

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра міського будівництва та господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан інженерно-технічного
факультету
Йолана ГОЛИК
« 28 » червня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БУДІВЕЛЬНА ФІЗИКА

Рівень вищої освіти	бакалавр
Галузь знань	19 Архітектура та будівництво
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма	Міське будівництво та господарство
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

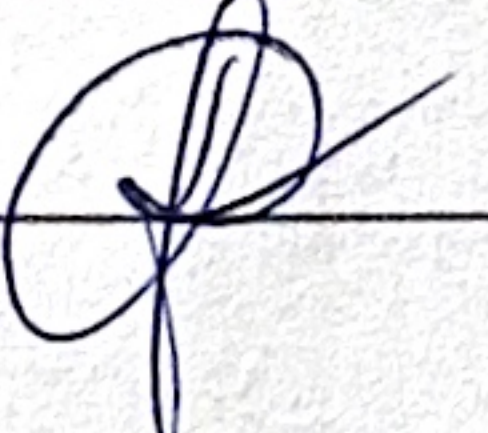
Ужгород 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Будівельна фізика» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія освітньої програми Міське будівництво та господарство.

Розробник: Тягур Юрій Ілліч, кандидат фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник, доцент, доцент кафедри приладобудування ІТФ УжНУ.

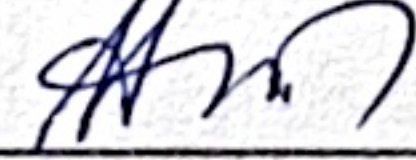
Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри міського будівництва та господарства

протокол № 10 від «7» 05 2024 р.

Завідувач кафедри МБГ  Діана КАЙНЦ

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-технічного факультету

протокол № 6 від «27» 06 2024 р.

Голова науково-методичної комісії  Володимир ЦИГИКА

© Тягур Юрій Ілліч, 2024р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2024 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	<i>Заочна форма навчання</i>
Кількість кредитів ЄКТС - 4	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин - 120	2	2
Кількість модулів - 2	Семестр:	
Тижневі години для денної форми навчання: аудиторні – 3,5 самостійної роботи студента – 3,5	3	3
	Лекції:	
	22	10
	Практичні (семінарські):	
	20	8
	Лабораторні роботи	
	18	-
Вид підсумкового контролю: усний, письмовий, відкриті тести.	Самостійна робота:	
	60	102
Форма підсумкового контролю: залік.	Всього:	
	120	120

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення дисципліни “Будівельна фізика” полягає у формуванні глибокого розуміння фізичних процесів, які визначають **тепловий, вологісний, акустичний та світлотехнічний режими будівель і споруд**. Дисципліна забезпечує здатність майбутніх інженерів **науково обґрунтовувати проектні рішення**, дотримуючись вимог **ДБН України**, європейських норм та положень провідних навчальних посібників.

Студент має оволодіти принципами розрахунку та аналізу:

- тепло- і звукоізоляції огорожувальних конструкцій;
- паро проникності та вологісного стану матеріалів;
- енергоефективності будівель;
- природного освітлення;
- пожежної безпеки в контексті фізичних процесів.

Таким чином, мета курсу — **забезпечити підготовку інженера, здатного проектувати безпечні, комфортні та енергоефективні будівлі**, опираючись на фундаментальні фізичні закони та обов'язкові будівельні нормативи.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- **ЗК01.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- **ЗК02.** Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності;
- **ЗК06.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- **СК01.** Здатність використовувати концептуальні наукові та практичні знання з математики, хімії та фізики для розв'язання складних практичних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії;
- **СК03.** Здатність проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди та інженерні мережі (відповідно до спеціалізації), з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, безбар'єрного простору, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці;
- **СК06.** Здатність до інжинірингової діяльності у сфері об'ємного планувального будівництва та планування міських територій, складання та використання технічної документації.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Будівельна фізика**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

- ОК 5. Вища математика.
- ОК 6. Фізика.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «**Будівельна фізика**», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.	РН01
Використовувати та розробляти технічну документацію на усіх стадіях життєвого циклу будівельної продукції.	РН05
Проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, безбар'єрного простору, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.	РН09
Оцінювати вплив кліматичних, інженерно-геологічних, сейсмічних та екологічних особливостей території будівництва при проектуванні та зведенні будівельних об'єктів.	РН14
Забезпечувати надійну та безпечну експлуатацію містобудівних об'єктів, будівельних конструкцій будівель, споруд та інженерних мереж.	РН16

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Будівельна фізика**»:

Очікувані результати навчання	Шифр ПРН
Знати застосовувати базові та прикладні положення математичних та природничих наук, а також сучасні програмні засоби для аналізу та розв'язання складних інженерних задач у сфері будівництва.	РН01
Знати використовувати та розробляти технічну документацію на усіх стадіях життєвого циклу будівельної продукції.	РН05
Знати проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, безбар'єрного простору, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.	РН09
Знати оцінювати вплив кліматичних, інженерно-геологічних, сейсмічних та	РН14

екологічних особливостей території будівництва при проектуванні та зведенні будівельних об'єктів.	
Забезпечувати надійну та безпечну експлуатацію містобудівних об'єктів, будівельних конструкцій будівель, споруд та інженерних мереж.	PH16

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

Виконання лабораторних робіт, Підготовка та виконання практичних завдань (теорія, приклади, задачі), Виконання розрахунково-графічних робіт, підготовка реферату, тести, залік.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: захист лабораторних робіт, виступи (опитування) на практичних заняттях.

Форма модульного контролю: відкриті тести, захист контрольних, усне опитування.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота, Відкриті тести. 10 пит. 5 балів.	Сума
P1	P2	P3			50	100
50	50	50				

P1, P2, P3, – розділи, сума поточного оцінювання $150/3=50$.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
P4	P5	P6			50	100
50	50	50				

P4, P5, P6, – розділи, сума поточного оцінювання $150/3=50$.

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	10	20	10	20
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	1	5	1	5
Презентація	1	15	-	-
Реферат	1	10	-	-
Графічно-розрахункова робота	-	-	1	25
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Кожна модульна контрольна робота оцінюється у 50-бальній шкалі. Модульні контрольні роботи проводяться у вигляді письмової роботи (усне опитування) (2 теоретичні питання).

Завдання

на модульні контрольні роботи №1-2 з курсу «опитування Будівельна фізика»
(додаються, приведений в навчальній програмі внизу.).

Нарахування балів на модульній контрольній роботі

Бали	Критерії оцінки
50	якщо відповідь повна і правильна, з прикладами та поясненнями
40	якщо відповідь повна і правильна, але є лише окремі приклади або пояснення
30	якщо відповідь по суті правильна, але не повна
20	якщо відповідь викладена не повно і з помилками
15	якщо відповідь обмежується визначенням окремих понять
10	якщо відповідь обмежується визначенням окремих понять, з помилками
0	якщо відповідь не розкриває суті або не зроблена спроба відповіді на поставлені запитання

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий модульний контроль з дисципліни проводиться у вигляді заліку в кінці семестру і дає можливість визначити кінцевий ступінь рівня і якості засвоєння студентами теоретичних знань та практичних вмінь і навичок з даної дисципліни. До заліку допускаються студенти, що отримали не менше 35 балів за навчальний семестр .

Студенти, в яких оцінки за підсумками поточного навчання, модульного контролю дорівнюють або є вищими за 60 балів, можуть не приймати участі в заліковому контролі але за бажанням вони можуть покращити свої бали, прийнявши участь в заліку.

Під час заліку даються письмові відповіді на 2 теоретичних питання, по 50 балів за кожне запитання або відкритий тест з 10 питань по 10 балів кожне. Максимальна оцінка за відповідь складає 100 балів відповідно до шкали оцінювання.

Шкала семестрового контролю

Показники	Бали
Письмове опитування (по 50 за 2 теоретичних питання)	0-100
Загальна оцінка	0- 100

Нарахування балів за теоретичну підготовленість студентів на заліку

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Бали	Критерії оцінки
50	якщо відповідь повна і правильна, з прикладами і поясненнями
45	якщо відповідь повна і правильна, але є тільки окремі приклади і пояснення
40	якщо відповідь повна і правильна, але приклади і пояснення відсутні
35	якщо відповідь по суті правильна, але з невеликими помилками
30	якщо відповідь викладена не повно і з незначними помилками
25	якщо питання висвітлено правильно приблизно наполовину, є наведені приклади і пояснення
20	якщо відповідь обмежується тільки визначенням всіх необхідних понять без Пояснень
10	якщо відповідь обмежується визначенням окремих понять, з помилками
0	якщо відповідь не розкриває суті або не зроблена спроба відповісти на поставлені запитання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
6.1. Зміст навчальної дисципліни
 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ «БУДІВЕЛЬНА ФІЗИКА».

МОДУЛЬ 1. (Список тем і питань.)

Розділ 1. «Основи будівельної кліматології».

Тема 1. Кліматичні параметри як фактор формування теплозахисних властивостей будівель.

1. Класифікація кліматичних зон України згідно ДБН В.2.6-31:2016/2021.
2. Метеорологічні дані для теплотехнічних розрахунків: середні температури, градусо-доба опалення, екстремальні температури.
3. Роль кліматичних даних у визначенні **опору теплопередачі R** огорожувальних конструкцій.
4. Вплив температури зовнішнього повітря на стан огорожувальних конструкцій (ізотерми, точка роси).
5. Вимоги EN ISO 15927-4 до вибору температурних кліматичних даних для розрахунків.

Тема 2. Вологісний стан зовнішнього повітря і його вплив на будівлі.

1. Основні характеристики вологості: ϕ , p_v , p_s , визначення та кліматичні значення (ДБН, EN ISO 15927-3).
2. Побудова зовнішніх вологісних параметрів для розрахунку міжшарової конденсації (ISO 13788).
3. Вплив абсолютної та відносної вологості зовнішнього повітря на режим огорожувальних конструкцій.
4. Кліматичні значення опадів, снігових і дощових навантажень та їх вплив на зволоження матеріалів (ДБН та EN 15026).
5. Урахування вологи для парапрони-кних структур та вимог EN ISO 10456 (нормативні властивості матеріалів).

Тема 3. Сонячна радіація та її роль у тепловому балансі будівель.

1. Розрахункові кліматичні значення сонячної радіації (горизонтальна, нормальна, дифузна) — EN ISO 15927-2.
2. Орієнтація будівлі та вплив рози вітрів і інсоляційних графіків (ДБН В.2.2).
3. Енергетичний вплив сонячних теплових надходжень на огороження (EN ISO 52016).
4. Світлотехнічні та теплотехнічні параметри прозорих конструкцій: g-фактор, SHGC, τ_e .
5. Вплив радіації на літнє та зимове енергоспоживання будівлі.

Тема 4. Вітер, атмосферний тиск і мікроклімат зовнішнього середовища.

1. Нормативні вітрові райони України (ДБН В.1.2-2 та ДБН В.2.6-31).
2. Динамічний тиск вітру та його вплив на інфільтрацію/екфільтрацію повітря через огороження.

3. Повітропроникність будівельних конструкцій: вимоги ДБН та методи визначення (Blower-Door фактори, EN 12207).
4. Кліматичні дані щодо тиску і швидкості вітру як параметри моделювання тепловтрат (EN ISO 52016).
5. Вітер як фактор зовнішнього зволоження (дощ, косий дощ), методика EN 15927-3.

Тема 5. Мікроклімат внутрішніх приміщень та його залежність від зовнішнього клімату.

1. Нормативні параметри мікроклімату згідно ДБН В.2.5-67:2013 та санітарних норм (температура, вологість, швидкість повітря).
2. Категорії внутрішнього клімату (I–IV) за EN 15251 / EN ISO 7730, тепловий комфорт (PMV/PPD).
3. Залежність внутрішнього мікроклімату від кліматичних впливів: перехідні періоди, екстремальні умови.
4. Вплив клімату на ефективність систем опалення, вентиляції, кондиціонування (ОВК).
5. Роль кліматичних даних у моделюванні енергетичних потреб будівель (EN ISO 52016 / EN ISO 13790).

Розділ 2. «Основи будівельної теплової фізики. Теплові огорожі».

Тема 1. Загальні положення будівельної теплової фізики.

1. **Поняття, завдання та методи будівельної теплової фізики.** Мета теплового захисту будівель; роль будівельної фізики у проектуванні; нормативна база (ДБН В.2.6-31, EN ISO 7345).
2. **Фізичні параметри теплообміну.** Температура; тепловий потік; густина теплового потоку; тепла потужність; тепловий опір; теплоємність.
3. **Основні види теплообміну.** Теплопровідність (EN ISO 7345), конвекція (EN ISO 6946), теплове випромінювання; комбінований теплообмін у будівельних огороженнях.
4. **Граничні умови теплового режиму будівель.** Внутрішні та зовнішні розрахункові температури; температурні криві; кліматичні умови згідно ДБН В.1.1-7 та EN ISO 15927.
5. **Класифікація огорожувальних конструкцій.** Непрозорі та прозорі конструкції; одношарові, багатошарові; масивні та легкі; тепла інерція.
6. **Основні нормативні вимоги до теплозахисту.** Мінімальні вимоги R, U; енергоефективність; параметри мікроклімату; згідно ДБН, EN ISO 13790/52016, ДСТУ.

Тема 2. Теплопровідність будівельних матеріалів та конструкцій.

1. **Фізична сутність теплопровідності.** Закон Фур'є; стаціонарна та нестаціонарна теплопровідність; напрямок передачі тепла.
2. **Теплопровідність матеріалів (λ).** Фактори, що впливають (густина, вологість, структура, температура); tabular λ за EN ISO 10456; методи вимірювання.
3. **Тепловий опір і теплопередача.** Формули R, R_t, R_{si}, R_{se}; вплив монтажних вузлів; містки холоду; EN ISO 6946.
4. **Приведений коефіцієнт теплопередачі U.** Розрахунок; вимоги ДБН В.2.6-31; корекції на неоднорідність; фасадні системи, багатошарові стіни.

5. **Теплопровідність у вологих умовах.** Залежність λ від вологості; рівноважна вологість; EN ISO 12524; гігроскопічність матеріалів.

6. **Теплопровідність ізоляційних матеріалів.** Мінеральна вата, пінополістирол, піноскло, PUR/PIR; вплив віку та температури; сертифікаційні дані EN.

Тема 3 . Конвекційний теплообмін у будівельних огороженнях.

1. **Природна та вимушена конвекція**
Закони та коефіцієнти теплообміну h ; залежність від швидкості повітря й геометрії поверхні.
2. **Поверхневі (плівкові) термічні опори R_{si} та R_{se}**
Розрахунок за EN ISO 6946; заходи підвищення термічного опору; вплив орієнтації конструкції.
3. **Інфільтрація та вентиляція**
Тепловтрати через повітрообмін; баланс вентиляції; ДБН В.2.5-67; EN 16798.
4. **Струменевий та турбулентний теплообмін**
Режими течії; параметри Рейнольдса, Нуссельта, Прандтля; вплив на огороження.
5. **Конвективні втрати у вузлах примикання**
Містки холоду; лінійні та точкові ψ і χ ; EN ISO 10211, 14683.
6. **Повітряні прошарки в конструкціях**
Відкриті, закриті, вентилязовані; розрахунок їхнього опору; фасадні системи та покрівлі.

Тема 4 . Теплове випромінювання і радіаційні (променеві) процеси.

1. **Фізичні основи випромінювання**
Закон Стефана-Больцмана, закон Віна, спектр випромінювання; поняття емісивності.
2. **Взаємне випромінювання поверхонь**
Коефіцієнт випромінювання ϵ , радіаційний тепловий потік q ; розрахунок міжплощинних радіаційних теплопередач.
3. **Вплив сонячної радіації**
Альbedo, коефіцієнт поглинання, опроміненість; ДБН В.1.1-7; EN ISO 52016-1.
4. **Тепловий комфорт і променисті процеси**
Радіаційна температура; асиметрія теплового випромінювання; стандарти ISO 7730.
5. **Радіаційний (променевий) теплообмін у багатошарових конструкціях**
Відбивні шари, фольги, low-e-плівки; принцип роботи; врахування у розрахунках.
6. **Радіація у скляних та багатофункціональних пакетах**
Пропускання, відбивання, поглинання; коефіцієнт g ; EN 410 та EN 673.

Тема 5 . Нестационарні теплові процеси та теплова інерція.

1. **Періодичні та імпульсні теплові процеси**
Температурні коливання; амплітудні й фазові зсуви; поняття "теплової хвилі".
2. **Теплова інерція та масивність конструкцій**
Теплова проникність, теплоємність C ; поняття D , k ; EN ISO 13786.
3. **Динамічний коефіцієнт теплопередачі**
Амплітудне затухання, фазовий зсув; вимоги до літніх умов; пасивне охолодження.
4. **Тепловий комфорт у перехідні та літні періоди**
Теплостійкість приміщень; критерії перегріву; EN 15251 / EN 16798-1.
5. **Двовимірні та тривимірні нестационарні процеси**
Математичні моделі; вплив вузлів та містків холоду; чисельне моделювання (FEM).
6. **Експлуатаційні фактори та реальні умови роботи конструкцій**
Влага, тепловологісні цикли; старіння матеріалів; сезонні коефіцієнти.

Тема 6 . Нормативні вимоги , методи розрахунку та практичні аспекти теплозахисту.

1. **Вимоги ДБН В.2.6-31 "Теплова ізоляція будівель"**
Мінімальні значення R, U, повітропроникність, вузли примикання, вимоги до огорожень різного призначення.
2. **Європейські стандарти EN ISO щодо теплового захисту**
Серії 6946, 10211, 10077, 13790, 13788, 52016; сфера застосування та ключові положення.
3. **Розрахунок теплових втрат будівлі**
Через огороження, інфільтрацію, вентиляцію; методики EN ISO 13790 / 52016.
4. **Аналіз теплоефективності конструкцій**
U-value, ψ -value, fRsi; критерії конденсації; містки холоду; термометрія.
5. **Енергоефективність та сертифікація будівель**
Класи енергоефективності; комплексний підхід; стандарти EPBD, EN.
6. **Практичне проєктування теплозахисних систем**
Вибір товщини утеплення; конструкції стін, дахів, фасадів; приклади вузлів; вимоги до монтажу.

Розділ 3. «Вологість у будівельній фізиці. Захист.».

Тема 1 . Фізичні основи вологості у будівельній фізиці.

1. **Термодинамічні поняття вологості:** абсолютна, відносна, максимальна, питома вологість; парціальний тиск водяної пари; точка роси.
2. **Пружність водяної пари:** рівноважний тиск насиченої пари, залежність від температури (криві Клапейрона–Клаузіуса).
3. **Психрометричні параметри:** температура мокрого термометра, ентальпія вологої повітряної суміші; психрометрична діаграма.
4. **Основи перенесення вологи:** дифузія, конвекція, сорбція/десорбція, капілярне підсмоктування, фільтрація рідкої фази.
5. **Рівноважна та нерівноважна вологість матеріалів:** криві сорбції (ізотерми), гістерезис сорбції, вологомісткість.
6. **Нормативні параметри зовнішнього й внутрішнього мікроклімату:** згідно ДБН В.1.1-7, ДБН В.2.2-15, EN 16798.

Тема 2 . Будівельні матеріали та їх вологісні характеристики.

1. **Паропроникність матеріалів:** коефіцієнт μ , коефіцієнт дифузії δ , приведений коефіцієнт Sd; методи вимірювання (EN ISO 12572).
2. **Капілярне водопоглинання:** коефіцієнт капілярного підсмоктування W, водопоглинання за масою і об'ємом (EN ISO 15148).
3. **Сорбційні властивості:** ізотерми сорбції та десорбції, визначення відповідно до EN ISO 12571.
4. **Теплофізичні та вологісні показники матеріалів:** λ , ρ , c, δ , μ , w; вплив вологості на теплопровідність.
5. **Класифікація матеріалів за стійкістю до дії вологи:** гідрофільні, гідрофобні, водотривкі, паронепроникні.
6. **Нормативні вимоги до матеріалів огорожувальних конструкцій у вологісному аспекті:** ДБН В.2.6–31, EN 10456.

Тема 3 . Дифузійний перенос вологи в огорожувальних конструкціях.

1. **Диференційні рівняння дифузії водяної пари:** закон Фіка, стаціонарний та нестаціонарний режими.
2. **Метод Глазера (EN ISO 13788):** побудова ліній температур, парціальних тисків, визначення точки конденсації.
3. **Умови виникнення конденсації в багатошарових огороженнях:** критерії допустимості (ДБН В.2.6-146, EN 13788).
4. **Паробар'єр та його призначення:** матеріали, правильне розташування в конструкціях, S_d та μ значення.
5. **Приклади розрахунку дифузії:** стіни, дахи, перекриття, фасадні системи, вентилязовані фасади.
6. **Наслідки дифузійного зволоження:** зниження теплозахисту, погіршення довговічності, поява грибків та плісняви.

Тема 4 . Капілярний і гравітаційний перенос вологи. Зволоження конструкцій.

1. **Капілярний рух вологи у пористих матеріалах:** основний механізм, рівняння Ван-Генюхтена, капілярне підсмоктування.
2. **Зволоження від ґрунту:** підсос ґрунтової вологи, роль горизонтальної гідроізоляції, вплив рівня ґрунтових вод.
3. **Проникнення дощової вологи:** обтікання фасаду, тиск вітру, коефіцієнт поглинання дощової вологи (EN 13013).
4. **Вологість у підвалах та цоколях:** причини, методи діагностики, заходи захисту.
5. **Гравітаційний перенос води:** стікання, накопичення у порожнинах, вплив на каркасні системи.
6. **Методи прогнозування зволоження:** стаціонарні й нестаціонарні моделі (EN 15026 — WUFI підхід).

Тема 5 . Захист конструкцій від вологи та проектування вологозахисних систем.

1. **Класи типів вологозахисту:** гідроізоляція, пароізоляція, антиконденсаційні системи, дренажі, вентиляційні прошарки.
2. **Системи гідроізоляції:** рулонні, обмазувальні, мембрани, проникні системи; вимоги ДСТУ та ДБН В.2.6-146.
3. **Виймка та відведення вологи:** вентиляція, дренаж ґрунтових вод, системи виведення води з дахів і фасадів.
4. **Проектування вузлів огорожувальних конструкцій:** відсутність містків холоду, повітронепроникність, правильний монтаж.
5. **Контроль вологості експлуатаційних процесів:** моніторинг, датчики T-φ-p, тепловізійний контроль та вологоміри.
6. **Ремонт і санація вологих конструкцій:** методи сушіння, електрофізичні системи, ін'єктування, заміна пошкоджених елементів.

МОДУЛЬ 2. (Список тем і питань.)

Розділ 4. «Основи будівельної акустики . Звук. Захист від шуму».

Тема 1 . Фізичні основи звуку та акустичних явищ.

1. **Фізична природа звукових хвиль.** Пружні коливання, хвильове рівняння, поздовжні та поперечні хвилі. Швидкість звуку в повітрі та твердих тілах.
2. **Спектральні характеристики звуку.** Частота, період, гармонічний склад, октавні та третинно-октавні смуги.
3. **Акустичні величини та їх вимір.** Звуковий тиск, звукова потужність, інтенсивність, імпеданс; логарифмічні рівні у децибелах.

4. **Сприйняття звуку людиною.** Крива рівної гучності, пороги чутності, маскування, психоакустичні ефекти.
5. **Поширення звуку у середовищах.** Геометрична акустика, сферичне та циліндричне поширення, затухання з відстанню, атмосферне поглинання.
6. **Нормативні вимоги до акустичних величин.** ДБН В.1.1-31:2013, EN ISO 1996, класи шуму, допустимі рівні для будівель та територій.

Тема 2 . Джерела шуму та їх класифікація.

1. **Типи джерел шуму.** Механічні, аеродинамічні, побутові, транспортні, технологічні, структурні та повітряні джерела.
2. **Характеристики джерел шуму.** Звукова потужність, спектральний склад, направленість, імпульсність, тональність.
3. **Шум у будівлях.** Побутові прилади, інженерні системи (вентиляція, насоси, ліфти). ДБН В.1.1-31 та ДБН В.2.5 (теплогазопостачання, вентиляція).
4. **Зовнішні джерела.** Автомобільний транспорт, залізничний, авіаційний, промислові об'єкти — вимоги EN ISO 11690.
5. **Оцінювання джерел шуму.** Вимірювання LWA, рівнів LAeq, LCpeak, оцінка імпульсності та тональності згідно EN ISO 1996.
6. **Нормативні показники для джерел.** Обмеження шумів від устаткування та техніки згідно національних стандартів і EN.

Тема 3. Повітряний шум та захист від нього.

1. **Поширення повітряного шуму в огорожувальних конструкціях.** Механізм проникнення, хвильові процеси, резонанси та збіги.
2. **Показники ізоляції повітряного шуму.** R, Rw, R'A, DnT,w відповідно до EN ISO 717-1 та EN ISO 16283-1.
3. **Фактори, що впливають на звукоізоляцію.** Маса, жорсткість, частота збігу, багат шаровість, заповнення порожнин, герметизація стиків.
4. **Нормативні вимоги до звукоізоляції.** ДБН В.1.1-31:2013 (житлові, громадські та спеціалізовані будівлі), класи акустичного комфорту.
5. **Розрахунок звукоізоляції огорожувальних конструкцій.** EN 12354-1: метод розрахунку повітряної звукоізоляції стін, перегородок, фасадів.
6. **Акустичні матеріали та рішення.** Гіпсокартонні системи, масивні стіни, акустичні мати, підвіси, плаваючі конструкції, композитні панелі.

Тема 4 . Ударний шум. Ізоляція від ударів та вібрацій.

1. **Природа ударного шуму.** Передача механічної енергії у вигляді структурних хвиль. Джерела: ходіння, падіння предметів, устаткування.
2. **Показники ударного шуму.** L'nT,w, Ln,w, спектральні характеристики; методи вимірювання за EN ISO 16283-2 та EN ISO 10140-3.
3. **Передача структурного шуму.** Вібрації та їх поширення у плитах, перекриттях, балках; резонансні ефекти та хвилеводи.
4. **Нормативні вимоги.** ДБН В.1.1-31:2013 щодо допустимих рівнів ударного шуму.
5. **Розрахунки за EN 12354-2.** Прогнозування рівня ударного шуму через міжповерхові перекриття.
6. **Ізоляційні заходи.** Плаваючі підлоги, демпфуючі настили, вібророзв'язки обладнання, прокладки, підвісні конструкції.

Тема 5 . Акустика приміщень. Реверберація та внутрішній шум.

1. **Основи акустики приміщень.** Геометрія, об'єм, час реверберації, типи полів (дифузне, змішане, ближнє).
2. **Показники внутрішньої акустики.** T20, T30, EDT, C50, C80, STI — за EN ISO 3382.
3. **Формула Сабіна та формула Ейрінга.** Методики розрахунку часу реверберації, коефіцієнти звукопоглинання α .
4. **Акустичні матеріали та поглинання.** Пористі, мембранні, перфоровані матеріали; частотні характеристики поглинання.
5. **Нормативні вимоги.** ДБН В.2.2-17 (освітні заклади), ДБН В.2.2-9 (громадські будівлі), ДБН В.2.2-15 (житло) — вимоги до T.
6. **Проектування акустики приміщень.** Розміщення поглиначів, розсіювачів, шумопоглинаючих екранів, створення акустичного комфорту.

Тема 6 . Комплексний захист від шуму в будівлях та на території.

1. **Принципи шумозахисту.** Джерело — шлях поширення — приймач; активні й пасивні методи зниження шуму.
2. **Акустичне проектування будівель.** Фасадна звукоізоляція, ізоляція внутрішніх перегородок, відсікання структурного шуму, планувальні рішення.
3. **Зовнішні протишумові заходи.** Екрани, насипи, зелені зони, шумопоглинаючі панелі; вимоги EN 1793, EN 1794.
4. **Акустичний моніторинг та контроль.** Вимірювання LAeq, Lden, Lnight; методи оцінки шумового забруднення територій.
5. **Нормування та класи акустичного комфорту.** ДБН В.1.1-31:2013; рекомендації EN і WHO щодо екології шуму.
6. **Приклади комплексних проектних рішень.** Реалізація конструктивних і планувальних систем для житла, офісів, медичних та освітніх установ.

Розділ 5. «Електромагнітні коливання, хвилі. Світло. Сонячне світло. Освітлення приміщень. Захист від літнього сонця».

Тема 1 . Фізичні властивості світла та їх значення в будівельній фізиці.

1. **Світло як електромагнітна хвиля:** довжина хвилі, частота, фотони, видимий діапазон.
2. **Геометрична оптика:** закони відбиття та заломлення, формування світлових потоків у просторі.
3. **Фотометричні величини:** світловий потік Φ , сила світла I , освітленість E , яскравість L ; їх зв'язок. Крива видноти ока.
4. **Колірні характеристики світла:** температура кольору, індекс кольоропередачі CRI, спектральний склад.
5. **Вплив світла на теплонасичення приміщень:** перетворення світлової енергії в теплову, коефіцієнт сонячних теплових надходжень g .
6. **Нормативні вимоги:** EN 12464-1 (освітлення робочих місць), ДБН В.2.5-28, ДСТУ EN 13032.

Тема 2 . Сонячне світло в будівельній фізиці: властивості, енергетика, вплив.

1. **Сонячне випромінювання:** склад (пряме, розсіяне, відбите), спектральний склад, енергія.
2. **Параметри сонячного випромінювання:** сонячна постійна, інтенсивність, альbedo, криві сонячної радіації.
3. **Сонячна геометрія:** висота сонця, азимут, орієнтація фасадів, вплив пори року.
4. **Сонячні надходження у будівлю:** коефіцієнт загальної сонячної енергетичної пропускну здатності g згідно EN 410 та EN ISO 52022-3.

5. **ДБН і EN щодо світлопрозорих конструкцій:** вимоги до енергоефективності, сонцезахисту, коефіцієнтів пропускання.
6. **Вплив сонячного світла на мікроклімат:** перегрів приміщень, необхідність сонцезахисту, літні та зимові режими.

Тема 3. Природне освітлення приміщень та його нормування.

1. **Види природного освітлення:** бокове, верхнє, комбіноване; їх застосування.
2. **Коефіцієнт природного освітлення (КПО/DF):** визначення, норми, розрахунок за ДБН В.2.5-28 та EN 17037.
3. **Світлотехнічні параметри вікон та світлопрозорих конструкцій:** світлопропускання, кут світлового прорізу, фактор неба.
4. **Розрахунок бокового природного освітлення:** метод світлового клімату, метод світлового потоку, формули КПО.
5. **Рівномірність освітленості, сліпучість, візуальний комфорт:** вимоги EN 12464-1 та EN 17037.
6. **Сучасні енергоефективні рішення:** світлові колодязі, світлові полиці, дифузійне скління, лайт-менеджмент.

Тема 4. Захист від літнього сонця та розрахунок сонячних теплових надходжень.

1. **Проблема перегріву будівель:** причини, фактори, вплив орієнтації і скління, нормативи EN 16798 та ДБН В.2.6.
2. **Сонцезахисні пристрої:** горизонтальні та вертикальні жалюзі, зовнішні екрани, маркізи, ламелі, інтегровані фасадні системи.
3. **Оптичні характеристики сонцезахисних систем:** коефіцієнти пропускання, відбиття, поглинання, фактор зменшення g_{tot} (EN 14501).
4. **Розрахунок сонячної радіації на фасад:** методи визначення надходжень ПЧ та видимого випромінювання за геометрією сонця.
5. **Розрахунок ефективності сонцезахисту:** визначення зменшення перегріву, коефіцієнт корисної дії, порівняння систем.
6. **Архітектурні стратегії пасивного сонцезахисту:** карнизи, зелені фасади, подвійні фасади, оптичні фільтри, тепло - та світлорегулююче скління.

Розділ 6. «Пожежа – важливий фактор будівельної фізики».

Тема 1. Фізичні основи пожежі та теплові процеси при горінні.

1. **Поняття пожежі, займання та горіння.** Хімічні та фізичні механізми горіння, трикутник пожежі, критичні концентрації кисню.
2. **Поширення полум'я та теплові потоки.** Радіація, конвекція, теплопровідність; тепловий баланс згідно EN 1991-1-2.
3. **Температурні режими пожежі у приміщеннях.** Стандартні температурні криві ISO 834, EN 1363-1, ДСТУ EN 1363; параметричні пожежі, локальні пожежі.
4. **Стадії розвитку пожежі.** Займання, зростання, повне розвинення, спадання. Флешовер, бекдрафт, критичні умови.
5. **Вплив пожежі на будівельні конструкції.** Теплове розширення, втрата міцності, зміна модулів пружності, сутність феноменів колапсу конструкцій.

Тема 2. Пожежна небезпека будівельних матеріалів і конструкцій.

1. **Основні класи реакції на вогонь матеріалів.** Класифікація A1–F за EN 13501-1; показники токсичності, димоутворення та краплепадіння (s_1-s_3 , d_0-d_2).

2. **Горючість, займистість та тепловиділення матеріалів.** Показники Г1–Г4, В1–В3 згідно ДСТУ, методи визначення (EN ISO 1716, EN ISO 11925-2).
3. **Вогнестійкість конструкцій.** Класифікація EI, REI, R за EN 13501-2; межа вогнестійкості, час збереження несучої та ізоляційної здатності.
4. **Поведінка різних матеріалів при пожежі.** Сталь, бетон, дерево, композити, полімери; вплив температури на міцність згідно EN 199х-х-2.
5. **Методи випробування та оцінювання вогнестійкості.** EN 1363-1/2, EN 1365 (стіни, перекриттів), EN 1366 (інженерні системи), ДБН В.1.1-7.

Тема 3. Вогнезахист будівельних конструкцій матеріалів.

1. **Пасивний вогнезахист.** Вогнестійкі стінові системи, протипожежні двері, перегородки, протипожежні перешкоди; вимоги ДБН В.1.1-7 та EN 13501-2.
2. **Активні методи підвищення вогнестійкості конструкцій.** Вогнезахисні фарби, інтонування, штукатурки, обшивки, системи ізоляції.
3. **Методи розрахунку вогнестійкості.** Інженерні методика за EN 1991-1-2, EN 1992-1-2, EN 1993-1-2, EN 1995-1-2; критичні температури.
4. **Особливості вогнезахисту металевих, бетонних і дерев'яних конструкцій.** Підбір засобів захисту, типові рішення, вимоги ДБН В.1.1-7.

**6.2. Структура навчальної дисципліни
(денна форма)**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин: 120					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
3-й семестр						
Модуль 1. «Клімат, тепло, волога.»						
Розділ 1. «Основи будівельної кліматології».	16	4	4	0		8
Розділ 2. «Основи будівельної теплової фізики. Теплові огорожі».	36	6	4	8		18
Розділ 3. «Вологість у будівельній фізиці. Захист».	23	4	3	4		12
Модульна контрольна робота			1			
Разом за модуль	76	14	12	12		38
Модуль 2. «Акустика, звук, шум, світло, пожежа. »						
Розділ 4. «Основи будівельної акустики. Звук. Захист від шуму».	24	4	4	4		12
Розділ 5. «Електромагнітні коливання, хвилі. Світло. Сонячне світло. Освітлення приміщень. Захист від літнього сонця».	13	2	2	2		6
Розділ 6. «Пожежа – важливий фактор будівельної фізики».		2	1			4
Модульна контрольна робота			1			
Разом за модуль	44	8	8	6		22
Разом за семестр	90	22	20	18		60

**6.2. Структура навчальної дисципліни
(заочна форма).**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин: 120					
	Форма навчання: Заочна					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
3-й семестр						
Модуль 1. «Клімат, тепло, волога.»						
Розділ 1. «Основи будівельної кліматології».		2	2	0		20
Розділ 2. «Основи будівельної теплової фізики. Теплові огорожі.»		2	2	0		22
Розділ 3. «Вологість у будівельній фізиці. Захист».		2	2	0		20
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль						
Модуль 2. «Акустика, звук, шум, світло, пожежа. »						
Розділ 4. «Основи будівельної акустики. Звук. Захист від шуму».		2	1	0		20
Розділ 5. «Електромагнітні коливання, хвилі. Світло. Сонячне світло. Освітлення приміщень. Захист від літнього сонця».		1	1	0		10
Розділ 6. «Пожежа – важливий фактор будівельної фізики».		1	0			10
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль						
Разом за семестр	120	10	8	0		102

6.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Основи будівельної кліматології».	4	2
2	Основи будівельної теплової фізики. Теплові огорожі.	4	2
3	Вологість у будівельній фізиці. Захист.	3	2
4	Модуль 1.	1	
4	Основи будівельної акустики. Звук. Захист від шуму.	4	1
5	Електромагнітні коливання, хвилі. Світло. Сонячне світло. Освітлення приміщень. Захист від літнього сонця	2	1
6	Пожежа – важливий фактор будівельної фізики	1	
7	Модуль 2.	1	
Разом		20	8

6.4. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення та дослідження фізичних величин будівельних матеріалів та будівельних елементів (об'єм, вага, маса, питома густина, густина, щільність, пористість).	4
2	Вивчення та дослідження вологості будівельних матеріалів та будівельних елементів.	4
3	Вивчення та дослідження коефіцієнта теплопровідності λ та коефіцієнта тепловіддачі (α, h) .	4
4	Вивчення та дослідження довжини звукової хвилі λ та швидкості звукової хвилі u .	4
5	Вивчення та дослідження законів теплового випромінювання, енергетичного та світлового потоку. Крива видимості людського ока.	4
Усього годин		20

6.5. ТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Клімат. Основи будівельної кліматології. Базові поняття, визначення, закони, рівняння, формули, графіки, схеми, рисунки, таблиці, приклади, розрахунки, ДБН, ЕН.	10	17
2	Тепло. Теплозахист. Основи будівельної теплової фізики. Фізичні поняття, визначення, коефіцієнти, технічні параметри, закони, рівняння, формули, графіки, схеми, рисунки, таблиці, тепловий захист зовнішньої стінки будинку, (теплові огорожі зовнішньої стінки будинку), приклади, розрахунки, ДБН, ЕН.	12	20
3	Волога. Вологість у будівельній фізиці. Тепло - волого - обмін. Базові поняття, визначення, закони, рівняння, формули, графіки, схеми, рисунки, таблиці, гідрозахист, тепло,-волоγο,-захист, (тепло,-волоγο,-огорожі), приклади, розрахунки, ДБН, ЕН.	14	24
4	Звук. Основи будівельної акустики. Базові поняття, визначення, закони, рівняння, формули, графіки, схеми, рисунки, таблиці, приклади, обчислення, звуко, -шумо,-захист (огорожі). ДБН, ЕН.	10	17
5	Світло. Світло в будівельній фізиці. Природне сонячне світло. Базові поняття, визначення, закони, рівняння, формули, графіки, схеми, рисунки, таблиці, приклади, обчислення, сонце,-тепло,-захист (літом) та використання сонця (СЕС). ДБН, ЕН. Штучне світло.	8	14
6	Пожежа - важливий фактор будівельної фізики. Базові поняття, визначення, закони, рівняння, формули, графіки, схеми, рисунки, таблиці, приклади, обчислення. ДБН, ЕН.	6	10
	Разом	60	102

6.6. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ.

Виконати розрахунково-графічну роботу: «Тепловий розрахунок даху» згідно індивідуального завдання.

Виконати задачу: «Розрахувати значення коефіцієнта теплопровідності для повітря» згідно індивідуального завдання.

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Інформаційні технології та засоби онлайн навчання: прикладні програми (MS Office 2010, MS Windows XP), система електронного навчання Moodle <https://moodle.uzhnu.edu.ua>, електронна пошта на базі глобальних інформаційно-комунікаційних порталів, внутрішня корпоративна електронна пошта УжНУ; електронний репозитарій ДВНЗ «УжНУ» <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui>, сайт УжНУ <https://www.uzhnu.edu.ua>, інформаційні ресурси в мережі Інтернет.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література.

Базова

1. Жидкова Т. В., Апатенко Т. М. — *Будівельна фізика : підручник*. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. Профільний університетський підручник з повним курсом (тепло, волога, освітлення, акустика), підходить для бакалаврів/магістрів. [Файлы ЗНУ+1](#)
2. Єгорченков В. О., Яців М., Кінаш Р. — *Архітектурно-будівельна фізика. Природне освітлення приміщень : підручник*. — Львів : Ліга-Прес, 2015. Спеціалізований підручник з освітлення (природне і штучне), добрий як модульний ресурс для курсу. knuba.edu.ua
3. Апатенко Т. М. — *Будівельна фізика. Конспект лекцій / Методичні рекомендації* — Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, 2019–2021 (електронні видання / методички). Короткі лекційні конспекти й методичні матеріали для самостійної роботи; корисні як навчально-методичний супровід до підручника. wiki.kname.edu.ua+1
4. «*Основи будівельної фізики*» — електронні підручники / навчальні посібники (різні колективи; публікації закладів професійної та вищої освіти), 2016–2023. Набір онлайн-підручників (Е-book / навчальна хмара) для

практичних занять і лабораторних робіт — зручні як додатковий навчальний матеріал. (приклад: електронні версії в НУБіП, КПКЛ та ін.). hfkbad.lcloud.in.ua+1

5. Pinterič M. (Марко Пінтеріч) — *Будівельна фізика: від фізичних законів до міжнародних стандартів* (переклад українською) — вид. «Наш Формат», (укр. видання — анонс/переклад, 2025). Сучасна англomовна/європейська праця, що у перекладі містить приклади, стандарти і практичні розрахунки; аносований український переклад — корисний як додатковий сучасний підручник (зверніть увагу: видання перекладу може бути щойно опубліковане / передпродане). [Книжковий інтернет-магазин Наш Формат+1](#)

6. W.Biasi. Bauphysik. © 2001 by Verlag Europa Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co.,42781 Haan-Gruiten. ISBN 3-8085 4263-2 (нім).

7. .Blasi. Bauphysik. © 2001 by Verlag Europa Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co.,42781 Haan-Gruiten. ISBN 3-8085 4263-2 (нім).

Нормативна

1. Основні ДБН України (будівельна фізика)

Номер / рік	Назва / зміст
ДБН 31:2021	В.2.6- «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» profbuild.in.ua+1
ДБН 31:2016	В.2.6- «Теплова ізоляція будівель» – розрахунок теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій, температурно-вологісні режими. teplota.org.ua+1
ДБН 33:2018	В.2.6- «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією» – вимоги до проектування теплоізоляційних фасадів. (вказаний у силабусі) ksada.org
ДБН 10:2008	В.1.2- «Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму» – акустичні вимоги, рівні звукоізоляції, класи шумозахисту. nvfi.biz+1
прДБН XX:201X	В.2.6- «Будівельна акустика» (проект ДБН) – правила зниження шуму, акустичний розрахунок, ізоляція шуму. dbn.co.ua+1
ДБН 67:2013	В.2.5- «Опалення, вентиляція та кондиціонування» — містить вимоги до теплофізики систем опалення та вентиляції. Электронное строительство

• ДБН В.1.1-7:2016 “Пожежна безпека об’єктів будівництва” — державний нормативний документ України. ДБНУ

• ДСТУ EN 13501-4:2024 — класифікація конструкцій за вогнестійкістю (національний стандарт, ідентичний EN 13501-4). Будстандарт Online

2. Важливі EN / ISO (європейські / міжнародні) стандарти з будівельної фізики.

Норма	Рік	Зміст / призначення
EN ISO	2017	Розрахунок теплового опору і теплопередачі будівельних

Норма	Рік	Зміст / призначення
6946		елементів (thermal resistance, U-значення)
ISO 13788	2012	Гігротермічна продуктивність будівельних компонентів — розрахунок внутрішньої поверхневої температури, конденсації пари
EN ISO 10456	2007 (із корекціями)	Гігротермічні властивості будівельних матеріалів — табульовані значення теплопровідності, паропроникності та конверсії вологи Scribd+1
EN ISO 15148	2002 / A1:2016	Визначення коефіцієнта водопоглинання матеріалів (часткове занурення) iTeh Standards
ISO 12354-1	2017	Акустика будівель — моделі для оцінки повітряної звукоізоляції між приміщеннями iso.org
ISO 12354-3	2017	Акустика будівель — оцінка звукоізоляції фасадів (повітряний звук зовні) iso.org
EN ISO 7730	(старіша версія)	Тепловий комфорт — методи розрахунку середньої суб'єктивної оцінки теплового стану (PMV/PPD) Academia
EN ISO 15251	2011	Внутрішній мікроклімат — параметри для проектування приміщень (температура, волога, освітлення, акустика) mathcentre.com.ua

Допоміжна література

1. Ратушняк Г.С., Попова Г.С. Будівельна теплофізика. Вінниця. ВНТУ. 2004.- 119 с.
 2. Маляренко В.А., Герасимова О.М., Малєєв О.І. Будівельна теплофізика. Курс лекцій для студентів усіх форм навчання будівельних спеціальностей. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 100 с.
 3. Гільчук А.В., Халатов А.В., Доник Т.В. Теорія теплопровідності. Навчальний посібник. Київ. КПІ ім.І.Сікорського. 2020 р. - 153 с.
 4. Рувінський, Б.М. Будівельна фізика: навч. посібник. Ч.1 / Б.М.Рувінський, М.О.Галушак. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. - 239 с. (укр.).
 5. Дреус А.Ю. Збірник задач з тепломасообміну : навчальний посібник / А.Ю. Дреус, К.Є. Лисенко, В.О. Сяєв. – Д., 2016. – 124 с. ISBN 978-617-7379-03-3.
1. **Wolfgang M. Willems (ред.)** — *Lehrbuch der Bauphysik. Wärme – Feuchte – Klima – Schall – Licht – Brand*. 8-е / 9-е перевидання (2017; останнє перевидання — 2022), Springer Vieweg.
Класичний німецькомовний підручник/наочне посібник, комплексно охоплює тепло- і вологотехніку, акустику, освітлення і питання пожежної безпеки — підходить як для студентів, так і практиків. [SpringerLink+1](#)
 2. **Hugo S. L. C. Hens** — *Building Physics: Heat, Air and Moisture. Fundamentals and Engineering Methods (4th ed.)* — Ernst & Sohn / Wiley, 2023.

- Сучасний англомовний підручник з фундаментів передачі тепла/повітря/вологи (НАМ), містить інженерні методи, приклади й вправи — широко використовується в університетах. ernst-und-sohn.de+1
3. **Hugo S. L. C. Hens** — *Applied Building Physics: Ambient Conditions, Functional Demands and Building Part Requirements (3rd ed.)* — Ernst & Sohn, 2023. Допоміжний (прикладний) том до попереднього — про проектні вимоги, граничні умови, характеристику матеріалів і практичне застосування в проектуванні. Wiley-VCH+1
 4. **Sašo Medved** — *Building Physics: Heat, Ventilation, Moisture, Light, Sound, Fire, and Urban Microclimate*. Springer Nature, 2021. Сучасна комплексна монографія (англ.), що поєднує тепло-, волого- та акустичні питання з освітленням, пожежною безпекою й мікрокліматом міста — корисна як підручник для курсу з міждисциплінарним підходом. Google Книги
 5. **Wolfgang M. Willems, Kai Schild, Diana Stricker** — *Formeln und Tabellen Bauphysik. Wärmeschutz – Feuchteschutz – Klima – Akustik – Brandschutz* (оновлені видання після 2015, напр. 2020/2024). Springer / Vieweg — збірник формул, таблиць і швидких довідок. Зручний довідник-посібник для виконання розрахунків (U-значення, коефіцієнти паропроникності, акустичні індекси і т. ін.) у навчальних задачах і практичних проектах. Eurobuch.at+1