



**Лектор курсу**

**Контактна інформація  
лектора (e-mail)**

**СИЛАБУС ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Попередньо напружені залізобетонні конструкції**  
**(спецкурс)»**

**Ступінь вищої освіти - Бакалавр**

**Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»**

**Освітньо-професійна програма «Будівництво та цивільна інженерія»**

**Рік навчання 4, семестр 8**

**Форма навчання денна, заочна**

**Кількість кредитів ЄКТС 4**

**Мова викладання українська**

д.т.н., проф., професор кафедри будівництва НУБіП України

**Яковенко Ігор Анатолійович**

[yakovenko\\_i\\_a@nubip.edu.ua](mailto:yakovenko_i_a@nubip.edu.ua)

**ОПИС ДИСЦИПЛІНИ**

*(до 1000 друкованих знаків)*

Навчальна дисципліна «Попередньо напружені залізобетонні конструкції (спецкурс)» є вибірковою компонентою у підготовці студентів ОС «Бакалавр» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» і є продовженням обов'язкової компоненти «Залізобетонні і кам'яні конструкції». Вона ґрунтується на теоретичних знаннях і практичних вміннях здобувачів із наступної плеяди вже вивчених та/або вивчаємих освітніх компонент: «Теоретична та будівельна механіка» → «Механіка матеріалів і конструкцій» → «Основи проектної справи і конструювання» → «Архітектура будівель та споруд» → «Будівельні конструкції» → «Залізобетонні та кам'яні конструкції» → «Основи та фундаменти» та надає всебічного розуміння і фундаментальну підготовку подальшого здобуття ОС «Магістр» за ОПП (ОНП) «Будівництво та цивільна інженерія».

Дисципліна є продовженням і доповненням вибірових компонент «Основи теорії пружності та пластичності», «Будівельна механіка (спецкурс)», «Проектування с.г. підприємств (тваринницьких, сервісних)», «ВІМ у будівництві та архітектурі». Також вона надає чіткі розрахункові алгоритми щодо проектування залізобетонних конструкцій із попереднім напруженням у кваліфікаційній роботі бакалавра за компонентою «Підготовка і захист кваліфікаційної бакалаврської роботи».

Вибіркова дисципліна «Попередньо напружені залізобетонні конструкції (спецкурс)» передбачає вивчення теоретичного та практичного матеріалу, який викладений у *двох* змістових модулях.

У *першому* модулі розглядаються загальні відомості щодо фізико-механічних характеристик бетону та арматури, які використовуються у попередньо напружених залізобетонних конструкціях; методи створення попереднього напруження; основи та передумови, покладені до розрахункових методик визначення несучої здатності.

У *другому* модулі розглядаються алгоритми визначення несучої здатності та конструювання попередньо напружених залізобетонних конструкцій, які працюють на згин, розтяг, позацентровий розтяг, стиск та позацентровий стиск, а також способи визначення прогинів та тріщиностійкості.

**Метою** дисципліни «Попередньо напружені залізобетонні конструкції (спецкурс)» є всебічна підготовка бакалаврів з будівництва та цивільної інженерії та оволодіння і засвоєння студентами основних положень попередньо напружених залізобетонних конструкцій, які зазнають дії різних типів прикладення навантаження у спектрі практичних проблем, які вивчають на рівні діяльності бакалавра-будівельника.

**Завданнями** навчальної дисципліни є одержання студентом практичних результатів щодо оволодіння базовими залежностями та параметрами визначення напружено-деформованого стану попередньо напружених залізобетонних конструкцій, які надають повну інформацію щодо несучої здатності, тріщиностійкості, прогинів.

**Компетентності, які набувають здобувачі ОС «Бакалавр» під час вивчення вибіркової освітньої компоненти «Механіка руйнування будівельних конструкцій»:**

→ **інтегральна компетентність (ІК):**

▸ 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):**

- ЗК1 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2 – Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.
- ЗК5 – Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- ЗК6 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

→ **фахові (спеціальні) компетентності (СК):**

▸ СК1 – Здатність використовувати концептуальні наукові та практичні знання з математики, хімії та фізики для розв'язання складних практичних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії.

▸ СК2 – Здатність до критичного осмислення і застосування основних теорій, методів та принципів економіки та менеджменту для раціональної організації та управління будівельним виробництвом.

▸ СК4 – Здатність обирати і використовувати відповідні обладнання, матеріали, інструменти та методи для проектування та реалізації технологічних процесів будівельного виробництва.

▸ СК11 – Володіти методами проектування, моделювання та конструювання з використанням систем автоматизованого проектування та розрахунку будівельних конструкцій будівель та інженерних споруд об'єктів промислового, агропромислового, транспортного та цивільного призначення.

**Програмні результати навчання (ПРН):**

▸ ПРН1 – 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.

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

▸ ПРН06 – Застосовувати сучасні інформаційні технології для розв'язання інженерних та управлінських задач будівництва та цивільної інженерії.

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

▸ ПРН09 – Проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, 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.

▸ ПРН12 – Мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв’язання складних спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії.

▸ ПРН17 – Оволодіння навичками ефективною самостійною роботи (курсове та дипломне проектування) або у групі (лабораторні роботи, включаючи навички лідерства при їхньому виконанні); результативність роботи в умовах обмеженого часу з акцентом на професійну сумлінність і академічну добросовісність.

### СТРУКТУРА КУРСУ

Тема	Години (лекції/лабораторні, практичні, семінарські/ самостійна робота)	Результати навчання	Завдання	Оціню- вання
1	2	3	4	5
<b>8 семестр</b>				
<b>Змістовний модуль №1.</b>				
<b>«Основні властивості попередньо напружених залізобетонних конструкцій»</b>				
Тема 1. Основні відомості попередньо напружених залізобетонних конструкцій	2/2/5	Знати основні поняття та функції та рівні попереднього напруження. Знати класифікацію попередньо напруженого бетону. Знати відмінності між звичайним залізобетоном та напруженим бетоном.	Виконання та захист лабораторної роботи №1.  Самостійна робота за темою 1	7  3
Тема 2. Фізико-механічні характеристики бетону та арматури у попередньо напружених конструкціях	2/2/5	Знати основні вимоги до бетону (міцність, модуль пружності, втомна міцність і модуль пружності бетону, повзучість, усадка, температурний вплив). Знати властивості попереднього напруження арматурних стрижнів: основні вимоги до арматури, класифікація кріплень, з’єднані сталі. Вміти застосовувати фізико-механічні властивості сталей попереднього напруження.	Виконання та захист лабораторної роботи №2.  Самостійна робота за темою 2	7  3
Тема 3. Методи попереднього напруження та анкерні системи, у попередньо напружених ЗБК	2/2/5	Знати існуючі методи створення попереднього напруження у ЗБК. Знати системи кріплення. Використання домкратів для розтягу арматури.	Виконання та захист лабораторної роботи №3. Самостійна робота за темою 3	7  3

1	2	3	4	5
<p>Тема 4. Передумови, стратегія аналізу проектування попередньо напружених ЗБК</p>	<p>2/2/5</p>	<p>Знати загальні поняття щодо розрахунку попередньо напружених бетонних конструкцій: алгоритм розрахунку, аналіз напружень, функції анкерних кріплень, характеристики визначення прогину. Знати загальні питання проектування попередньо напружених бетонних конструкцій, дії та комбінації зусиль, основні кроки проектування</p>	<p>Виконання та захист лабораторної роботи №4.  Самостійна робота за темою 4</p>	<p>7  3</p>
<p>Тема 5. Розрахунок ефективного напруження у попередньо напруженій арматурі ЗБК</p>	<p>2/2/5</p>	<p>Поняття ефективного напруження в попередньо напружених стрижнях. Вміти визначати тривале ефективне напруження у попередньо напружених стрижнях. Знати уніфікований підхід до розрахунку тривалих втрат, алгоритм розрахунку довготривалих втрат попереднього напруження, втрат внаслідок релаксації, втрат попереднього напруження внаслідок усадки та повзучості. Вміти розраховувати втрати попереднього напруження внаслідок тертя, анкерування, пружнього скорочення, внаслідок послаблення канатів, внаслідок усадки та повзучості бетону.</p>	<p>Виконання та захист лабораторної роботи №5.  Самостійна робота за темою 5</p>	<p>7  3</p>
<p>Тема 6. Вплив сили попереднього напруження на залізобетонні конструкції</p>	<p>2/2/5</p>	<p>Загальні відомості щодо визначення еквівалентних навантажень сили попереднього напруження. Первинні та вторинні внутрішні сили, створені зусиллям попереднього напруження. Перерозподіл моменту попереднього напруження внаслідок повзучості.</p>	<p>Виконання та захист лабораторної роботи №6.  Самостійна робота за темою 6</p>	<p>7  3</p>

1	2	3	4	5
Тема 7. Аналіз напружень попередньо напружених бетонних елементів, що згинаються	2/2/5	Знати властивості попередньо напруженого бетонного гнучкого елемента при згині. Вміти аналізувати напруження перед та після утворення тріщин. Вміти перевіряти стійкість до утворення тріщин, перевіряти тріщиностійкість нормальних та похилих перерізів.	Виконання та захист лабораторної роботи №7.  Самостійна робота за темою 7	7  3
Проміжна атестація за модулем 1	–	Повторення та засвоєння теоретичного та практичного матеріалу за модулем 1	Опрацювання навчального матеріалу за модулем 1	30
<b>Всього за модулем 1</b>	<b>14/14/35</b>	–	–	<b>100</b>
<b>Змістовний модуль №2. «Розрахунок попередньо напружених залізобетонних конструкцій»</b>				
Тема 8. Розрахунок та контроль деформацій і тріщин у попередньо напружених ЗБК	2/2/5	Знати значення контролю деформації та утворення тріщин. Знати алгоритми визначення прогину і кута повороту попередньо напружених ЗБК. Визначення короткочасного та довготривалого прогину згинальних елементів. Визначення параметрів утворення тріщин.	Виконання та захист лабораторної роботи №8.  Самостійна робота за темою 8	7  4
Тема 9. Визначення граничної несучої здатності згинальних попередньо напружених ЗБК	2/2/5	Вміти визначати несучу здатність попередньо напружених ЗБК за нормальними перерізами при згині (прямокутних та таврових перерізів). Побудова рівнянь рівноваги, визначення максимальних зусиль.	Виконання та захист лабораторної роботи №9. Самостійна робота за темою 9	7  4
Тема 10. Проектування попередньо напружених залізобетонних конструкцій, що працюють на згин	2/2/8	Володіти схемами проектування попередньо напружених згинальних ЗБК. Визначення необхідної площі та типу армування. Знати принципи та місця розташування попередньо напруженої арматури. Знати місця розташування арматурних кріплень у ЗБК.	Виконання та захист лабораторної роботи №10.  Самостійна робота за темою 10	7  5

1	2	3	4	5
Тема 11. Аналіз і проектування розтягнутих елементів попередньо напружених ЗБК	2/2/5	Вміти аналізувати та проектувати попередньо напружені розтягнуті елементи. Вміти визначати напруження та деформації елементів осьового розтягу (центральної та позацентральної розтяг).	Виконання та захист лабораторної роботи №11.  Самостійна робота за темою 11	7  5
Тема 12. Аналіз і проектування стиснутих елементів попередньо напружених ЗБК	2/2/5	Вміти аналізувати та проектувати стиснуті елементи. Вміти аналізувати та проектувати стиснуті елементи різного типу перерізів та різних ексцентриситетів.	Виконання та захист лабораторної роботи №12.  Самостійна робота за темою 12	7  5
Тема 13. Розрахунок і проектування зовнішньо попередньо напружених залізобетонних конструкцій	2/2/5	Знати загальні поняття про зовнішньо попередньо напружених залізобетонних конструкцій. Знати існуючі зовнішні системи утворення попереднього напруження у ЗБК: системи кріплення, натяжні пристрої, амортизуючі пристрої. Вміти визначати рівень напруження у зовнішньому армуванні попередньо напружених залізобетонних конструкцій.	Виконання та захист лабораторної роботи №13.  Самостійна робота за темою 13	7  5
Проміжна атестація за модулем 2	–	Повторення та засвоєння теоретичного та практичного матеріалу за модулем 2	Опрацювання навчального матеріалу за модулем 2	30
<b>Всього за модулем 2</b>	<b>12/12/33</b>	–	–	<b>100</b>
<b>Всього за навчальну роботу (8 семестр)</b>				<b>70</b>
<b>Екзамен (8 семестр)</b>				<b>30</b>
<b>Всього за 8 семестр</b>	<b>26/26/68</b>	–	–	<b>100</b>

### ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно чинної редакції "*Положення про екзамени та заліки у НУБіП України*", затвердженого Вченою Радою НУБіП України від 26.04.2023 року, протокол №10.

<b>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</b>	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний)
<b>Політика щодо академічної доброчесності:</b>	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Лабораторні роботи повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу та відповідати завданню на виконання
<b>Політика щодо відвідування:</b>	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

### 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

### РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

#### Основні:

1. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний з 2011-07-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 71 с. – (Державні будівельні норми).

2. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6-156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

3. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019-08-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).

4. Навантаження і впливи: норми проектування : ДБН В.1.2.-2:2006. – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2006. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).

5. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6-98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / [Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін.]. – К. : Толока, 2017. – 627 с.

13. Бабич Є.М. Розрахунок і конструювання залізобетонних балок : навчальний посібник / Є. М. Бабич, В. Є. Бабич. – 2-ге видання, перероблене і доповнене. – Рівне : НУВГП, 2017. – 191 с.

7. Бамбура А.М. Проектування залізобетонних конструкцій : посібник / А.М. Бамбура, І.Р. Сазонова, О.В. Дорогова, О.В. Войцехівський; за ред. А.М. Бамбури. – К. : Майстер книг, 2018. – 240 с.

8. Гнідець Б.Г. Залізобетонні конструкції з напружуваними стиками і регулюванням зусиль : монографія / Б.Г. Гнідець. – Л. : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2008. – 548 с.

9. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції : будівлі, споруди та їх частини: підручник. – Полтава : ТОВ «АСМІ», 2017. – 284 с.

10. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції : практичні методи розрахунків та конструювання : навч. посіб. / А.М. Павліков, Д.В. Кочкар'єв ; [за ред. д.т.н., проф. Павлікова А.М.] ; ПолтНТУ. – Полтава, ТОВ «АСМІ», 2019. – 238 с.

11. Павліков А.М. Проектування залізобетонної підкранової балки прольотом 12 м : навчальний посібник / А.М. Павліков, О.В. Гарькава. – Полтава : ПолтНТУ, 2017. – 82 с.

12. Ротко С.В. Залізобетонні конструкції : навч. посіб. / уклад. С. В. Ротко та ін. – Луцьк : Вежа-Друк, 2021. – 401 с.

13. Di Hu. Analysis and Design of Prestressed Concrete. Elsevier, Central South University Press, 2022, 436 p.

#### **Допоміжні:**

1. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона: ДСТУ Б В.2.7-217:2009 . – [Чинний з 2009-09-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2010. – 16 с. – (Національний стандарт України).

2. Лучко Й. Й. Конструкції будівель і споруд: [Підручник] За ред. д.т.н., проф. Й. Й. Лучка / Й. Й. Лучко, Б. Л. Назаревич, В. В. Ковальчук. – Львів : Каменяр, 2018. – 745 с.

3. Масюк Г.Х. Залізобетонні конструкції інженерних споруд промислових підприємств: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. / Г.Х.Масюк. – Рівне : НУВГП, 2011. – 212 с.

5. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. ДСТУ Б В.1.2. – 3:2006 – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України.

6. Сучасні конструктивні системи будівель із залізобетону : монографія. / Павліков А.М., Балясний Д.К., Гарькава О.В., Довженко О.О., Микитенко С.М., Пінчук Н.М., Федоров Д.Ф. ; за ред. А.М. Павлікова. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2017. – 155 с.

7. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції в умовах складного деформування та їх розрахунок: навчальний посібник / А.М. Павліков, О.В. Гарькава. – Полтава : ПолтНТУ, 2018. – 130 с.

8. ACI Committee 318. 2005. Building code requirements for structural concrete and commentary (ACI 318-05/ACI 381R-05). Detroit, MI: American Concrete Institute, 1445 p.

9. BS EN 1992-1-2:2004+A1:2019 Eurocode 2. Design of concrete structures. General rules. Structural fire design. Ap. 2019.08.28. British technical standard, 2019, 118 p.

10. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1 : General rules and rules for buildings. Approved by CEN on 16 April 2004, Brussels, Management Center, European Committee for Standardization, 225 p.

11. Eurocode 2: Worked Examples. Edited by Jean-Pierre Jacobs. Brussels, European Concrete Platform ASBL, 2008, 114 p.

12. The fib Model Code for Concrete Structures 2010. Proofreading and editing by Paul Beverly, U. K, International Federation for Structural Concrete (fib), Wilhelm Ernst & Sohn, 2013, 402 p.

13. Abi O. Aghayere, George F. Limbrunner. Reinforced Concrete Design. Eight edition, New Jersey, Pearson, 2014, 302 p.

14. Darwin D., Dolan Charles W., Nilson Arthur H. Design of Concrete Structures. Fifteenth Edition, New York, McGr.-Hill Education, 2016, 786 p.

13. Gaganelis Georgios, Mark Peter & Forman Patrick. Optimization Aided Design Reinforced Concrete. Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 2022, 184 p.

14. Reinforced Concrete. Design, Performance and Applications. Edited by Sharon Robinson. New York, Nova Science Publishers, 2017, 182 p.

15. Wu Yufei. Analytical Approaches for Reinforced Concrete. Elsevier, Woodhead Publishing, 2022, 529 p.

16. Yakovenko I.A. Influence of reinforcement parameters on the width of crack opening in reinforced concrete structures / I.A. Yakovenko, Ye.A. Dmytrenko // Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : collective monograph. – Riga: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2022. – P. 510–536. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-18>



## **Інформаційні ресурси**

- <https://www.nbu.gov.ua/>
- <http://www.dnabb.org/>
- <https://dntb.gov.ua/>
- <http://dglib.nubip.edu.ua/>
- <https://www.liraland.ua/>
- <https://nibu.kyiv.ua/>
- <https://www.youtube.com/@PCIPrecast>
- <https://www.youtube.com/watch?v=6p5PjHQoXjY>
- <https://theconstructor.org/concrete/>
- <https://www.youtube.com/@civilengineering94>
- <https://www.youtube.com/@engineeringmotive6669>
- <https://www.youtube.com/@civilbeats5758>
- <https://www.youtube.com/@cebox>