

**Методичні вказівки  
до виконання курсових робіт  
з дисципліни «Моделювання складних систем»  
зі спеціальності «Системний аналіз»**

**Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет**

**Методичні вказівки  
до виконання курсових робіт  
з дисципліни «Моделювання складних систем»  
зі спеціальності «Системний аналіз»**

Вінниця  
ВНТУ  
2026

Рекомендовано до видання Радою з якості освіти Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 7 від 23.01.2026 р.)

Рецензенти:

**К. В. Овчинников**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій ВНТУ

**Є. М. Крижановський**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій ВНТУ

**Д. Х. Штофель**, кандидат технічних наук, доцент, відповідальний за моніторинг якості та удосконалення курсового проєктування Ради з якості освіти ВНТУ

Методичні вказівки до виконання курсових робіт з дисципліни «Моделювання складних систем» зі спеціальності «Системний аналіз» / уклад. С. О. Жуков. Електрон. текст. дані. Вінниця : ВНТУ, 2026. 38 с.

У методичних вказівках наведено рекомендації щодо виконання, а також вимоги до оформлення та змісту курсових робіт з дисципліни «Моделювання складних систем» для студентів спеціальності 124 «Системний аналіз кафедри системного аналізу та інформаційних технологій Вінницького національного технічного університету.

## ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ.....	4
1.1 Курсова робота .....	4
1.2 Складові частини курсової роботи .....	4
1.3 Загальні вимоги до виконання курсової роботи .....	4
1.4 Тематика курсових робіт .....	5
2 ВИМОГИ ДО ПОРЯДКУ ВИКЛАДЕННЯ МАТЕРІАЛУ КУРСОВОЇ РОБОТИ .....	6
2.1 Структура курсової роботи .....	6
2.2 Титульний аркуш.....	6
2.3 Індивідуальне завдання .....	7
2.4 Анотація .....	7
2.5 Зміст.....	7
2.6 Вступ.....	8
2.7 Основна частина курсової роботи .....	8
2.7.1 Аналіз сучасного стану питання та обґрунтування теми.....	9
2.7.2 Практична частина .....	9
2.8 Висновки .....	10
2.9 Список використаних джерел .....	10
2.10 Додатки.....	11
2.11 Ілюстративна частина .....	11
3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	12
3.1 Загальні правила .....	12
3.2 Вимоги до основної частини.....	12
3.3 Вимоги до оформлення розділів та підрозділів .....	13
3.4 Правила написання тексту.....	15
3.5 Оформлення формул.....	16
3.6 Оформлення ілюстрацій .....	17
3.7 Оформлення таблиць .....	18
4 ПОРЯДОК ЗАХИСТУ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ .....	21
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	24
Додатки.....	25
Додаток А Зразок титульного аркуша до курсової роботи.....	26
Додаток Б Зразок індивідуального завдання до курсової роботи.....	27
Додаток В Зразок анотації курсової роботи .....	29
Додаток Г Зразок змісту курсової роботи .....	30
Додаток Д Форми запису літературних джерел відповідно до ДСТУ 8302:2015 .....	31
Додаток Е Перелік тем для виконання курсової роботи.....	34

# **1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ**

Виконання курсової роботи з обов'язкової професійної навчальної дисципліни «Моделювання складних систем» передбачено навчальним планом спеціальності 124 – «Системний аналіз».

Курсові роботи з дисципліни виконуються з метою закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних студентами за час навчання та їх застосування до вирішення конкретного завдання розробки веб-технологій.

## **1.1 Курсова робота**

Курсова робота (КР) – навчальна самостійна робота з дисципліни «Моделювання складних систем», яка містить задачі навчального та прикладного характеру по створенню програмних продуктів із використанням сучасних вебтехнологій.

## **1.2 Складові частини курсової роботи**

Практична частина КР представляється застосуванням методології системного аналізу та методів математичного моделювання з метою вирішення окремої прикладної задачі (прогнозування, оптимізації, імітації тощо).

Науково-дослідна частина передбачає аналіз властивостей об'єкта моделювання, обґрунтування вибору математичного апарату, ідентифікацію параметрів моделі, а також дослідження її адекватності, чутливості до зміни вхідних даних та точності отриманих результатів.

Курсова робота може виконуватись за матеріалами дослідження реального об'єкта або процесу з використанням фактичних статистичних даних. Метою написання КР є закріплення теоретичних знань з курсу, розвиток уміння застосовувати їх для формалізації та вирішення складних практичних задач, набуття навичок роботи з науковою літературою, методами обробки даних та сучасними програмними бібліотеками комп'ютерного моделювання (Python, Data Science stack).

На захист курсової роботи представляється пояснювальна записка та ілюстративні матеріали (структурні схеми моделей, блок-схеми алгоритмів, графіки результатів моделювання, діаграми оцінки похибок), обсяг яких визначається для даної дисципліни змістом спеціальності з відповідним рішенням кафедри.

## **1.3 Загальні вимоги до виконання курсової роботи**

У курсовій роботі студент має розкрити зміст обраної теми, продемонструвати знання літературних джерел і нормативних актів.

Зміст курсової роботи повинен відповідати робочій програмі дисципліни «Моделювання складних систем» і відображати основні аспекти теми, що розглядається.

На виконання КР відводиться 45 годин самостійної роботи студента (1,5 кредити ЄКСТ).

Курсова робота повинна відповідати таким вимогам:

– обсяг основної частини КР повинен складати не менше 20 сторінок формату А4;

– ілюстративні матеріали можуть бути представлені в тексті пояснювальної записки у вигляді відповідних рисунків або винесені в додатки, з обов'язковим посиланням на них в індивідуальному завданні;

– індивідуальне завдання має включати не лише різноманітні вихідні дані, а й вимагати самостійного викладу студентом тексту пояснювальної записки.

До комплексних курсових робіт висуваються такі ж вимоги, як і до типових, однак загальний обсяг таких робіт збільшується пропорційно кількості студентів, які працюють над спільним проектом.

#### **1.4 Тематика курсових робіт**

Тематика курсових робіт визначається викладачем відповідно до програми дисципліни. Студент також має можливість запропонувати власну тему, обґрунтувавши її важливість (наприклад, на основі наукових досліджень).

Теми курсових робіт затверджуються на засіданні кафедри.

Об'єктом курсової роботи може бути частина господарських чи державних наукових робіт, що виконуються в рамках наукового напряму кафедри, за умови відповідності змісту дисципліни.

У деяких випадках завдання на курсову роботу може передбачати виготовлення дослідного зразка, що вказується в індивідуальному завданні. У таких випадках обсяг і зміст пояснювальної записки узгоджуються між керівником і студентом. Приблизний перелік тем курсових робіт наведено в Додатку Е.

## **2 ВИМОГИ ДО ПОРЯДКУ ВИКЛАДЕННЯ МАТЕРІАЛУ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

### **2.1 Структура курсової роботи**

Загальна структура курсової роботи з дисципліни «Моделювання складних систем» передбачає такі складові: вступна частина, основна частина, додатки (за потреби) та ілюстративна частина. Вступна частина повинна містити такі складові:

- титульний аркуш;
- індивідуальне завдання;
- анотація;
- зміст;
- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідності).

Основна частина повинна містити такі складові:

- вступ;
- змістова частина, яка включає аналітичну, розрахункову та технічну складові;
- висновки;
- список використаних джерел.

Додатки до курсової роботи можуть містити матеріали, які не увійшли до основної частини, довідкові або допоміжні матеріали, великі рисунки або таблиці, які допомагають розкрити сутність виконаної роботи.

Пояснювальна записка має відповідати індивідуальному завданню і бути оформлена згідно з актуальними стандартами, які необхідно враховувати під час виконання роботи, з урахуванням усіх чинних офіційних змін.

Конкретний зміст пояснювальної записки (вихідні дані та перелік питань, які необхідно розробити) визначається керівником курсової роботи.

Текст пояснювальної записки рекомендується подавати лаконічно та аргументовано.

### **2.2 Титульний аркуш**

Титульний аркуш є першою сторінкою курсової роботи, яка не нумерується, але враховується в загальну кількість сторінок. Він оформлюється за встановленим зразком, який наведено в додатку А.

## **2.3 Індивідуальне завдання**

Індивідуальне завдання – це основний документ, що визначає зміст і структуру конкретної курсової роботи, встановлює кінцевий термін подання виконаної курсової роботи. Воно повинно містити достатній обсяг вхідних даних для виконання дослідження або розробки, що є змістом курсової роботи.

Зміст і форму індивідуального завдання визначає керівник курсової роботи.

Індивідуальне завдання остаточно формується керівником курсової роботи, затверджується завідувачем кафедри, підписується керівником і здобувачем вищої освіти із зазначенням дати видачі завдання.

Індивідуальне завдання до курсової роботи видається не пізніше другого тижня семестру, в якому виконується курсова робота. Воно розміщується на другій сторінці після титульного аркуша, однак воно не нумерується і не входить до загальної кількості сторінок.

Зразок оформлення індивідуального завдання наведено у додатку Б.

## **2.4 Анотація**

Анотація призначена для швидкого ознайомлення зі змістом та основними результатами, отриманими при виконанні курсової роботи.

Анотація оформляється на окремому аркуші, який нумерується і враховується до загальної кількості сторінок.

Анотація повинна містити прізвище та ініціали автора курсової роботи, тему курсової роботи, стислий опис змісту та основних результатів курсової роботи, а також перелік ключових слів.

Обсяг анотації – не більше однієї сторінки. Додатково анотація може подаватись однією або більшою кількістю іноземних мов. Зразок анотації наведено в додатку В.

## **2.5 Зміст**

Зміст розміщується після анотації, починаючи з нової сторінки. Зміст нумерується і враховується до загальної кількості сторінок.

До змісту включають усі подальші структурні елементи курсової роботи, які мають назву:

- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідності);
- вступ;
- назви всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (за наявності заголовків) основної частини курсової роботи;
- висновки;

- список використаних джерел;
- назви всіх додатків (за наявності).

Для всіх елементів змісту навпроти назв вказуються номери сторінок, де починається відповідний матеріал.

Назви заголовків змісту повинні однозначно відповідати назвам заголовків пояснювальної записки за текстом. Нумерація сторінок повинна бути наскрізною. У змісті не рекомендується розривати слова знаками переносу.

Зразок змісту наведено в додатку Г.

## **2.6 Вступ**

Вступ пишеться на новій пронумерованій сторінці з заголовком «Вступ», починаючи з абзацу. Вступ призначений для ознайомлення з предметною областю, в якій виконано курсову роботу та обґрунтування теми курсової роботи. Текст вступу має бути лаконічним, а кількість сторінок вступу не повинна перевищувати трьох.

У вступі стисло, але аргументовано висвітлюються такі питання:

- актуальність та значення теми курсової роботи;
- оцінка сучасного стану об'єкта досліджень або розробки, сучасний рівень науки і технології за темою курсової роботи;
- світові або регіональні тенденції розв'язання задач, поданих в індивідуальному завданні;
- мета та завдання курсової роботи;
- об'єкт та предмет дослідження;
- галузь використання та призначення результатів дослідження;
- взаємозв'язок з іншими роботами, навчальними чи науковими проектами (за наявності).

Якщо завдання до курсової роботи передбачає вибір схеми з декількох варіантів, у вступі слід обґрунтувати обраний варіант.

## **2.7 Основна частина курсової роботи**

Пропонується така структура змістової частини курсової роботи:

- перший розділ є аналітично-оглядовим і присвячений системному аналізу об'єкта або процесу дослідження, характеристиці його вхідних та вихідних параметрів. Він містить критичний огляд існуючих підходів, методів та моделей-аналогів із зазначенням їхніх переваг і недоліків, а також описує змістовну та формальну (математичну) постановку задачі моделювання;
- другий розділ включає в себе обґрунтування вибору методу математичного моделювання, опис алгоритму ідентифікації параметрів моделі, а також характеристику вхідних даних (джерела, обсяг вибірки, попередня обробка та підготовка датасету);

– третій розділ присвячено програмній реалізації розробленої моделі, опису проведення обчислювальних або імітаційних експериментів, аналізу адекватності моделі (валідації) та інтерпретації отриманих результатів з метою прийняття рішень або прогнозування поведінки системи.

### **2.7.1 Аналіз сучасного стану питання та обґрунтування теми**

Цей розділ є обов'язковим і повинен містити посилання на фундаментальні наукові праці, дослідження провідних наукових шкіл або інституцій у сфері системного аналізу та математичного моделювання, а також відображати сучасні тенденції розвитку методів Data Science, імітаційного моделювання та штучного інтелекту.

Порівняльний аналіз і обґрунтування теми роботи мають виконуватись на рівні системного мислення із всебічним використанням методології системного підходу та сучасних досягнень прикладної математики. Студент повинен продемонструвати розуміння того, чому саме математичне моделювання є необхідним інструментом для вирішення обраної проблеми.

У цьому розділі слід також детально описати природу об'єкта або процесу, що підлягає моделюванню (фізичні закони, економічні зв'язки, логістика процесів, соціальна динаміка тощо). Повнота огляду визначається глибиною аналізу існуючих підходів до розв'язання подібних задач. Необхідно провести ґрунтовний аналіз науково-технічної літератури (наукових статей, монографій, матеріалів конференцій), включаючи вітчизняні та зарубіжні джерела за останні кілька років, а також огляд існуючих моделей-аналогів та програмних продуктів, що вирішують схожі задачі, з виявленням їхніх переваг та недоліків.

Рекомендований обсяг цього розділу становить 5-10 сторінок.

### **2.7.2 Практична частина**

Практична частина складається з двох розділів і є найважливішою складовою пояснювальної записки курсової роботи як за обсягом, так і за науково-практичною значущістю. Структура та наповнення практичної частини визначаються обраним об'єктом моделювання, специфікою предметної області та індивідуальним завданням на курсову роботу.

При виконанні цієї частини роботи необхідно дотримуватися чіткого алгоритму системного дослідження: від концептуальної постановки задачі до інтерпретації чисельних результатів. Стиль викладу має бути аргументованим і логічним, спиратися на порівняльний аналіз існуючих методів розв'язання подібних задач. Усі прийняті рішення (щодо вибору типу моделі, методу ідентифікації, метрик якості) повинні бути обґрунтовані. Аргументація має обов'язково підкріплюватися математичними викладками, результатами розрахунків, графіками

залежностей, структурними схемами, таблицями з результатами обчислювальних експериментів тощо.

Ця частина роботи обов'язково має включати математичну формалізацію задачі (визначення вхідних та вихідних змінних, обмежень та цільової функції або критеріїв якості), обґрунтування вибору методу моделювання (статистичний, імітаційний, евристичний, методи машинного навчання тощо), а також детальний опис етапу підготовки даних (збір, очищення, нормалізація, формування датасету). Необхідно навести опис розробленого алгоритму або структурної схеми моделі, обґрунтувати вибір інструментальних засобів програмної реалізації (мова програмування, спеціалізовані бібліотеки Data Science, середовища моделювання) та описати процес ідентифікації параметрів моделі й перевірки її адекватності реальному об'єкту чи процесу.

## **2.8 Висновки**

Висновки оформлюються з нової пронумерованої сторінки і починаються з абзацу. Вони є завершальною частиною, де підсумовуються конструкторські рішення, досягнуті результати та переваги розробленого вебдодатку в порівнянні з існуючими аналогами. У висновках можуть бути подані рекомендації щодо прикладного використання розробки та пропозиції щодо можливих шляхів удосконалення спроектованого вебдодатку.

Крім того, в тексті змістової частини рекомендується робити короткі висновки наприкінці кожного розділу, які водночас ставлять задачі до наступного розділу.

## **2.9 Список використаних джерел**

Список використаних джерел, на які посилається автор в основній частині курсової роботи, наводиться з нової сторінки після висновків і перед додатками. У список вносять всі літературні джерела, нормативні акти, охоронні документи, наукові, навчально-методичні, інструктивні джерела інформації та онлайн ресурси, які використані при написанні курсової роботи, у порядку згадування в тексті основної частини.

Джерела подаються у вигляді їх бібліографічних посилань відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання». Загальні положення та правила складання. На джерела, подані в списку, обов'язково повинні бути посилання в тексті курсової роботи.

Бібліографічні посилання подають мовою оригіналу джерела. У списку кожне джерело записують з абзацу та нумерують арабськими цифрами, починаючи з одиниці. Порядкові номери бібліографічних посилань в списку повинні відповідати посиланням на них у тексті основної частини, де вони наводяться в квадратних дужках [ ] безпосередньо після згадки відповідної інформації.

Посилання в тексті пояснювальної записки на джерела вказуються їх порядковим номером із переліку посилань у квадратних дужках, наприклад: «... у роботах [1–7] ...».

Форма запису літературних джерел відповідно до ДСТУ 8302:2015 наведено в додатку Д.

## **2.10 Додатки**

Додатки призначені для розміщення додаткових текстових, нетекстових та інших обов'язкових або допоміжних (довідкових) документів, які доповнюють зміст курсової роботи. Додатки розміщують після основної частини курсової роботи.

До них можуть належати ілюстрації, таблиці та тексти допоміжного характеру. Додатки оформлюються як продовження документа і розташовуються в порядку, в якому на них посилаються в тексті пояснювальної записки.

Посилання на додатки в тексті оформлюються так: «... наведено в додатку А», «... наведено в таблиці В.5» або (додаток Б).

Кожен додаток починають з нової сторінки, зверху посередині рядка вказується слово «Додаток» і через пробіл його позначення. Додатки позначають великими українськими літерами в порядку їх слідування, за винятком букв Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь. Наприклад, Додаток А, Додаток Б і так далі. Якщо кількість додатків перевищує кількість дозволених букв, використовують арабські цифри.

Якщо додаток є обов'язковим, під його позначенням вказують (обов'язковий), а для інформативного додатка – (довідковий).

Кожен додаток має мати тематичний заголовок, записаний посередині рядка малими літерами, починаючи з великої. Ілюстрації, таблиці, формули в межах додатка нумерують, зазначаючи його позначення, наприклад: «Рисунок Б.3 – Найменування»; «Таблиця В.5 – Найменування».

Нумерація сторінок документа та додатків повинна бути наскрізною. Усі додатки включаються до змісту з зазначенням номера, заголовка та сторінок, з яких вони починаються.

## **2.11 Ілюстративна частина**

Ілюстративна частина курсової роботи є набором демонстраційного матеріалу у вигляді рисунків, світлин, графіків, схем тощо, які розкривають суть основної частини. Ілюстративна частина не потребує обов'язкового дотримання вимог стандартів і може бути оформлена як один додаток. Вимоги до ілюстративної частини зазначаються в індивідуальному завданні.

## **3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

### **3.1 Загальні правила**

При оформленні матеріалів курсової роботи необхідно дотримуватись вимог «Положення про курсове проектування у Вінницькому національному технічному університеті» [3]. Пояснювальна записка повинна бути виконана на аркушах формату А4 з дотриманням вимог до нормативно-технічних документів.

Текст пояснювальної записки має бути набраний шрифтом Times New Roman, кегль 14, чорного кольору, прямого накреслення, через півтора інтервали. Кегль шрифту може бути зменшений в таблицях, у написах на рисунка, у додатках, але не у їх назвах.

Рекомендовані розміри полів: верхнє та нижнє – не менше 20 мм, лівє – не менше 25 мм, правє – не менше 10 мм. Абзацний відступ повинен бути однаковим упродовж усього тексту і складати 1,25 см.

Нумерація сторінок проводиться наскрізь арабськими цифрами, включаючи додатки, шрифтом Times New Roman чорного кольору прямого накреслення, кегль 14. Номер сторінки проставляється праворуч у верхньому куті без крапки. Титульний аркуш включається до загальної нумерації, але на ньому номер сторінки не проставляється.

Пояснювальна записка відноситься до текстових документів і має бути написана технічною мовою. Ілюстративна інформація повинна бути представлена у вигляді ілюстрацій (схеми, рисунки, графіки, діаграми тощо), а цифрові дані — у вигляді таблиць

### **3.2 Вимоги до основної частини**

Обсяг основної частини, як правило, встановлюється відповідно до кількості годин, передбачених для вивчення дисципліни, і не повинен перевищувати 50 сторінок разом із теоретичною частиною. Теоретична частина курсової роботи вводиться для пояснення основних положень обраних технологій і може становити до 25% загального обсягу основної частини. Решта 75% мають бути присвячені обґрунтуванню прийнятих рішень, необхідним розрахункам та розробкам.

Практична частина повинна бути логічно пов'язана з теоретичними положеннями теми і супроводжуватися ілюстративними матеріалами (графіками, схемами, діаграмами) або таблицями з обов'язковими посиланнями на ці рисунки (таблиці) у тексті пояснювальної записки.

Забороняється переписування матеріалів з літературних джерел та сканування рисунків, пов'язаних із технічною частиною роботи. Дозволяється використовувати скановані рисунки з довідкової літератури (в тому числі схеми) в оглядовій частині («Аналіз...»), обов'язково

вказуючи джерело. Частина описового змісту, розрахунків (таблиць) та ілюстративної інформації бажано розміщувати у додатках.

У тексті пояснювальної записки повинні бути посилання на рисунки, таблиці та додатки, що входять до змісту роботи. Ілюстративну частину можна подавати як у тексті пояснювальної записки, так і в додатках, що чітко визначаються керівником у індивідуальному завданні.

Якщо під час проектування виникає необхідність в експериментальних дослідженнях або машинному моделюванні, ця частина повинна містити детальне обґрунтування та аналіз отриманих результатів.

Розрахунки та ілюстративні матеріали, що входять до пояснювальної записки, варто виконувати за допомогою ліцензійного програмного забезпечення (наприклад, MS Office). Також можна використовувати програмні засоби, розроблені кафедрою системного аналізу та інформаційних технологій.

Якщо в роботі застосовуються сучасні іноземні програмні продукти, їх позначення слід подавати у вигляді відповідних зображень, щоб уникнути суперечностей із чинними державними стандартами. Умовні ілюстративні позначення, використовувані у програмному середовищі, можуть бути винесені в додатки окремим аркушем. У проекті потрібно вказувати назву програмного продукту і забезпечити повне розуміння його використання. В розділі моделювання слід поєднувати існуючі позначення з іноземними або отримати згоду кафедри на використання цього програмного продукту.

### **3.3 Вимоги до оформлення розділів та підрозділів**

Структурні елементи основної частини пояснювальної записки включають розділи, підрозділи, пункти, підпункти та переліки.

Розділ – це основна одиниця поділу тексту, яка має номер і заголовок.

Підрозділ – частина розділу, також позначена номером і має заголовок.

Пункт – це частина розділу або підрозділу, позначена номером і може мати заголовок.

Підпункт – це частина пункту, також має номер і може мати заголовок.

Заголовки цих структурних елементів повинні бути пронумеровані тільки арабськими цифрами. Текст може бути розміщений між заголовками розділів та підрозділів, а також між заголовками підрозділів і пунктів.

Кожен розділ рекомендується починати на новій сторінці.

Заголовки розділів і підрозділів мають бути обов'язковими. Заголовки розділів розміщують посередині сторінки, симетрично до тексту великими літерами, напівжирним шрифтом, без крапки в кінці. Заголовки підрозділів, пунктів та підпунктів потрібно друкувати з абзацного відступу з великої літери, без крапки в кінці. Якщо заголовок складається з кількох речень, вони розділяються крапками. Не дозволяється переносити слова в заголовках.

Назви розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів не можна розміщувати на останньому рядку сторінки.

Розділи нумеруються послідовними номерами в межах усього документа (1, 2 тощо). Після номера крапку не ставлять, а залишають один пробіл.

Підрозділи нумеруються в межах кожного розділу, пункти — в межах підрозділу за схемою (наприклад: 3.1, 3.2, 3.2.1, 3.2.2 і т.д.). Цифри, що позначають номер, не повинні виходити за межі абзацу.

Посилання на розділи у тексті виконується за зразком: «...наведено в розділі 3».

Якщо розділ або підрозділ містить лише один пункт або підпункт, його не нумерують.

У тексті документа можуть наводитися переліки, які рекомендується нумерувати малими літерами українського алфавіту з дужкою або тире перед текстом. Для подальшої деталізації використовують арабські цифри з дужкою. Кожен елемент переліку пишеться з абзацу, починаючи з малої літери, і закінчується крапкою з комою, а останній пункт – крапкою.

Приклад оформлення переліку:

*а) текст переліку та його... продовження;*

*б) текст переліку:*

*1) текст переліку подальшої деталізації та його продовження;*

*2) . . . ;*

*в) останній перелік.*

Примітки наводять у тексті, якщо є потреба в додаткових поясненнях до тексту, таблиць або рисунків. Примітки розміщуються одразу після тексту, під рисунком (перед його назвою) або під таблицею (у її межах). Якщо примітка одна, її не нумерують. Слово «Примітка» друкується кеглем 12 через один інтервал з абзацного відступу, з великої літери та крапкою в кінці. Після нього, через пробіл, друкується текст примітки тим самим шрифтом.

*Приклад*

*Примітка 1.*

---

Якщо приміток дві та більше, їх подають після тексту, якого вони стосуються і нумерують арабськими цифрами.

*Приклад*

*Примітка 1.*

---

*Примітка 2.*

---

### 3.4 Правила написання тексту

При написанні тексту слід дотримуватися таких правил:

А) Текст повинен бути викладений лаконічно, обґрунтовано і в технічному стилі.

Б) Умовні буквені позначення фізичних величин та ілюстративні позначення компонентів повинні відповідати встановленим стандартам. Перед буквеним позначенням фізичної величини слід надавати її пояснення (наприклад, витрата води  $Q$ , концентрація  $C$ ).

А) Числа з розмірністю записують цифрами, а без розмірності – словами (наприклад: відстань – 2 мм, відміряти три рази).

Г) Позначення одиниць слід писати разом із числовим значенням в одному рядку, без переносу на наступний рядок. Між числом та позначенням одиниці робиться пробіл (наприклад, 100 мг/л, 2 м<sup>3</sup>/с).

Д) Якщо наводиться ряд числових значень однієї фізичної величини, одиницю вказують лише після останнього значення (наприклад: 1,5; 1,75; 2 мм).

Е) Позначення величин з граничними відхиленнями слід записувати у форматі:  $100 \pm 5$  мм.

Ж) Буквені позначення одиниць у добутку розділяються крапкою на середній лінії ( $\cdot$ ); знак ділення замінюють косою рисою ( $/$ ).

И) Порядкові числівники слід записувати цифрами з відмінковими закінченнями (9-й день, 4-а лінія). Якщо кілька порядкових числівників ідуть поспіль, відмінкове закінчення додають до останнього (наприклад, 3,4,5-й графіки). Кількісні числівники записують без відмінкових закінчень (наприклад, на 20 аркушах). Закінчення не додають у датах (21 жовтня) і при римських числах (XXI століття).

К) Скорочення слів не допускаються, окрім загальноприйнятих в українській мові або скорочень, прийнятих для позначень на виробі. Такі скорочення слід виділяти великими літерами (наприклад, ON, OFF), а якщо напис складається з цифр або знаків, його беруть у лапки. Лапки також використовуються для позначення назв команд, режимів, сигналів (наприклад, «Запуск»).

Л) Допускається використання математичних виразів.

М) Не дозволяється:

– Використовувати професійні або місцеві слова та вирази (техніцизми);

– Заміняти знак множення зірочкою \*;

– Писати слово «місяць» після назви місяця (правильно: «в травні», неправильно: «в травні місяці»);

– Використовувати вирази на зразок «цього року» або «минулого року» – слід вказувати точну дату (наприклад, «в червні 2001 року»);

- Використовувати одиниці вимірювання без числових значень (наприклад, не «кілограми», а «кілька кілограмів»), за винятком оформлення таблиць і формул;
- Поєднувати текст з умовними позначеннями фізичних величин за допомогою математичних знаків (правильно: «швидкість дорівнює 5 км/год», неправильно: «швидкість = 5 км/год»);
- Використовувати математичні знаки <, >, №, %, sin, cos, tg, log тощо без цифрових або буквених позначень. У тексті слід писати словами (наприклад, «нуль», «номер», «логарифм»);
- Використовувати індекси стандартів (ДСТУ, СніП, СТП) без реєстраційного номера.

### 3.5 Оформлення формул

Формули та рівняння розміщують посередині сторінки, симетрично до тексту, окремим рядком безпосередньо після згадування у тексті. Відстань між формулою (або рівнянням) та попереднім і наступним текстом повинна бути не менше одного рядка.

Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули праворуч у крайній позиції в круглих дужках. У випадку багаторядкових формул або рівнянь номер проставляють на рівні останнього рядка.

Пояснення позначень, що входять до формули або рівняння, слід надавати безпосередньо під формулою у тій самій послідовності, в якій вони з'являються у формулі. Після формули ставлять кому, а потім із нового рядка подають пояснення до кожного символу, розділяючи їх крапкою з комою. Перший рядок пояснення починають словом «де», яке пишуть без абзацу і без жодних додаткових знаків після нього.

Усі формули нумерують у межах розділу арабськими цифрами. Номер формули вказують у круглих дужках праворуч в кінці рядка на рівні закінчення формули. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в межах цього розділу, розділених крапкою. Допускається також нумерація формул в межах всього документа.

#### Приклад

*Таким чином, математична модель В. А. Фролова – І. Д. Родзиллера для консервативних речовин, тобто речовин, які не вступають в хімічні реакції:*

$$\frac{dx(t)}{dt} = -F(t) \cdot [x(t) - x^*], x(0) = x_0, \quad (3.1)$$

де  $x^*$  – значення концентрації речовини у так званому створі повного змішування;

$F(t)$  – деяка нелінійна функція, вираз якої виведений В. А. Фроловим на основі аналізу розмірностей – характеризує зменшення концентрації  $x$  за рахунок процесів розбавлення.

Одиницю вимірювання, при необхідності, беруть в квадратні дужки

$$I = \frac{U}{R} [A]. \quad (3.2)$$

Числово підстановку і розрахунок виконують з нового рядка не нумеруючи. Одиницю вимірювання беруть в круглі дужки. Наприклад,

$$I = \frac{220}{100} [A].$$

Розмірність одного й того ж параметра повинна залишатися незмінною в межах усього документа.

Якщо формула занадто довга, її можна переносити на наступні рядки. Перенос виконують за допомогою математичних знаків, повторюючи знак на початку наступного рядка. При цьому знак множення « $\cdot$ » замінюють на « $\times$ ».

Формули є частиною речення, тому до них застосовуються ті ж правила пунктуації, що й до інших членів речення. Якщо формула стоїть наприкінці речення, після неї ставлять крапку. Формули, які слідують одна за одною без тексту між ними, розділяють комами.

Посилання на формули в тексті дають в круглих дужках за формою: «... в формулі (3.1)»; «... в формулах (3.1, ..., 3.5)».

### 3.6 Оформлення ілюстрацій

Для наочного пояснення тексту рекомендується використовувати графіки, креслення та інші ілюстрації, які можна виконувати чорною тушшю, простим олівцем середньої твердості або за допомогою комп'ютерної графіки.

Ілюстрації розміщують або в тексті, або в додатках. У тексті їх розташовують симетрично до тексту після першого посилання на них або на наступній сторінці, якщо ілюстрація не поміщається на поточній сторінці без повороту.

Усі ілюстрації в тексті пояснювальної записки мають супроводжуватися посиланнями, наприклад: «... показано на рисунку 3.1» або в дужках (рисунок 3.1). Якщо посилаються на частину ілюстрації, зазначають: «... показано на рисунку 3.2, б». Посилання на раніше наведені ілюстрації оформлюють зі скороченим словом «див.» (наприклад, (див. рисунок 1.3)).

Між ілюстрацією та текстом пропускають один рядок (еквівалентно 3 інтервали). Усі ілюстрації позначають як «рисунки» і нумерують під



для найменувань рядків. Допускається не розділяти рядки горизонтальними лініями. Мінімальна висота між основами рядків – 8 мм. Розміри таблиці визначаються кількістю інформації, що в ній подається.

Графу «№ з/п» не використовують. У разі необхідності нумерації, номера вказують у боковій частині перед найменуванням рядка.

Заголовки граф можуть складатися із заголовків та підзаголовків, які записують в однині, симетрично до тексту графи, малими літерами, починаючи з великої. Якщо підзаголовок складається з одного речення із заголовком, його починають з малої літери. У кінці заголовків і підзаголовків граф крапку не ставлять. Допускається оформлення заголовків та підзаголовків через один інтервал.

Якщо всі величини в таблиці мають однакову одиницю виміру, її скорочене позначення розміщують над таблицею (наприклад, мм). Якщо ж параметри мають різні одиниці виміру, то їх зазначають у заголовках граф після коми (наприклад, «Довжина, мм»).

Текст заголовків граф можна замінювати буквеною символікою, якщо ці символи пояснені у попередньому тексті або на ілюстраціях (наприклад, D – діаметр, H – висота). Однакові буквені позначення групують послідовно в порядку зростання індексів, наприклад: (L1, L2, ...).

Найменування рядків записують у боковій частині таблиці як заголовки в називному відмінку однини, малими літерами, починаючи з великої, і з однієї позиції. Крапку в кінці заголовків не ставлять. Позначення одиниць виміру фізичних величин вказують у заголовках після коми.

Для опису визначеного інтервалу значень в найменуваннях граф і рядків таблиці можна використовувати слова: «більше», «менше», «не більше», «не менше», «в межах». Ці слова розміщують після одиниці фізичної величини:

*(Концентрація, C, не більше),*

а також використовують слова «від», «більше», «до»:

*(Від 10 до 15; більше 15; до 20)*

Дані, що наводяться в таблиці, можуть бути словесними і числовими. Слова записують в графах з однієї позиції. Якщо рядки таблиці не розділені лініями, то текст, який повторюється і складається з одного слова дозволяється замінювати лапками («»). Якщо текст складається з двох і більше слів, то при першому повторенні його замінюють словами «те ж», а далі лапками. При розділенні таблиці горизонтальними лініями – ніякої заміни не виконують.

Числа записують посередині графи так, щоб їх однакові розряди по всій графі були точно один під одним, за винятком випадку, коли вказують інтервал. Інтервал вказують від меншого числа до більшого з тире між ними:

12–35, 122–450.

Дробові числа наводять у вигляді десяткових дробів, з однаковою кількістю знаків після коми в одній графі. Розміри в дюймах можна записувати у вигляді:  $1/2"$ ,  $1/4"$ ,  $1/8"$ .

Ставити лапки замість цифр чи математичних символів, які повторюються, не можна. Якщо цифрові чи інші дані в таблиці не наводяться, то ставиться риска.

Таблиці нумерують в межах розділів і позначають зліва над таблицею з абзацу за формою: «Таблиця 4.2 – Найменування таблиці». Крапку в кінці не ставлять. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці в розділі, розділених крапкою. Дозволяється нумерувати в межах всього документа.

Таблиця може бути великою як в горизонтальному, так і в вертикальному напрямках або іншими словами може мати велику кількість граф і рядків. В таких випадках таблицю розділяють на частини і переносять на інші сторінки або розміщують одну частину під іншою чи поряд.

Якщо частини таблиці розміщують поряд, то в кожній частині повторюють головку таблиці, а при розміщенні однієї частини під іншою – повторюють боковик.

Якщо в кінці сторінки таблиця переривається і її продовження буде на наступній сторінці, в першій частині таблиці нижню горизонтальну лінію, що обмежує таблицю, не проводять.

При перенесенні частин таблиці на інші сторінки, повторюють або продовжують найменування граф. Допускається виконувати нумерацію граф на початку таблиці і при перенесенні частин таблиці на наступні сторінки повторювати тільки нумерацію граф.

У всіх випадках найменування (при його наявності) таблиці розміщують тільки над першою частиною, а над іншими частинами зліва пишуть «Продовження таблиці 4.2» без крапки в кінці.

Інші вимоги до виконання таблиць – відповідно до чинних стандартів на технічну документацію.

## 4 ПОРЯДОК ЗАХИСТУ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Порядок захисту курсової роботи визначається «Положенням про курсове проєктування у ВНТУ» [3].

Здобувачі вищої освіти можуть надсилати на перевірку завершений етап або повний текст КР через інструмент «Файл-Експрес» системи JetIQ у вигляді одного файлу у форматі Portable Document Format (\*.pdf).

Керівник зобов'язаний дати відповідь на надісланий файл протягом семи діб з моменту отримання файлу. У відповіді керівник повинен вказати, що він приймає етап чи повний текст КР до захисту або зазначити, що потрібно виправити чи доопрацювати. Під час прийняття рішення враховується якість виконання завдань та оформлення КР, а також відповідність вимогам академічної доброчесності.

Повернення КР для виправлення чи доопрацювання допускається тільки протягом теоретичного семестру. Файли, надіслані після завершення теоретичного семестру, вважаються остаточними, а їх заміна або виправлення не допускаються.

Якщо КР виконано у повному обсязі, у відповідності до індивідуального завдання, не містить ознак академічної недоброчесності, не містить суттєвих помилок, оформлена згідно з встановленими вимогами та надіслана здобувачем вищої освіти у вигляді одного файлу у форматі Portable Document Format (\*.pdf), керівник приймає КР до захисту, про що повідомляє здобувача вищої освіти у відповіді на файл, надісланий через інструмент «Файл-Експрес» системи JetIQ.

Якщо остаточний файл КР виконано не в повному обсязі, або не у відповідності до індивідуального завдання, або він містить ознаки академічної недоброчесності, або суттєві помилки, або не оформлено згідно з встановленими вимогами, або файл не надійшов через інструмент «Файл-Експрес» системи JetIQ (станом на визначений у розкладі день захисту), така КР визнається керівником недопущеною до захисту із виставленням незадовільної оцінки у відомість успішності (від 0 до 59 балів). Якщо оцінка за стобальною шкалою склала від 35 до 59 балів включно, то здобувач вищої освіти має право на доопрацювання і захист КР з виставленням оцінки у другу відомість. Якщо оцінка за стобальною шкалою склала від 0 до 34 балів включно, то здобувач вищої освіти вважається таким, що має академічну заборгованість. Для її ліквідації здобувач повинен виконати КР за новою темою (або зміненним індивідуальним завданням).

Для захисту курсових робіт кафедрою призначається комісія у складі не менше двох викладачів, один з яких керівник КР.

Студенти, які виконали навчальний план з дисципліни, допускаються до складання іспиту незалежно від захисту КР з цієї дисципліни.

Захист курсової роботи проводиться публічно за встановленим графіком перед комісією, склад якої затверджується завідуючим кафедрою.

Якщо здобувач вищої освіти не з'явився на захист КР у зв'язку з поважною причиною (перешкода стихійного характеру, хвороба, воєнні дії на території перебування здобувача або інші обставини, які позбавили його можливості особисто і своєчасно прибути на захист), такому здобувачу вищої освіти надається можливість захистити КР в інший день за узгодженням з керівником, але не пізніше останнього дня заліково-екзаменаційної сесії. Про поважну причину неявки на захист здобувач вищої освіти повинен повідомити керівника і деканат відповідного факультету протягом доби від призначеного часу захисту.

Якщо здобувач вищої освіти не з'явився на захист КР без поважної причини, такий здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку (від 0 до 59 балів за стобальною шкалою) з виставленням її у відомість успішності.

На захисті студент робить доповідь з теми до 5-10 хвилин, в якій в стислому вигляді повинен розкрити: актуальність теми, структуру роботи, об'єкт дослідження, висновки з аналізом, а також продемонструвати розроблений ним програмний продукт. Після чого члени комісії задають питання теоретичного і практичного характеру на тему роботи. За результатами захисту комісія на закритому засіданні визначає оцінку, яка потім оголошується студенту. Робота оцінюється по 100-бальній системі.

При оцінці курсової роботи до уваги беруться такі критерії:

- ступінь і якість виконання індивідуального завдання;
- ступінь і якість виконання основної частини КР;
- ступінь і якість виконання ілюстративної частини;
- відповідність встановленим вимогам до змісту і оформлення КР;
- повнота розкриття теми і розгляд відповідної проблеми;
- глибина використаних знань теоретичних основ бізнес-аналізу великих масивів даних та застосування моделей аналізу даних;
- використання програмних засобів бізнес-аналітики при розгляді конкретної проблеми;
- склад і обсяг використаних літературних джерел;
- правильність проведених розрахунків по досліджуваному об'єкту;
- теоретична і практична повнота та істотність висновків;
- рівень і якість представлення результатів курсового проектування здобувачем вищої освіти під час захисту;
- відповіді на запитання в процесі захисту КР;
- уміння студента формулювати суть питання, розкривати, доводити і відстоювати свою точку зору на проблему в процесі захисту.

Критерії оцінювання КР наведені в таблиці 4.1.

У випадку виявлення керівником роботи або членами комісії факту несамостійного виконання роботи, студент до захисту курсової роботи не допускається.

Таблиця 4.1 – Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

<u>Рівень компетентності</u>	<u>За бальною шкалою</u>	<u>За шкалою ЄКТС</u>	<u>Критерії оцінювання</u>
<u>IV</u> <u>Високий</u> <u>(творчий)</u>	90–100	<u>A</u>	КР виконано якісно, без помилок, при відповіді на питання здобувач вищої освіти виявляє всебічні, систематизовані, глибокі знання змісту КР, змісту й алгоритму робіт на усіх етапах виконання КР у відповідності з індивідуальним завданням, вільне орієнтування в джерелах інформації і нормативних документах, навички роботи з технічною документацією на рівні творчого використання.
<u>III</u> <u>Достатній</u> <u>(конструктивний)</u>	82–89	<u>B</u>	КР виконано якісно, без суттєвих помилок. Повні знання з поставлених питань і задач. Уміння викладати основні ідеї та результати. Уміння професійно відстоювати свій погляд. Допускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	75–81	<u>C</u>	КР виконано з незначними помилками. Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Уміння викладати основні ідеї та результати. Здатність самостійно застосовувати матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити власні приклади на підтвердження власних тверджень. Уміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях.
<u>II</u> <u>Середній</u> <u>(репродуктивний)</u>	64–74	<u>D</u>	У КР допущена одна суттєва помилка. Здобувач вищої освіти може відтворити значну частину опрацьованого матеріалу й отриманих результатів, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал та робити висновки. Пояснення неповні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності.
	60–63	<u>E</u>	У КР допущено дві суттєвих помилки. Задовільні знання матеріалу на рівні, вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу і отриманих результатів. Дає відповіді не на всі запитання, або відповіді неповні, містять неточності.
<u>I</u> <u>Низький</u> <u>(недостатній)</u>	35–59	<u>FX</u>	У КР виявлено більше двох суттєвих помилок. Здобувач вищої освіти володіє теоретичним матеріалом на фрагментарному рівні, викладає матеріал і результати курсового проектування уривчасто, з помилками. Не може обґрунтувати прийняті конструкторські або проектні рішення, на запитання комісії дає неправильні відповіді (40–60 %), або відповіді й пояснення не дають змоги оцінити знання і навички.
	0–34	<u>F</u>	У КР виявлено більше двох суттєвих помилок. Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Не може обґрунтувати прийняті рішення, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60–100 %).

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний з 2016-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2016. 17 с. (Система стандартів з інформації та документації) (Національний стандарт України).
2. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. [Чинний з 2015-06-22]. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 31 с. (Система стандартів з інформації та документації) (Національний стандарт України).
3. Положення про академічну доброчесність у ВНТУ. Вінниця : ВНТУ, 2024. URL: <https://vntu.edu.ua/uploads/2022/acad.pdf> (дата зверення: 16.12.2025).
4. Положення про запобігання академічному плагіату та порядок його виявлення у наукових, кваліфікаційних, навчальних та науково-методичних роботах у Вінницькому національному технічному університеті. Вінниця : ВНТУ, 2024. URL: <https://vntu.edu.ua/uploads/2024/Stateofplag.pdf> (дата зверення: 16.12.2025).
5. Положення про курсове проєктування у Вінницькому національному технічному університеті / уклад. Д. Х. Штофель. Вінниця : ВНТУ, 2024. 52 с. URL: <https://vntu.edu.ua/uploads/2024/StateofKurs.pdf> (дата зверення: 03.01.2026).
6. Виклюк Я. І., Камінський Р. М., Пасічник В. В. Моделювання складних систем : посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2020. 404 с.
7. Методи моделювання складних систем : навч. посіб. / уклад.: Є. А. Настенко, В. А. Павлов, О. К. Городецька, Г. А. Корнієнко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2022. 144 с.
8. Мокін Б. І., Мокін О. Б., Мокін В. Б. Методологія та організація наукових досліджень : підручник. Вид. 3-тє, змін. та доп. Вінниця : ВНТУ, 2023. 230 с. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/805> (дата зверення: 11.12.2025).
9. Мокін Б. І., Мокін В. Б., Мокін О. Б. Навчальний посібник для опанування студентами способів розв'язання задач з функціонального аналізу мовою Python. Вінниця : ВНТУ, 2022. Ч. 1. 124 с.
10. Мокін Б. І., Мокін В. Б., Мокін О. Б. Навчальний посібник для опанування студентами способів розв'язання задач з функціонального аналізу мовою Python : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2023. Ч. 2. 139 с.
11. Мокін Б. І., Мокін В. Б., Мокін О. Б. Функціональний аналіз, адаптований до прикладних задач в галузі інформаційних технологій : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2020. 192 с. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/611/1084/2204-1> (дата зверення: 20.12.2025).

## **Додатки**

## Додаток А

### Зразок титульного аркуша до курсової роботи

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації  
Кафедра системного аналізу та інформаційних технологій

### КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Моделювання складних систем»  
на тему: «Розроблення та дослідження моделі оптимізації навчального  
розкладу закладу освіти»

Виконав: студент 4-го курсу групи  
СА-226  
спеціальності 124 Системний аналіз  
Петро ПЕТРЕНКО

Керівник к.т.н., доц. каф. САІТ  
Сергій ЖУКОВ

Кількість балів: \_\_\_\_\_  
Оцінка ЄКТС \_\_\_\_\_

Члени комісії:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Вінниця – 2026 рік

## Додаток Б

### Зразок індивідуального завдання до курсової роботи

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації  
Кафедра системного аналізу та інформаційних технологій  
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
Спеціальність 124 Системний аналіз  
Освітньо-професійна програма «Системний аналіз»

#### ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри САІТ

д. т. н., професор Віталій

МОКІН

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_

року

#### ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

на курсову роботу з дисципліни «Моделювання складних систем»

Петренку Петру Петровичу, студенту гр. СА-226

**Тема роботи:** Розроблення та дослідження моделі оптимізації навчального розкладу закладу освіти.

**Завдання:** здійснити математичну формалізацію задачі, розробити алгоритм її вирішення та провести перевірку адекватності моделі згідно з послідовністю етапів математичного моделювання (ідентифікація, верифікація, валідація).

#### **Вхідні дані до виконання роботи:**

- Навчальний план та норми навантаження (список дисциплін, груп, необхідна кількість годин).
- Обмеження ресурсів (фонд аудиторій, перелік викладачів та їх доступність).
- Документація бібліотеки для розв'язання оптимізаційних задач (наприклад, Google OR-Tools, DEAP для генетичних алгоритмів або SciPy.optimize).

**Зміст пояснювальної записки:**

Анотація

Зміст

Вступ

1 Аналіз предметної області та постановка задачі

2 Розроблення математичної моделі та методи її ідентифікації

3 Програмна реалізація моделі та аналіз результатів моделювання

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

Додаток А (обов'язковий) Ілюстративна частина

**Зміст ілюстративної частини:** Структурна схема об'єкта моделювання (входи, виходи, збурення), блок-схема алгоритму реалізації моделі, графіки результатів моделювання, діаграми оцінки адекватності моделі (порівняння модельних та експериментальних даних, гістограми похибок).

**Дата видачі завдання:** 25 лютого 2026 р.

**Строк подання завершеної роботи:** 25 травня 2026 р.

Керівник

\_\_\_\_\_

Сергій ЖУКОВ

Завдання отримав

\_\_\_\_\_

Петро ПЕТРЕНКО

## Додаток В

### Зразок анотації курсової роботи

#### АНОТАЦІЯ

Петренко П. П. Розробка та дослідження моделі прогнозування енергоспоживання: курсова робота з дисципліни «Моделювання складних систем».

У роботі реалізовано побудову та програмну реалізацію математичної моделі для дослідження динаміки складного процесу. Проаналізовано предметну область, визначено вхідні та вихідні змінні, обґрунтовано вибір методу моделювання.

Під час виконання роботи було використано інструментальні засоби мови програмування Python та бібліотеки для наукових обчислень і аналізу даних. У ході дослідження підготовлено вхідний датасет, проведено ідентифікацію параметрів моделі та виконано перевірку її адекватності на тестовій вибірці. В рамках проєктування побудовано структурну схему моделі, графіки залежностей результатів моделювання від вхідних факторів та діаграми оцінки точності (похибок).

Результати реалізовані мовою програмування Python із застосуванням бібліотек Pandas, NumPy, Scikit-learn, Matplotlib.

Ключові слова: математичне моделювання, системний аналіз, прогнозування, регресійний аналіз, Python, Scikit-learn, верифікація моделі.

## Додаток Г

### Зразок змісту курсової роботи

#### ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ .....	5
1.1 Аналіз предметної області.....	5
1.2 Огляд відомих реалізацій .....	17
1.3 Вибір інформаційних технологій та середовища розробки.....	20
2 ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО РІШЕННЯ ТА НАЛАШТУВАНЬ ДЛЯ РОЗВ’ЯЗАННЯ ПОСТАВЛЕНОГО ЗАВДАННЯ .....	25
2.1 Вибір даних для тренування й перевірки моделей машинного навчання .....	25
2.2 Основні принципи передобробки аудіоданих і добування ознак .....	28
2.3 Обґрунтування вибору структури моделі машинного навчання .....	32
3 МОДЕЛЮВАННЯ ЕМОЦІЙНОЇ ТОНАЛЬНОСТІ АУДІОЗАПИСІВ ....	40
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53
Додаток А. Ілюстративна частина.....	56

## Додаток Д

### Форми запису літературних джерел відповідно до ДСТУ 8302:2015

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Книги з одним автором	<p>1. Мокін В. Б. Математичні моделі для контролю та управління якістю річкових вод : монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. 172 с.</p> <p>2. Бичківський О. О. Міжнародне приватне право : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗНУ, 2015. 82 с.</p>
Книги із двома авторами	<p>1. Батракова Т. І., Калюжна Ю. В. Банківські операції : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2017. 130 с.</p> <p>2. Мокін В. Б., Мокін Б. І. Математичні моделі та програми для оцінювання якості річкових вод : монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2000. 152 с.</p>
Книги із трьома авторами	<p>1. Мокін В. Б., Крижановський Є. М., Боцула М. П. Інформаційна технологія інтегрування математичних моделей у геоінформаційні системи моніторингу поверхневих вод : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2011. 152 с.</p> <p>2. Городовенко В. В., Макаренков О. Л., Сантос М. М. Судові та правоохоронні органи України : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2016. 206 с.</p>
Книги із чотирма авторами	<p>1. Крижановський Є. М., Мокін В. Б., Горячев Г. В., Варчук В. І. Методи та засоби комп'ютерних обчислень : електрон. навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2016. 90 с.</p> <p>2. Бікулов Д. Т, Чкан А. С., Олійник О. М., Маркова С. В. Менеджмент : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2017. 360 с.</p>
Книги із п'ятьма і більше авторами	<p>1. Інформаційні технології автоматизації обробки параметрів геоінформаційних систем з геометричними мережами : монографія / В. Б. Мокін та ін. ; за ред. В. Б. Мокіна. Вінниця : ВНТУ, 2014. 196 с.</p> <p>2. Операційне числення : навч. посіб. / С. М. Гребенюк та ін. Запоріжжя : ЗНУ, 2015. 88 с.</p>
Без автора	<p>1. Міжнародні економічні відносини : навч. посіб. / за ред.: С. О. Якубовського, Ю. О. Ніколаєва. Одеса : ОНУ, 2015. 306 с.</p> <p>2. Науково-практичний коментар Бюджетного кодексу України / за заг. ред. Т. А. Латковської. Київ : ЦУЛ, 2017. 176 с.</p> <p>3. Службове право: витоки, сучасність та перспективи розвитку / за ред.: Т. О. Коломоєць, В. К. Колпакова. Запоріжжя, 2017. 328 с.</p>

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Матеріали конференцій, з'їздів	<p>1. Мокін В. Б., Варчук І. В. Геоінформаційна технологія оптимізації топологічної спостережуваності багатозв'язних просторово-розподілених систем. <i>Summer InfoCom Advanced Solutions 2016</i> : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 1-3 черв. 2016 р. Київ, 2016. С. 37–39.</p> <p>2. Павлов С. В., Задолотна Н. І., Карась О. В. Мультифункціональна інтелектуалізована система лазерної поляриметрії. <i>VIII International Conference on Optoelectronic Information Technologies «PHOTONICS-ODS 2018»</i>, Ukraine, Vinnytsia, October 2-4, 2018. Vinnytsia : VNTU, 2018. P. 130-131.</p>
Статті	<p>1. Заболотна Н. І., Шолота В. В., Загоруйко В. І. Система багатопараметричного поляризаційно-фазового картографування біологічних шарів із бінарною класифікацією. <i>Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології</i>. 2021. № 2. С. 44-52.</p> <p>2. Increasing the reliability of diagnosis of diabetic retinopathy based on machine learning / O. Mamyrbayev et al. <i>Eastern-European Journal of Enterprise Technologies</i>. 2024. Vol. 128 (9). P. 17-26.</p>
Законодавчі та нормативні документи	<p>1. Деякі питання стипендіального забезпечення : Постанова Кабінету Міністрів України від 28.12.2016 р. № 1050. <i>Офіційний вісник України</i>. 2017. № 4. С. 530–543.</p> <p>2. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII. Дата оновлення: 28.09.2017. URL: <a href="http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18">http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18</a> (дата звернення: 10.08.2014)</p>
Стандарти	<p>ДСТУ 3582:2013. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила (ISO 4:1984, NEQ; ISO832:1994, NEQ). [На заміну ДСТУ 3582-97; чинний від 2013-08-22]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 15 с. (Інформація та документація).</p>
Дисертації	<p>1. Варчук І. В. Інформаційна технологія аналізу та оптимізації топологічної спостережуваності багатозв'язних геоінформаційних систем : дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Вінницький національний технічний університет. Вінниця, 2016. 151 с.</p> <p>2. Левчук С. А. Матриці Гріна рівнянь і систем еліптичного типу для дослідження статичного деформування складених тіл : дис. ... канд. фіз.-мат. наук: 01.02.04. Запоріжжя, 2002. 150 с.</p>

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Автореферати дисертацій	<p>1. Варчук І. В. Інформаційна технологія аналізу та оптимізації топологічної спостережуваності багатозв'язних геоінформаційних систем : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06. Київ, 2016. 24 с.</p> <p>2. Гнатенко Н. Г. Групи інтересів у Верховній Раді України: сутність і роль у формуванні державної політики : автореф. дис. ... канд. політ. наук: 23.00.02. Київ, 2017. 20 с.</p>
Патенти	<p>Люмінісцентний матеріал : пат. 25742 Україна: МПК6 C09K11/00, G01T1/28, G21H3/00. №200701472 ; заявл. 12.02.07 ; опубл. 27.08.07, Бюл. № 13. 4 с.</p>
Електронні ресурси	<p>1. Мокін В. Б., Крижановський Є. М., Скорина Л. М., Гораш А. М. Побудова ГІС-інтегрованої системи даних та моделей на основі XML-формалізації для моделювання процесів у річках. <i>Наукові праці Вінницького національного технічного університету</i>. Вінниця, 2018. № 2. URL: <a href="https://doi.org/10.31649/2307-5376-2018-2-42-51">https://doi.org/10.31649/2307-5376-2018-2-42-51</a> (дата звернення: 15.02.2025).</p> <p>2. Варчук І. В., Мокін В. Б. Технологія ідентифікації та оптимізації топологічної спостережуваності багатозв'язних просторово-розподілених систем за їх математичними та геоінформаційними моделями. <i>XLV Регіональна науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області</i> : зб. матеріалів конференції. Вінниця, 2016. URL: <a href="http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/10598/858.pdf">http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/10598/858.pdf</a> (дата звернення: 16.02.2025)</p>

## Додаток Е

### Перелік тем для виконання курсової роботи

**1. Розробка та дослідження моделі динаміки поширення епідемічного процесу.** Постановка задачі: Побудувати модель (типу SIR/SEIR) для прогнозування поширення інфекційного захворювання в замкнутій популяції. Можливості системи: налаштування параметрів (швидкість передачі, одужання), візуалізація кривих інфікування, оцінка ефективності карантинних заходів. Технології: Python, SciPy (ODEint), NumPy, Matplotlib.

**2. Моделювання та прогнозування часових рядів фінансових показників.** Постановка задачі: Розробити модель для аналізу та короткострокового прогнозування курсу валют або вартості акцій. Можливості системи: попередню обробка даних, побудова моделі ARIMA/LSTM, оцінка похибок (RMSE, MAPE), візуалізація тренду. Технології: Python, Pandas, Statsmodels, Scikit-Learn, Plotly.

**3. Імітаційне моделювання системи масового обслуговування (на прикладі супермаркету).** Постановка задачі: Створити імітаційну модель роботи кас супермаркету для оцінки черг. Можливості системи: генерація потоку клієнтів, зміна кількості кас, розрахунок середнього часу очікування та завантаженості персоналу. Технології: Python, SimPy, NumPy, Matplotlib.

**4. Побудова моделі оцінювання вартості нерухомості на основі методів машинного навчання.** Постановка задачі: Розробити регресійну модель для визначення ринкової ціни квартир на основі їх характеристик. Можливості системи: кореляційний аналіз факторів, навчання моделі, визначення важливості ознак, прогнозування ціни для нових об'єктів. Технології: Python, Pandas, Scikit-Learn, Seaborn.

**5. Моделювання транспортних потоків міста з використанням теорії графів.** Постановка задачі: Розробити модель для пошуку оптимальних маршрутів та аналізу завантаженості доріг. Можливості системи: завантаження карти, розрахунок найкоротшого шляху (Дейкстра/A\*), візуалізація маршруту, моделювання заторів. Технології: Python, NetworkX, OSMnx, Folium.

**6. Розробка еколого-математичної моделі динаміки популяцій (модель «Хижак-Жертва»).** Постановка задачі: Дослідити коливання чисельності двох видів у замкнутому середовищі (модель Лотки-Вольтерри). Можливості системи: побудова фазових портретів, аналіз стійкості системи, дослідження впливу зовнішніх факторів. Технології: Python, SciPy, NumPy, Matplotlib.

**7. Оптимізаційна модель управління запасами на складі.** Постановка задачі: Розробити модель для визначення оптимального

розміру замовлення та точки перезамовлення (модель EOQ). Можливості системи: симуляція попиту, розрахунок витрат на зберігання та дефіцит, визначення оптимальної стратегії. Технології: Python, SciPy (optimize), Pandas.

**8. Моделювання процесу прийняття рішень при кредитному скорингу.** Постановка задачі: Побудувати класифікаційну модель для оцінки ймовірності дефолту позичальника. Можливості системи: обробка анкетних даних, навчання класифікатора (Random Forest/Logistic Regression), побудова матриці плутанини та ROC-кривої. Технології: Python, Scikit-Learn, Pandas, Matplotlib.

**9. Розробка моделі розпізнавання образів для медичної діагностики.** Постановка задачі: Створити модель на основі нейронної мережі для класифікації медичних зображень (наприклад, рентгенівських знімків). Можливості системи: завантаження зображень, навчання згорткової нейромережі (CNN), виведення ймовірності діагнозу. Технології: Python, TensorFlow/Keras або PyTorch, OpenCV.

**10. Прогнозування споживання електроенергії підприємством.** Постановка задачі: Розробити модель прогнозування енергоспоживання на основі історичних даних та погодних умов. Можливості системи: аналіз сезонності, врахування температури, прогнозування на добу вперед, візуалізація пікових навантажень. Технології: Python, Pandas, XGBoost/LightGBM, Matplotlib.

**11. Агентне моделювання соціальних процесів (динаміка думки в колективі).** Постановка задачі: Дослідити, як поширюється інформація або змінюється думка в групі агентів. Можливості системи: налаштування правил взаємодії агентів, візуалізація сітки агентів, аналіз швидкості досягнення консенсусу. Технології: Python, Mesa (або власна реалізація класів), Matplotlib.

**12. Моделювання теплових процесів у приміщенні (рівняння теплопровідності).** Постановка задачі: Побудувати чисельну модель розподілу температури в площині або об'ємі. Можливості системи: задання граничних умов, розрахунок методом скінченних різниць, побудова теплової карти (heatmap). Технології: Python, NumPy, Matplotlib, Seaborn.

**13. Розробка рекомендаційної системи для інтернет-ресурсу.** Постановка задачі: Створити модель колаборативної фільтрації для рекомендації товарів або контенту. Можливості системи: побудова матриці "користувач-товар", розрахунок подібності (косинусна міра), генерація списку рекомендацій. Технології: Python, Pandas, Scikit-Learn (SVD), Surprise.

**14. Моделювання розповсюдження забруднень у річковому басейні.** Постановка задачі: Розробити модель переносу та дифузії забруднюючих речовин у водному потоці. Можливості системи: врахування швидкості течії, моделювання залпового скиду, візуалізація шлейфу забруднення. Технології: Python, NumPy, SciPy, Matplotlib.

**15. Оптимізація маршрутів доставки вантажів (Задача комівояжера).** Постановка задачі: Розробити евристичний алгоритм для знаходження оптимального маршруту об'їзду точок доставки. Можливості системи: задання координат точок, реалізація генетичного алгоритму або методу мурашиних колоній, візуалізація маршруту. Технології: Python, NumPy, DEAP (для генетичних алгоритмів), Matplotlib.

**16. Аналіз та моделювання клієнтського відтоку (Churn Rate).** Постановка задачі: Побудувати модель для виявлення клієнтів, схильних до відмови від послуг. Можливості системи: аналіз поведінкових факторів, кластеризація клієнтів, прогнозування ймовірності відтоку. Технології: Python, Scikit-Learn, Pandas, Plotly.

**17. Моделювання роботи банківського відділення (Багатоканальна СМО).** Постановка задачі: Дослідити ефективність роботи банку з різними типами операцій. Можливості системи: пріоритетні черги, різні типи заявок, збір статистики по завантаженості операторів. Технології: Python, SimPy, Statistics.

**18. Розробка моделі аналізу тональності тексту (Sentiment Analysis).** Постановка задачі: Створити модель для визначення емоційного забарвлення відгуків користувачів. Можливості системи: векторизація тексту (TF-IDF/Word2Vec), класифікація (позитивний/негативний), візуалізація хмари слів. Технології: Python, NLTK/Spacy, Scikit-Learn, WordCloud.

**19. Моделювання надійності технічної системи.** Постановка задачі: Розробити ймовірнісну модель відмови системи, що складається з багатьох елементів. Можливості системи: побудова дерева відмов, розрахунок ймовірності безвідмовної роботи, визначення "вузьких місць". Технології: Python, SciPy, NetworkX.

**20. Побудова портфельної теорії та оптимізація інвестиційного портфеля.** Постановка задачі: Розробити модель формування оптимального портфеля активів (модель Марковіца). Можливості системи: розрахунок доходності та ризику, побудова ефективного фронту, оптимізація часток активів. Технології: Python, Pandas, NumPy, SciPy (minimize), PyPortfolioOpt.

**21. Моделювання процесу евакуації людей з приміщення (Клітинні автомати).** Постановка задачі: Створити модель руху натовпу до виходів у випадку надзвичайної ситуації. Можливості системи: задання геометрії приміщення, моделювання поведінки натовпу, вимірювання часу евакуації. Технології: Python, NumPy, Matplotlib (Animation).

**22. Прогнозування врожайності сільськогосподарських культур.** Постановка задачі: Розробити регресійну модель залежності врожайності від кліматичних факторів та добрив. Можливості системи: аналіз історичних даних, врахування опадів/температури, побудова прогнозних сценаріїв. Технології: Python, Pandas, Scikit-Learn, Seaborn.

**23. Моделювання мережевого трафіку та балансування навантаження.** Постановка задачі: Дослідити роботу комп'ютерної мережі при різних алгоритмах розподілу запитів. Можливості системи: генерація запитів, симуляція серверів, порівняння алгоритмів (Round Robin, Least Connections). Технології: Python, SimPy, Matplotlib.

**24. Розробка моделі багатокритеріального прийняття рішень (наприклад, вибір постачальника).** Постановка задачі: Реалізувати метод аналізу ієрархій (АНР) або TOPSIS для ранжування альтернатив. Можливості системи: задання критеріїв та їх ваг, оцінка альтернатив, розрахунок інтегрального показника. Технології: Python, NumPy, Pandas.

**25. Моделювання та аналіз соціальних мереж (графів взаємодій).** Постановка задачі: Дослідити структуру соціальної групи, виявити лідерів думок та спільноти. Можливості системи: розрахунок метрик центральності, виділення кластерів (спільнот), візуалізація графа зв'язків. Технології: Python, NetworkX, Matplotlib, Gephi (опціонально).

**26. Побудова моделі планування виконання проєкту (PERT/CPM).** Постановка задачі: Розробити модель для розрахунку критичного шляху та ймовірності завершення проєкту в строк. Можливості системи: побудова мережевого графіка, розрахунок часових резервів, оцінка ризиків. Технології: Python, NetworkX, Pandas.

**27. Моделювання фізичного руху тіла в полі тяжіння з урахуванням опору середовища.** Постановка задачі: Побудувати модель балістичного руху. Можливості системи: чисельне інтегрування рівнянь руху, зміна параметрів середовища, побудова траєкторії польоту. Технології: Python, SciPy (ODE), Matplotlib.

**28. Кластеризація клієнтської бази для сегментації ринку.** Постановка задачі: Використати методи машинного навчання без учителя для поділу клієнтів на групи. Можливості системи: нормалізація даних, застосування K-Means/DBSCAN, візуалізація кластерів (PCA/t-SNE). Технології: Python, Scikit-Learn, Pandas, Seaborn.

**29. Моделювання роботи світлофорного регулювання на перехресті.** Постановка задачі: Оптимізувати режими роботи світлофорів для мінімізації заторів. Можливості системи: симуляція потоку авто, зміна фаз світлофора, розрахунок пропускної здатності. Технології: Python, SUMO (або власна логіка на SimPy/PyGame).

**30. Розробка нечіткої (Fuzzy) моделі управління технічним об'єктом.** Постановка задачі: Створити контролер на основі нечіткої логіки (наприклад, для підтримки температури). Можливості системи: задання функцій належності, бази правил, дефазифікація, візуалізація поверхні управління. Технології: Python, Scikit-Fuzzy, NumPy, Matplotlib.

*Електронне навчальне видання*

**Сергій Олександрович Жуков**

**Методичні вказівки до виконання курсових робіт  
з дисципліни «Моделювання складних систем»  
зі спеціальності «Системний аналіз»**

Рукопис оформив: С. Жуков

Редактор: Н. Кравчук

Оригінал-макет виготовлено в РВВ ВНТУ

Підписано до видання 10.02.2026

Гарнітура Times New Roman

Зам. № P2026-017.

Видавець та виготовлювач

Вінницький національний технічний університет,

Редакційно-видавничий відділ.

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Хмельницьке шосе, 95,

м. Вінниця, 21021.

press.vntu.edu.ua;

Email: rvv.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.