

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра будівництва



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету

конструювання та дизайну

Зіновій РУЖИЛО

«21» травня 2024 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри будівництва

Протокол № 11 від 07.05.2024 р.

Завідувач кафедри

Євгеній БАКУЛІН

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Євген ДМИТРЕНКО

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Сейсмологія**

Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Факультет Конструювання та дизайну

Розробники: Професор кафедри будівництва, д.т.н., с.н.с. Микола МАР'ЄНКОВ

Київ – 2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра будівництва

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету
конструювання та дизайну
Зіновій РУЖИЛО

“ 21” травня 2024 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри будівництва

Протокол № 11 від 07.05.2024 р.
Завідувач кафедри
Євгеній БАКУЛІН

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Євген ДМИТРЕНКО

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Сейсмологія**

Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Факультет Конструювання та дизайну

Розробники: Професор кафедри будівництва, д.т.н., с.н.с. Микола МАР'ЄНКОВ

Київ – 2024 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Більш 20% території України є сейсмічно небезпечними районами з інтенсивністю землетрусів від 6 до 9 балів за сейсмічною шкалою. Тому на базі знань та вмінь, здобутих студентами при вивченні дисципліни «Сейсмологія», майбутні фахівці будуть розробляти проекти сейсмостійких будівель та споруд, які повинні забезпечити збереження життя людини під час проектних та максимальних розрахункових землетрусів. Важливим є також визначення розрахункової сейсмічності будівельного майданчика та сейсмічних навантажень на будівлі з різними конструктивними схемами.

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	бакалавр	
Спеціальність	Будівництво та цивільна інженерія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістовних модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	4	
Семестр	8	
Лекційні заняття	26 год.	
Практичні, семінарські заняття	-	
Лабораторні заняття	26 год.	
Самостійна робота	68 год.	
Індивідуальні завдання	-	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Сейсмологія» є забезпечення майбутнього спеціаліста знаннями щодо небезпеки землетрусів, визначення розрахункової інтенсивності будівельного майданчика та сейсмічних навантажень на несучі та огорожувальні конструкції будівель та споруд.

Завданням дисципліни є забезпечення знаннями для оцінки сейсмостійкості існуючих будівель та проектування нових конструкцій будівель і споруд різної поверховості.

Основні задачі дисципліни: вивчення вимог нормативних документів щодо проектування сейсмостійких будівель і споруд з різними конструктивними схемами.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- склад динамічних обстежень конструкцій, будівель і споруд;
- методику визначення динамічних характеристик будівель і споруд;
- сейсмометричну апаратуру для визначення частот (періодів) та форм власних коливань будівель і споруд;
- методику визначення розрахункової сейсмічної інтенсивності будівельного майданчика;
- розрахункові динамічні схеми будівель;
- принципи сейсмостійкого проектування згідно вимог діючих нормативних документів.

Вміти:

- використовувати одержані знання для вирішення задач динамічного обстеження будівель при їх експлуатації у сейсмічно небезпечних районах;
- оцінити сейсмостійкість існуючих та проектуємих будівель і споруд згідно принципів сейсмостійкого будівництва;
- складати динамічні розрахункові схеми будівель і споруд;
- визначати переміщення та перекоси поверхів будівлі при сейсмічних навантаженнях різної інтенсивності;
- визначати сейсмічні навантаження на будівлі і споруди за спектральним методом;
- використовувати пакет акселерограм при виконанні прямих динамічних розрахунків будівель і споруд.

Набуття компетентностей:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі будівництва та цивільної інженерії у процесі навчання, що передбачає застосування комплексу теорій та методів визначення міцності, стійкості, деформативності, моделювання, посилення будівельних конструкцій; подальшої безпечної експлуатації, реконструкції, зведення та монтажу будівель та інженерних споруд; застосування систем автоматизованого проектування у галузі будівництва.

загальні компетентності (ЗК):

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.

ЗК08. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК04. Здатність обирати і використовувати відповідні обладнання, матеріали, інструменти та методи для проектування та реалізації технологічних процесів будівельного виробництва.

СК06. Здатність до інжинірингової діяльності у сфері будівництва, складання та використання технічної документації.

СК07. Спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у сфері архітектури та будівництва у непередбачуваних робочих контекстах.

СК09. Здатність здійснювати організацію та керівництво професійним розвитком осіб та груп у сфері архітектури та будівництва.

СК12. Здатність здійснювати та організовувати технічну експлуатацію, обстеження, реконструкцію будівель та інженерних споруд, забезпечувати довговічність роботи, надійну та подальшу безпечну експлуатацію об'єктів та інженерних мереж агропромислової та інших галузей господарства.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН02. Брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва.

ПРН05. – Використовувати та розробляти технічну документацію на усіх стадіях життєвого циклу будівельної продукції.

ПРН07. Виконувати збір, інтерпретацію та застосування даних, в тому числі за рахунок пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

ПРН08. Раціонально застосовувати сучасні будівельні матеріали, вироби та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення.

ПРН10. Приймати та реалізовувати раціональні рішення з організації та управління будівельними процесами при зведенні об'єктів будівництва та їх експлуатації.

ПРН13. Здійснювати організацію та керівництво професійним розвитком осіб та груп у сфері архітектури та будівництва.

ПРН14. Забезпечувати безпечну та надійну експлуатацію будівельних конструкцій будівель, споруд та інженерних мереж та за необхідності здійснювати їхнє посилення (повну або часткову заміну) із використанням економічно-обґрунтованих та доцільних методів реконструкції.

ПРН15. Демонструвати вміння працювати з приладами технічної діагностики та неруйнівного контролю, вимірювальними і геодезичними щодо визначення можливості подальшої експлуатації будівельних конструкцій та/або реконструкції об'єктів у галузі будівництва.

ПРН16. Виконувати обґрунтування щодо економічної доцільності варіантного проектування, зведення, реконструкції та експлуатації будівель і споруд, використовувати методи інвестиційної оцінки об'єктів будівництва.

3 Програма та структура навчальної дисципліни:

- для повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	тижні	усього	в тому числі					усього	в тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Змістовний модуль №1. «Основні принципи визначення сейсмічності будівельного майданчику та проектування сейсмостійких будівель і споруд»													
Тема 1. Шкала сейсмічної інтенсивності України за ДСТУ Б В.1.1-28:2010. Визначення інтенсивності землетрусу за результатами оцінки наслідків (пошкодження конструкцій будівель та вплив на людину та ґрунт)	2	16	4		4		8						
Тема 2. Застосування карт загального сейсмічного районування (ЗСР) та результатів сейсмічного мікрорайонування (СМР) при визначенні розрахункової сейсмічної інтенсивності будівельного майданчику	1	11	2		2		7						
Тема 3. Основні принципи проектування сейсмостійких будівель і споруд	2	18	4		4		10						
Всього за змістовним модулем 1	5	45	10		10		25						
Змістовний модуль № 2 «Методи розрахунку конструкцій на сейсмічні дії (спектральний та прямий динамічний метод із застосуванням акселерограм)»													

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	тижні	усього	в тому числі					усього	в тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тема 4. Визначення сейсмічних навантажень на будівлі і споруди за спектральним методом.	1	12	2		2		8						
Тема 5. Прямий динамічний метод розрахунку будівель із застосуванням акселерограм.	2	18	4		4		10						
Тема 6. Особливості проектування будівель із залізобетонним каркасом і діафрагмами або ядрами жорсткості	3	24	6		6		12						
Тема 7. Особливості проектування будівель з несучими стінами із монолітного залізобетону та великопанельних будівель.	2	21	4		4		13						
Всього за змістовним модулем 2	6	81	6		6		69						
Всього по дисципліні	13	120	26		26		68						

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення розрахункової сейсмічної інтенсивності будівельного майданчику	2
2	Складання динамічної розрахункової схеми каркасної будівлі	4
3	Розрахунок динамічних характеристик 5 поверхової будівлі	4
4	Визначення сейсмічних навантажень згідно ДБН В.1.1-12:2014	4

5	Розрахунок несучої здатності монолітної залізобетонної діафрагми при дії вертикальних статичних та горизонтальних сейсмічних навантажень	6
6	Розрахунок залізобетонної плити перекриття прогоном 12 м на вертикальні сейсмічні навантаження	2
7	Розрахунок перекосів поверхів будівлі та порівняння з допустимими значеннями	4
	Всього	26

5. Контрольні запитання для визначення рівня засвоєння знань студентами:

1. Як визначається сейсмічна інтенсивність будівельного майданчику (у балах шкали сейсмічної інтенсивності за ДСТУ Б В.1.1-28:2010) з урахуванням списку населених пунктів України, розташованих у сейсмічно небезпечних районах (додаток А до ДБН В.1.1-12:2014)?
2. Як визначається сейсмічна інтенсивність будівельного майданчику за допомогою карт загального сейсмічного районування (ЗСР-2004) території України (додаток Б до ДБН В.1.1-12:2014)?
3. Як визначається сейсмічна інтенсивність будівельного майданчику за результатами сейсмічного мікрорайонування (СМР)?
4. Як визначається сейсмічна інтенсивність будівельного майданчику за матеріалами загальних інженерно-геологічних вишукувань (із застосуванням таблиці 5.1 ДБН В.1.1-12:2014)?
5. Назвіть основні принципи проектування сейсмостійких будівель і споруд:
 - з конструктивними рішеннями, які передбачають регулярність розподілення у плані та по висоті будівлі мас і жорсткостей;
 - на майданчиках зі складними ґрунтовими умовами (просідаючі ґрунти, зсувами, карстом);
 - з конструктивними заходами, які виключають можливість крихкого руйнування конструкцій і з'єднань між ними;
 - з застосуванням конструктивних схем, матеріалів, сейсмоізоляції та інших систем динамічного регулювання, що забезпечують зниження сейсмічних навантажень.

6. Приведіть розрахункові динамічні схеми та основні формули для визначення сейсмічних навантажень на будівлі і споруди за спектральним методом:

- розрахункові схеми будівель та формули для визначення сейсмічних навантажень S_{ki} ;
- визначення коефіцієнтів k_1, k_2 (за таблицями 6.3 та 6.4 ДБН В.1.1-12:2014); k_3 в залежності від поверховості будівлі; коефіцієнта динамічності β в залежності від періоду власних коливань та категорії ґрунту за сейсмічними властивостями; експериментальні залежності для визначення періодів власних коливань будівель;
- визначення допустимих значень перекосів поверхів будівель з різними конструктивними схемами в залежності від експлуатаційного рівня (СЗ, ПЗ, МРЗ – слабкий, проектний та максимальний розрахунковий землетрус);
- визначення сейсмічного навантаження (сейсмічного моменту) на будівлі завширшки понад 30 м та з несиметричним планом.

7. Приведіть основні положення прямого динамічного методу розрахунку будівель із застосуванням акселерограм:

- параметри рекомендованих у таблиці 6.10 ДБН В.1.1-12:2014 інструментальних записів землетрусів та синтезованих акселерограм (переважаючі періоди, амплітуди прискорень, крок дискретизації, масштабні коефіцієнти);
- визначення коефіцієнтів жорсткості та демпфування основи та значень логарифмічних декрементів коливань залізобетонних та сталевих конструкцій будівель, рекомендованих у пункті 6.4.13 ДБН В.1.1-12:2014, при розрахунках динамічних моделей конструкцій із застосуванням акселерограм.

8. Назвіть основні вимоги до проектування будівель із залізобетонним каркасом і діафрагмами або ядрами жорсткості:

- обмеження поверховості будівель в залежності від конструктивного рішення та сейсмічності будівельного майданчика (6, 7, 8 та 9 балів);
- вимоги до влаштування фундаментів та підземних поверхів;
- вимоги до довжини секцій та мінімальної товщини монолітного перекриття;
- визначення ширини антисейсмічного шва на кожному рівні будівлі;

- конструктивні рішення щодо влаштування збірних залізобетонних перекриттів та покриттів;
- вимоги до армування вертикальних та горизонтальних несучих конструкцій.

9. Які вимоги ДБН В.1.1-12:2014 з проектування сейсмостійких будівель з несучими стінами із монолітного залізобетону та великопанельних будівель?

10. Назвіть вимоги ДБН В.1.1-12:2014 з проектування будівель зі стінами з цегли або кам'яної кладки:

- конструктивні рішення будівель зі стінами з цегли або кам'яної кладки;
 - мінімальна висота антисейсмічного пояса та вимоги до його армування (діаметр та кількість стрижнів);
 - вимоги до міцності цегли та розчину в залежності від інтенсивності сейсмічних впливів;
 - граничні значення розмірів елементів будівель при розрахунковій сейсмічності майданчика будівництва від 6 до 9 балів (таблиця 7.2 ДБН В.1.1-12:2014);
 - вимоги до проектування сполучень стін, виходів зі сходових клітин; будинків зі стінами комплексної конструкції; каркасно-кам'яних будівель.
11. Особливості проектування сейсмостійких сталевих конструкцій:
- матеріали сталевих несучих каркасів;
 - проектування зон пластичності у ригелях;
 - вимоги до вертикальних в'язей по колонах каркасів будівель;
 - вимоги до проектування наземних резервуарів та фундаментів сталевих веж.

6. Методи навчання.

При викладанні даної дисципліни використовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

7. Форми контролю.

Система поточного, модульного та підсумкового контролю з навчальної дисципліни «Сейсмологія».

Поточний контроль знань здійснюється за модульно - рейтинговою системою та передбачає усне експрес-опитування під час аудиторних занять, проведення 1 письмового модуля контрольної роботи та виконання лабораторних робіт. Мінімум балів при яких студент допускається до заліку становить 42 бали. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку із виконанням письмових завдань.

8. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

<i>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</i>	Студент повинен здавати усі роботи в заплановані терміни до закінчення вивчення поточного модуля. Роботи, що здаються з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модульної контрольної роботи відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний) і дозволяється в термін до закінчення наступного модуля.
<i>Політика щодо академічної доброчесності:</i>	Списування, використання мобільних девайсів, додаткової літератури під час модульних контрольних робіт, заліків та екзаменів заборонено. Письмові роботи, реферати повинні мати конкретні текстові посилання на використану літературу та відповідати завданню на виконання.
<i>Політика щодо відвідування:</i>	Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим для всіх студентів. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись згідно з індивідуальним навчальним планом, затвердженим у визначеному порядку. Пропущені лекції, після їх опрацювання здобувачем вищої освіти, відпрацьовується у вигляді співбесіди з викладачем або в он-лайн формі. Пропущені лабораторні заняття відпрацьовуються студентами в лабораторії кафедри.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

9. Методичне забезпечення

Перелік наочних та інших навчально-методичних посібників, методичних матеріалів.

№ пор	Назва	Кількість
1	2	4
1.	Слайди (електронна форма) до лекційного курсу	1 прим.
2.	Навчальний посібник	Електронна версія, та друкована

10. Рекомендовані джерела інформації

1. ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України». – К.:Мінрегіон України, 2014. – 110 с.
2. ДСТУ Б В.1.1-28:2010. Шкала сейсмічної інтенсивності.
3. ДБН В.1.2.-5:2007. СЗНББО. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. – К: Мінрегіонбуд України, 2007.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи / Мінрегіон України. – Київ: 2006 р. – 60 с.
5. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ. Мінрегіонбуд України. – 2009.
6. ДБН В.2.1-10-2018. Основи та фундаменти споруд. – Київ.: Мінрегіонбуд України, – 2018.
7. ДБН В.1.1-45-2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. -Київ.- 2017.
8. ДСТУ-Н Б В.1.1-44:2016. Настанова щодо проектування будівель і споруд на просідаючих ґрунтах. – Київ.-2016.
9. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України. – 2009 р. – 97с.

10. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. К., Мінрегіонбуд України. 2010.
11. Немчинов Ю. И. Сейсмостойкость зданий и сооружений. – Киев: Будівельник, 2008. – 480 с.