \cdot K)}$.

Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій визначається згідно з протоколами необхідних випробувань, які проводяться атестованими випробувальними лабораторіями.

4. Оцінка значення температури внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій

Мінімально допустимі значення температури внутрішньої поверхні прозорих та непрозорих огорожувальних конструкцій визначаються згідно з п. 6.4 [1] на підставі розрахунків двомірних температурних полів відповідних вузлів у зонах теплопровідних включень, кутах і укосах віконних і дверних прорізів за розрахункового значення температури зовнішнього та внутрішнього повітря згідно з [1].

5. Оцінка показників теплостійкості

Оцінка показників теплостійкості здійснюється згідно з вимогами [1].

Для житлових і громадських будівель теплостійкість визначається:

- в літній період зовнішніх огорожувальних конструкцій повинна виконуватися така умова

$$A_{t_g} \leq 2,5; \quad (4)$$

- в зимовий період року температури приміщень

$$A_{t_g} \leq 1,5 \quad (5)$$

де A_{t_g} - амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій (°C) встановлюється за [4];

A_{t_g} - амплітуда коливань температури внутрішнього повітря (°C) визначається за [4].

Для поверхні підлог повинна виконуватися наступна умова

$$Y_n \leq Y_{\max n}, \quad (6)$$

де Y_n - показник теплосвоєння поверхні підлоги, $\frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{К})}$;

$Y_{\max n}$ - максимально допустиме значення показника теплосвоєння

поверхні підлоги приймається в залежності від призначення будівлі згідно табл.6 [1].

6. Оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій

Оцінка повітропроникності конструкцій повинна здійснюватися згідно з [5].

Для огорожувальних конструкцій опалюваних будівель обов'язковим є виконання наступної умови

$$G^k \leq G_h^k, \quad (7)$$

де G^k – повітропроникність огорожувальних конструкцій, $\frac{(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па})}{\text{кг}}$, визначається за [5];

G_h^k – нормативна повітропроникність, $\frac{(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па})}{\text{кг}}$, визначається за табл.1 [5].

7. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій

Оцінка вологісного режиму огорожуючих конструкцій здійснюється згідно з [1,6].

Для огорожувальних конструкцій опалюваних будівель обов'язковим є виконання такої умови

$$\Delta w \leq \Delta w_D, \quad (8)$$

де Δw – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи за холодний період року, %;

Δw_D – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу в шарі якого може відбуватися конденсація вологи, %, визначається за табл.8 [1].

8. Визначення енергетичних показників будівлі

Розрахунок енергетичних показників будівлі здійснюється згідно з вимогами [7].

Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будівлі $k_{\Sigma \text{пр}}$, $\frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{К})}$, визначається за такою формулою

$$k_{\Sigma np} = \xi \cdot \frac{\left(\frac{F_{nn}}{R_{np.nn}} + \frac{F_{cn}}{R_{np.cn}} + \frac{F_d}{R_{np.d}} + \frac{F_{nk}}{R_{np.nk}} + \frac{F_{ц}}{R_{np.ц}} \right)}{F_{\Sigma}}, \quad (9)$$

де ξ - коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати: для житлових будинків -1,13, а для інших - 1,1;

F_{nn} , F_{cn} , F_d , F_{nk} , $F_{ц}$ - площі відповідно стін (непрозорих частин), світлопрозорих конструкцій (вікон і балконних дверей, вітражів, ліхтарів), зовнішніх входних дверей та воріт, покриттів (горищних перекриттів), цокольних перекриттів (підлог по ґрунту), м²;

$R_{np.nn}$, $R_{np.cn}$, $R_{np.d}$, $R_{np.nk}$, $R_{np.ц}$ - приведений опір теплопередачі відповідно стін (непрозорих частин), світлопрозорих конструкцій (вікон і балконних дверей, вітражів, ліхтарів), зовнішніх входних дверей і воріт, покриттів (горищних перекриттів), цокольних перекриттів (підлог на ґрунті), $\frac{(m^2 \cdot K)}{Wt}$, згідно п.3 даних методичних вказівок;

F_{Σ} - загальна площа внутрішньої поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій, м².

Умовний коефіцієнт теплопередачі будівлі, що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації й вентиляції визначається за формулою згідно [7]

$$k_{инф.} = \frac{\chi_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot \mathcal{V} \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}}, \quad (10)$$

де $\chi_2 = 0,278$;

c - питома теплоємність повітря, приймається рівною $1 \frac{kJ}{(kg \cdot K)}$;

$n_{об}$ – середня кратність повітрообміну будинку за опалювальний період, год⁻¹, що встановлюється експериментально або визначається для житлових будинків згідно з [7];

$v_v = 0,85$.

γ_3 – середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції, кг/м³ ;

η – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, що приймається:

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить

$$k_{буд} = k_{\Sigma np} + k_{инф} \quad (11)$$

Розрахункові витрати теплової енергії на опалення будівлі протягом опалювального періоду $Q_{\text{рік}}$, кВт·год

$$Q_{\text{рік}} = [Q_k - (Q_{\text{вн.п}} + Q_s) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_h, \quad (12)$$

де Q_k – загальні тепловтрати будівлі через огорожувальну оболонку будівлі, кВт·год, встановлюються за [7];

$Q_{\text{вн.п}}$ – побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, кВт·год, визначаються за [7];

Q_s – теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт·год, для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма сторонами світу - північ (Пн), схід (С), південь (Пд) і захід (З), або за проміжними напрямками (північ - захід (ПнЗ), північ - схід (ПнС), південь - схід (ПдС) і південь - захід (ПдЗ), визначаються за [7];

v – коефіцієнт, що враховує здатність огорожувальних конструкцій будівлі акумулювати або віддавати теплоту під час періодичного теплового режиму, встановлюються за [7];

ζ – коефіцієнт авторегулювання подачі тепла в системах опалення, при електричному опаленні визначаються за [7]

β_h – коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання системи опалення встановлюється за [7].

Також розраховуються додаткові характеристики будівлі, такі як коефіцієнт скління та показник компактності будівлі.

Коефіцієнт скління фасадів визначається за наступною формулою згідно [7]

$$m_{\text{ск}} = \frac{F_{\text{ск}}}{F_{\text{ин}} + F_{\text{д}} + F_{\text{сн}}}. \quad (13)$$

Показник компактності будівлі визначається за формулою

$$\lambda_{b,c} = \frac{F_{\Sigma}}{(V \cdot h)}. \quad (14)$$

9. Визначення класу енергетичної ефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності будівлі визначається згідно умов табл. 1 та 2 [1].

10. Енергетичний паспорт

Енергетичний паспорт будівлі при реконструкції складається на основі даних, які були наведені в п. 2-10 даних методичних вказівок.

Форма енергетичного паспорта будівлі наведена в додатку А табл. А₁ - А₅ [1] та додатку табл.2-6 даних методичних вказівок.

ДОДАТОК

Таблиця 2

Загальна інформація

Дата заповнення	
Адреса будівлі	
Відповідальний виконавець	
Адреса і телефон розробника	
Шифр проекту	
Рік реконструкції	

Таблиця 3

Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця вимірювання	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	t_v	°С	
Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_z	°С	
Розрахункова температура теплого горища	$t_{вг}$	°С	
Розрахункова температура технічного підпілля	$t_{ц}$	°С	
Тривалість опалювального періоду	$Z_{оп}$	доба	
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{оп з}$	°С	
Розрахункова кількість градус-доба опалювального періоду	D_d	°С·доба	

Таблиця 4

Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будівлі

Призначення	
Розташований в забудові	
Типовий проект, індивідуальний	
Конструктивне рішення	

Таблиця 5

Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показник	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичні значення показника
1	2	3	4	5
Геометричні показники				
Загальна площа зовнішніх огорожуючих конструкцій будівлі	$F_{\Sigma}, \text{м}^2$	-		
В тому числі:				
- стін	$F_{\text{ст}}, \text{м}^2$	-		
- вікон	$F_{\text{вік}}, \text{м}^2$	-		
- вхідних дверей	$F_{\text{д}}, \text{м}^2$	-		
- покриттів (суміщених)	$F_{\text{пк}}, \text{м}^2$	-		
- підлога по ґрунту	$F_{\text{п}}, \text{м}^2$	-		
Площа опалювальних приміщень	$F_{\text{п}}, \text{м}^2$	-		
Опалювальний об'єм	$V_{\text{п}}, \text{м}^3$	-		
Коефіцієнт скління фасадів будівлі	$m_{\text{ск}}$	-		
Показник компактності будівлі	$\Lambda_{\text{к буд}}, \text{м}^{-1}$	-		

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5
Теплотехнічні та енергетичні показники				
Теплотехнічні показники				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій:	$R_{\Sigma пр}, \frac{(m^2 \cdot K)}{Вт}$			
- стін товщиною 640 мм	$R_{\Sigma пр нп 1}$			
- стін товщиною 510 мм	$R_{\Sigma пр нп 2}$			
- стін товщиною 375 мм	$R_{\Sigma пр нп 3}$			
- вікон та балконних дверей	$R_{\Sigma пр сп в}$			
- вхідних дверей	$R_{\Sigma пр, д}$			
- покриттів (суміщених)	$R_{\Sigma пр шк}$			
- підлога по ґрунту	$R_{\Sigma пр ц}$			
Енергетичні показники				
Розрахункові питомі тепловтрати	$q_{буд}, \frac{кВт \cdot год}{m^2} (кВт \cdot год / m^3)$			
Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будівлі	$q_{буд}, \frac{кВт \cdot год}{m^2} (кВт \cdot год / m^3)$			
Клас енергетичної ефективності				
Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів	рік			
Відповідність проекту будівлі нормативним вимогам				
Необхідність доопрацювання проекту будівлі				

Таблиця 6

Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будівлі

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 31 с.
2. ДСТУ Н Б В.1.1-27: 2010. Будівельна кліматологія. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. 43 с.
3. ДСТУ Н Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Київ : Мінрегіон України, 2014. 51 с.
4. ДСТУ Н Б В.2.6-190:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій. Київ : Мінрегіон України, 2014. 25 с.
5. ДСТУ Н Б В.2.6-191:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників повітропроникності огорожувальних конструкцій. Київ : Мінрегіон України, 2014. 13 с.
6. ДСТУ - Н Б В.2.6-192:2013. Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. Київ : Мінрегіон України, 2014. 37 с.
7. ДСТУ Н Б А.2.2-5:2007. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008 р. 43 с.
8. ДСТУ Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 44 с.
9. Основи технічної експлуатації будівель і споруд: навчальний посібник / Гавриляк А. І., Петренко О. В., Парнета Б. З. та ін. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2023. 286 с.
10. Бабич Є. М., Караван В. В., Бабич В. Є. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд : підручник. Рівне : НУВГП, 2018. 176 с.
11. Ромашко В. М. Діагностика і відновлення будинків і споруд : практикум. Рівне : НУВГП, 2011. 287 с.