ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«УНІВЕРСИТЕТ КОРОЛЯ ДАНИЛА»

Факультет суспільних і прикладних наук

Кафедра архітектури та будівництва

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчально-методичної роботи
_____ Ярослав ШТАНЬКО
“29”серпня 2025 р.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРАХУНКІВ

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Галузь знань:	19 Архітектура та будівництво
Спеціальність:	192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма:	«Будівництва та цивільної інженерія»
Освітній рівень:	перший (бакалаврський)
Статус дисципліни:	обов’язкова
Мова викладання, навчання та оцінювання:	українська

Івано-Франківськ
2025

РОЗРОБНИК:

асистент кафедри архітектури
та будівництва Ігор БІЛОУС

ЗАТВЕРДЖЕНО:

на засіданні кафедри архітектури та будівництва
протокол № 1 від 25 серпня 2025 р.

Завідувач кафедри Руслан ЖИРАК

УЗГОДЖЕНО:

Гарант ОПП/ОНП Мирослава ШЕВЧУК

СХВАЛЕНО:

на засіданні Науково-методичної ради, протокол № 1 від 29 серпня 2025 р.

e-mail	ihor.bilous@ukd.edu.ua
Номер аудиторії чи кафедри	Кафедра архітектури та будівництва
Посилання на сайт	Ігор БІЛОУС
Сторінка курсу в СДО	Програмне забезпечення інженерних розрахунків

ВСТУП

Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна “Програмне забезпечення інженерних розрахунків” знайомить студентів з професійними підходами до виконання інженерних розрахунків та оформлення текстової документації. Студенти опановують як загальні принципи аналітичних обчислень, так і сучасні універсальні методи аналізу будівельних конструкцій (зокрема, метод скінченних елементів). Навички, знання та уміння, отримані на заняттях з даної дисципліни, допоможуть студентам у працевлаштуванні в українських та закордонних компаніях, адже володіння цифровими технологіями суттєво підвищує конкурентоспроможність фахівців на ринку праці. До того ж, якісне виконання технічних розрахунків та оформлення результатів у вигляді звіту наочно демонструє аналітичні здібності кандидата (-ки) і додає йому (їй) шансів на отримання керівної посади.

Мета та завдання дисципліни: сформувати у студентів чітке уявлення про автоматизацію інженерних розрахунків та способи представлення технічної інформації у звітах.

В результаті вивчення дисципліни студент(-ка) повинен(-на) **знати**:

- принципи, за якими комп’ютери та гаджети функціонують і обробляють інформацію;
- основи формульної мови LaTeX;
- можливості та обмеження інженерних програм (чого варто і чого не варто очікувати від програмного забезпечення, точність обчислень та ін.);
- що таке “автоматизація”, які категорії пропрієтарного та відкритого спеціалізованого програмного забезпечення існують в світі;
- основи методу скінченних елементів;

В результаті вивчення дисципліни студент(-ка) повинен(-на) **вміти**:

- орієнтуватися в класифікації інженерних програм;
- формалізувати і вирішувати технічні задачі в доступному середовищі математичного моделювання;
- виконувати комп’ютерні розрахунки;
- працювати з одиницями вимірювання в контексті наявного програмного забезпечення;
- оформлювати технічні звіти згідно ДСТУ та інших стандартів (вимог);
- форматувати текст звіту: додати рисунки, формули, таблиці та інші елементи;
- набирати й редагувати формули на мові LaTeX;
- створювати діаграми, алгоритмічні схеми, візуальні послідовності, що відповідають поставленій технічній задачі;
- створювати шаблони звітів та окремих технічних розрахунків;

- розробляти моделі споруд та аналізувати їх за допомогою методу скінченних елементів.

Компетентності та результати навчання (*для обов'язкових дисциплін*), **яких набувають здобувачі освіти внаслідок вивчення навчальної дисципліни (шифри та зміст компетентностей та програмних результатів навчання вказано відповідно до ОПП/ОНП** «*Назва ОПП/ОНП*»).

Шифр та назва компетентності	**Шифр та назва програмних результатів навчання**
СК05. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проєктування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних задач будівництва та цивільної інженерії.	РН06. Застосовувати сучасні інформаційні технології для розв'язання інженерних та управлінських задач будівництва та цивільної інженерії. РН12. 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 (відповідно до спеціалізації).

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Курс	**1**		
Семестр	**2**		
Кількість кредитів ЄКТС	**6**		
Аудиторні навчальні заняття		**денна форма**	**заочна форма**
	лекції	**14 (в годинах)**	**4 (в годинах)**
	семінари, практичні	**46 (в годинах)**	**14 (в годинах)**
Самостійна робота		**120 (в годинах)**	**162 (в годинах)**
	екзамен 30		

Форма підсумкового контролю	(в годинах)

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни:

Пререквізити	Постреквізити
Опір матеріалів	Залізобетонні та кам'яні конструкції
Теоретична механіка	Будівельні конструкції

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Текстова технічна документація (2 год.)

Основні види текстової технічної документації, їхня структура та взаємозв'язки. Огляд нормативних документів, що регулюють звітність. Правила оформлення. Приклади звітів з вітчизняної та закордонної практики будівельного проєктування.

Питання на самостійне опрацювання (6 год.) - [1, 2, 10, 11]: Порівняйте структуру та зміст типового проектного звіту з вітчизняної та закордонної практики. Які основні відмінності Ви помітили? Які типи звітів використовуються на різних етапах будівельного проекту (проектування, будівництво, експлуатація)? Які особливості має оформлення графічної інформації у технічних звітах? Які типи графіків і діаграм найчастіше використовуються? Як правильно цитувати джерела інформації у технічних звітах? Які вимоги до оформлення бібліографічних посилань?

Тема 2. Програмні рішення та інструменти для інженерів (2 год.)

Категорії інженерного програмного забезпечення. Що таке "CAD", "CAE", "CAM", їхнє призначення та місце в інженерії. Інструменти для розробки текстової документації. Інструменти для математичного аналізу та розрахунків.

Питання на самостійне опрацювання (6 год.) - [2, 7, 10, 12]: Які основні відмінності між 2D і 3D CAD системами? В яких випадках доцільно використовувати ту чи іншу? Які типи аналізу можна проводити за допомогою CAE систем? Наведіть приклади. Які стандарти використовуються для обміну даними між різними інженерними системами?

Тема 3. Інженерний звіт. Таблиці, рисунки, формули. Мова LaTeX (2 год.)

Типова структура звіту. Зміст, основна частина, додатки. Нетекстові елементи: таблиці, рисунки, формули. Специфіка відображення нетекстових об'єктів у звіті. Основи формульної мови LaTeX.

Питання на самостійне опрацювання (6 год.) - [1, 11, 12]: Які є основні вимоги до оформлення титульного аркуша звіту? Які правила оформлення таблиць у

звіті? Як правильно підписати таблицю і посилатися на неї в тексті? Які переваги LaTeX для оформлення наукових документів?

Тема 4. Математика та програмні обчислення (2 год.)

Точність машинної арифметики. Способи округлення чисел (на екрані, в процесі обчислень). Прості алгебраїчні операції. Векторна та матрична алгебра. Тригонометричні, трансцендентні функції. Побудова алгоритмів та ланцюгів для інженерних розрахунків.

Питання на самостійне опрацювання (6 год.) - [3, 4, 5, 6, 9]: Які типи чисел використовуються в комп'ютерних обчисленнях? Які є основні причини виникнення помилок округлення? Як можна зменшити вплив помилок округлення на результати обчислень?

Тема 5. Робота з фізичними величинами (2 год.)

Поняття “розмірність”, “фізична величина”, “одиниця вимірювання”. Способи роботи з фізичними величинами в різних програмних продуктах. Контроль та перетворення одиниць. Емпіричні формули.

Питання на самостійне опрацювання (6 год.) - [3, 4, 5, 6, 8, 11]: Які основні фізичні величини використовуються у Вашій галузі знань? Які переваги та недоліки різних систем одиниць? Які програмні продукти Ви знаєте для роботи з фізичними величинами?

Тема 6. Автоматизація інженерних розрахунків (2 год.)

Загальні принципи автоматизації обчислень. Об’єкти, які забезпечують автоматизацію розрахунків в інженерному програмному забезпеченні. Скрипти та мови програмування. Робота з аналітичними виразами та формулами. Метод скінченних елементів.

Питання на самостійне опрацювання (6 год.) - [1, 10, 11, 12]: Які оператори і конструкції використовуються в мовах програмування для автоматизації розрахунків? Як працювати з масивами і матрицями в скриптах? Як здійснюється візуалізація результатів обчислень?

Тема 7. Розробка звіту з елементами автоматизації (2 год.)

Специфіка поєднання тексту та розрахункової частини звіту. Способи представлення інформації, керування вхідними даними. Моніторинг значень параметрів. Підстановка значень та форматування розрахункових формул. Нумеровані послідовності. Автоматизація рисування (рамка, основний напис).

Питання на самостійне опрацювання (4 год.) - [1, 10, 11, 12]: Які елементи звіту відносяться до текстової частини, а які до розрахункової? Як побудувати графіки і діаграми за результатами розрахунків? Які типи графіків найбільш інформативні? Як забезпечити захист даних у звіті?

Перелік тем практичних занять (46 год.)

Тема 1. Робота з текстовою частиною інженерного звіту (5 год.)

Знайомство з середовищем для розробки технічної документації TechEditor. Загальні принципи розробки інженерного звіту. Форматування звіту (розміри аркушу, параметри шрифту, абзацу). Робота зі стилями тексту. Рамка та основний напис. Вставка рисунків, таблиць.

Питання на самостійне опрацювання (3 год.) - [1, 2, 10, 11, 12]: в чому перевага форматування звіту з використанням текстових стилів? чи однаковий основний напис мають титульний та інші аркуші звіту?

Тема 2. Робота з формулами на мові LaTeX (5 год.)

Правила та способи відображення формул в технічних звітах. Набір формул на мові LaTeX (загальні синтаксичні правила, функції, оператори). Особливості формульної верстки в залежності від технічної задачі.

Питання на самостійне опрацювання (3 год.) - [1, 2, 10, 11, 12]: наведіть приклади документів, оформлених на LaTeX; додайте до свого звіту кілька формул на LaTeX, які сформовані за допомогою штучного інтелекту (скористайтеся для цієї задачі будь-який доступним рушієм — ChatGPT, Gemini, Copilot чи ін.);

Тема 3. Автоматизація інженерних розрахунків (5 год.)

Приклади інженерних розрахунків в середовищі TechEditor. Математичні об’єкти для організації обчислень. Робота з одиницями вимірювання. Робота з емпіричними формулами на прикладі функціональних залежностей з норм проєктування.

Питання на самостійне опрацювання (3 год.) - [3, 4, 5, 6, 9]: які математичні об’єкти TechEditor для організації обчислень ви знаєте? у чому їхня відмінність? додайте до свого звіту кілька об’єктів Math Latex Object.

Тема 4. Програмні розрахунки дерев’яних конструкцій (5 год.)

Приклад комп’ютерного розрахунку дерев’яної балки на міцність. Приклад комп’ютерного розрахунку дерев’яної балки на жорсткість. Способи автоматизації розрахунків дерев’яних конструкцій.

Питання на самостійне опрацювання (3 год.) - [3, 4, 8, 9]: змініть довжину або розміри поперечного перерізу розглянутої дерев'яної балки та проаналізуйте, як від цього зміниться її механічна робота; зробіть копію звіту зі змінами та збережіть проєкт в TechEditor.

Тема 5. Програмні розрахунки сталевих конструкцій (5 год.)

Приклад комп'ютерного розрахунку сталевої балки на міцність. Приклад комп'ютерного розрахунку сталевої балки на жорсткість. Способи автоматизації розрахунків металоконструкцій.

Питання на самостійне опрацювання (3 год.) - [3, 5, 8]: змініть довжину або номер профілю розглянутої металевої балки та проаналізуйте, як від цього зміниться її механічна робота; зробіть копію звіту зі змінами та збережіть проєкт в TechEditor.

Тема 6. Програмні розрахунки залізобетонних конструкцій (5 год.)

Приклад комп'ютерного розрахунку залізобетонної балки на міцність (з підбором арматури). Приклад комп'ютерного розрахунку залізобетонної балки на жорсткість. Способи автоматизації розрахунків конструкцій з армованого бетону.

Питання на самостійне опрацювання (3 год.) - [3, 6, 10]: змініть довжину або кількість арматури розглянутої залізобетонної балки та проаналізуйте, як від цього зміниться її механічна робота; зробіть копію звіту зі змінами та збережіть проєкт в TechEditor.

Тема 7. Метод скінченних елементів (16 год.)

Розрахунок будівельної конструкції методом скінченних елементів. Параметризація скінченно-елементної сітки, властивостей матеріалу, геометричних характеристик, навантажень. Аналіз результатів розрахунку та їхнє використання в фінальних перевірках.

Питання на самостійне опрацювання (2 год.) - [3, 10, 12]: у яких випадках під час розрахунку конструкції методом скінченних елементів нам потрібні додаткові вузли? як перевірити опорні реакції, що отримані за допомогою методу скінченних елементів?

Зміст самостійної роботи здобувачів

Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни:

Найменування видів робіт	Розподіл годин за формами навчання

	денна	заочна
Самостійна робота, год, у т.ч.:	120	162
Опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	40	82
Підготовка до практичних занять та контрольних заходів	20	20
Підготовка звітів з практичних робіт	-	-
Підготовка до поточного контролю	30	20
Опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	30	40

ПОЛІТИКА КУРСУ

Коротко, з покликанням на відповідну нормативну базу УКД, висвітлити питання:

1) щодо системи поточного і підсумкового контролю

Організація поточного та підсумкового семестрового контролю знань студентів, проведення практик та атестації, переведення показників академічної успішності за 100-бальною шкалою в систему оцінок за національною шкалою здійснюється згідно з "Положенням про систему поточного і підсумкового контролю, оцінювання знань та визначення рейтингу здобувачів освіти". Ознайомитись з документом можна за покликанням.

2) щодо оскарження результатів контрольних заходів

Здобувачі вищої освіти мають право на оскарження оцінки з дисципліни отриманої під час контрольних заходів. Апеляція здійснюється відповідно до «Положення про політику та врегулювання конфліктних ситуацій». Ознайомитись з документом можна за покликанням.

3) щодо відпрацювання пропущених занять

Згідно "Положення про організацію освітнього процесу" здобувач допускається до семестрового контролю з конкретної навчальної дисципліни (семестрового екзамену, диференційованого заліку), якщо він виконав усі види робіт, передбачені на семестр навчальним планом та силабусом/робочою програмою навчальної дисципліни, підтвердив опанування на мінімальному рівні результатів навчання (отримав ≥35 бали), відпрацював визначені індивідуальним навчальним планом всі лекційні, практичні, семінарські та

лабораторні заняття, на яких він був відсутній. Ознайомитись з документом можна за покликанням.

4) щодо дотримання академічної доброчесності

"Положення про академічну доброчесність" закріплює моральні принципи, норми та правила етичної поведінки, позитивного, сприятливого, доброчесного освітнього і наукового середовища, професійної діяльності та професійного спілкування спільноти Університету, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання. Ознайомитись з документом можна за покликанням.

5) щодо використання штучного інтелекту

"Положення про академічну доброчесність" визначає політику щодо використання технічних засобів на основі штучного інтелекту в освітньому процесі. Ознайомитись з документом можна за покликанням. "Положення про систему запобігання та виявлення академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації та фальсифікації академічних творів" містить рекомендації щодо використання в академічних текстах генераторів на основі штучного інтелекту. Ознайомитись з документом можна за покликанням.

6) щодо використання технічних засобів в аудиторії та правила комунікації

Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час лекційних та практичних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (для уточнення певних даних, перевірки правопису, отримання довідкової інформації тощо). На гаджетах повинен бути активований режим «без звуку» до початку заняття. Під час занять заборонено надсилання текстових повідомлень, прослуховування музики, перевірка електронної пошти, соціальних мереж тощо. Під час виконання заходів контролю використання гаджетів заборонено (за винятком, коли це передбачено умовами його проведення). У разі порушення цієї заборони результат анульовується без права перескладання. Ознайомитись з відповідним документом можна за посиланням.

Комунікація відбувається через електронну пошту і сторінку дисципліни в Moodle.

7) щодо зарахування результатів навчання, здобутих шляхом формальної/інформальної освіти

Процедури визнання результатів навчання, здобутих шляхом формальної/інформальної освіти визначаються «Положенням про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти». Ознайомитись з документом можна за покликанням.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При вивченні дисципліни застосовується комплекс методів для організації навчання студентів з метою розвитку їх логічного та абстрактного мислення, творчих здібностей, підвищення мотивації до навчання та формування особистості майбутнього фахівця.

Програмний результат навчання	**Метод навчання**	**Метод оцінювання**
РН06. Застосовувати сучасні інформаційні технології для розв'язання інженерних та управлінських задач будівництва та цивільної інженерії. РН12. 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 (відповідно до спеціалізації).	- наочні методи (МН 2.2 – демонстрування; - практичні методи (МН 3.4 - практичні роботи);	- самоконтроль; - поточний контроль; - екзамен (тести);

ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Контрольні заходи

(в разі потреби - розділити за семестрами)

Вид	***Зміст***	***% від загальної оцінки***	***Бал***	
			min	***max***
Поточні контрольні заходи	всього	**60**	**35**	**60**
Підсумкові контрольні заходи		**40**	**25**	**40**
Всього:		**100**	**60**	**100**

Процедура проведення контрольних заходів, а саме поточного контролю знань протягом семестру та підсумкового семестрового контролю, регулюється «Положенням про систему поточного та підсумкового контролю оцінювання знань та визначення рейтингу студентів».

Фіксація **поточного** контролю здійснюється в “Електронному журналі обліку успішності академічної групи” на підставі чотирибальної шкали - “2”; “3”; “4”; “5”. У разі відсутності студента на занятті виставляється “н”. За результатами поточного контролю у Журналі, автоматично визначається підсумкова оцінка, здійснюється підрахунок пропущених занять.

Усі пропущені заняття, а також негативні оцінки студенти зобов'язані відпрацювати впродовж трьох наступних тижнів. У випадку недотримання цієї норми, замість “н” в журналі буде виставлено “0” (нуль балів), без права перездачі. Відпрацьоване лекційне заняття в електронному журналі позначається літерою «в».

Критерії оцінювання (за необхідності, поточного та/або підсумкового контролю)

До підсумкового контролю допускаються студенти які за результатами поточного контролю отримали не менше 35 балів. Усі студенти, що отримали 34 балів і менше, не допускаються до складання підсумкового контролю і на підставі укладання додаткового договору, здійснюють повторне вивчення дисципліни впродовж наступного навчального семестру. За результатами підсумкового контролю (диференційований залік/екзамен) студент може отримати 40 балів. Студенти, які під час підсумкового контролю отримали 24 бали і менше, вважаються такими, що не здали екзамен/диференційований залік і повинні йти на перездачу.

Загальна семестрова оцінка з дисципліни, яка виставляється в екзаменаційних відомостях оцінюється в балах (згідно з **Шкалою оцінювання знань за ЄКТС**) і є сумою балів отриманих під час поточного та підсумкового контролю.

Шкала оцінювання знань за ЄКТС:

Оцінка за національною шкалою	**Рівень досягнень, %**	**Шкала ECTS**
Національна диференційована шкала		
Відмінно	90 – 100	A
Добре	83 – 89	B
	75 – 82	C
Задовільно	67 – 74	D
	60 – 66	E

Незадовільно	35 – 59	FX
	0 – 34	F
Національна недиференційована шкала		
Зараховано	60 – 100	-
Не зараховано	0 – 59	-

Студенти, які не з'явилися на заліки/екзамени без поважних причин, вважаються такими, що одержали незадовільну оцінку.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. **Основна література**

2. 1. ДСТУ 9243.4:2023 Система проєктної документації для будівництва. Основні вимоги до проєктної документації. Київ: ДП НДІБК, 2023. – 59 с.
3. 2. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ: Мінрегіонбуд, 2018. – 36 с.
4. 3. ДБН В.1.2–2:2006. Навантаження та впливи. Норми проектування. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006. 70 с.
5. 4. ДБН В.2.6-161:2017 “Дерев'яні конструкції. Основні положення“ / – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 117 с.
6. 5. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. – 205 с.
7. 6. ДБН В.2.6-98:2009 “Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення” (зі змінами) / – К.: Міністерство розвитку та територій України, 2020. – 71 с.

8. **Додаткова література**

9. 7. Eurocode EN 1990:2002. Basis of structural design / CEN, 2002. 119 p.
10. 8. Ontario Building Code 2012 (O.Reg. 332/12), upd. 2022-04-29. 770 p.
11. 9. National Standard of Canada. CSA O86-19. Engineering Design in Wood. Update No. 1, March 2020. - 344 p.
12. 10. Інформатика: інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування / В. А. Баженов, Е. З. Криксунов, А. В. Перельмутер - К.: Каравела, 2021. - 488 с.
13.

14. Електронні інформаційні ресурси

15. 11. Першокласний інженерний звіт. Вебінар про розробку документації / Канал YouTube “Dystlab | Цифрова інженерія” https://www.youtube.com/playlist?list=PLXgchSkZluF7XIwHCnMhe0cw3G33dTSRO

16. 12. Статичний аналіз ферми. Визначення реакцій та зусиль - Розрахунок з нуля / Канал YouTube “Dystlab | Цифрова інженерія” https://www.youtube.com/watch?v=Sc2MTT-hSzs