



КОМПОНЕНТИ ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ. ЧАСТИНА 3. АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>121 Інженерія програмного забезпечення</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 рік підготовки, 4 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Лекції: 36 год., лабораторні роботи: 18 год., самостійна робота: 96 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, контрольна робота, календарний контроль</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на осінній семестр поточного навчального року (http://roz.kpi.ua/)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доц. Саяпіна Інна Олександрівна, saiarina@pzks.fpm.kpi.ua Лабораторні роботи: к.т.н., доц. Саяпіна Інна Олександрівна, saiarina@pzks.fpm.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom. Доступ надається зареєстрованим студентам.</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Вивчення дисципліни «Компоненти програмної інженерії. Частина 3. Архітектура програмного забезпечення» дозволяє сформувати у здобувачів освіти компетенції, необхідні для розв'язання практичних задач професійної діяльності, пов'язаної із проектуванням, моделюванням та розробкою програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем.

***Метою** вивчення дисципліни «Компоненти програмної інженерії. Частина 3. Архітектура програмного забезпечення» є формування у здобувачів освіти розуміння основних принципів та механізмів і здатності самостійно чи у команді здійснювати проектування, моделювання та програмну реалізацію мультимедійних та інформаційно-пошукових систем й застосунків.*

***Предметом** дисципліни «Компоненти програмної інженерії. Частина 3. Архітектура програмного забезпечення» є методи, методології та підходи до побудови архітектури програмного забезпечення, її складових модулів та взаємозв'язків між ними.*

*Вивчення дисципліни «Компоненти програмної інженерії. Частина 3. Архітектура програмного забезпечення» формує у здобувачів освіти **загальних (ЗК)** та **фахових компетентностей (ФК)**, необхідних для розв'язання практичних задач професійної діяльності, пов'язаної з моделюванням, проектуванням та розробкою програмного забезпечення:*

ФК01 Здатність ідентифікувати, класифікувати та формулювати вимоги до програмного забезпечення.

ФК02 Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

ФК03 Здатність розробляти архітектуру, модулі та компоненти програмних систем.

ФК04 Здатність формулювати та забезпечувати вимоги щодо якості програмного забезпечення у відповідності з вимогами замовника, технічним завданням та стандартами.

ФК05. Здатність дотримуватися специфікацій, стандартів, правил і рекомендацій в професійній галузі при реалізації процесів життєвого циклу.

ФК07 Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

ФК08 Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

ФК10 Здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя

ФК11. Здатність реалізовувати фази та ітерації життєвого циклу програмних систем та інформаційних технологій на основі відповідних моделей і підходів розроблення програмного забезпечення.

ФК12 Здатність здійснювати процес інтеграції системи, застосовувати стандарти і процедури управління змінами для підтримки цілісності, загальної функціональності і надійності програмного забезпечення.

ФК13 Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розроблення та супроводження програмного забезпечення.

ФК21 Здатність визначати, аналізувати та документувати вимоги до програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем.

ФК22 Здатність створювати інноваційні стартап-проекти, обчислювати основні техніко-економічні показники та розробляти бізнес-моделі інноваційних стартап-проектів програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем, які мають комерційний потенціал для інвестування.

Програмні **результатів навчання** (ПРН) дисципліни «Компоненти програмної інженерії. Частина 3. Архітектура програмного забезпечення» за освітньою програмою:

ПРН1 Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПРН2 Знати кодекс професійної етики, розуміти соціальну значимість та культурні аспекти інженерії програмного забезпечення і дотримуватись їх в професійній діяльності.

ПРН3 Знати основні процеси, фази та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення.

ПРН4 Знати і застосовувати професійні стандарти і інші нормативно-правові документи в галузі інженерії програмного забезпечення.

ПРН6 Уміння вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення.

ПРН7 Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

ПРН8 Знати та вміти розробляти людино-машинний інтерфейс.

ПРН9 Вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до програмного забезпечення.

ПРН10 Проводити передпроектне обстеження предметної області, системний аналіз об'єкта проектування.

ПРН11 Вибирати вихідні дані для проєктування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання.

ПРН13 Знати і застосовувати методи розроблення алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

ПРН14 Застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби доменного аналізу, проєктування, тестування, візуалізації, вимірювань та документування програмного забезпечення.

ПРН15 Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.

ПРН16 Мати навички програмного розроблення, погодження оформлення і випуску всіх видів програмної документації.

ПРН17 Вміти застосовувати методи компонентної розробки програмного забезпечення.

ПРН18 Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

ПРН19 Знати та вміти застосовувати методи верифікації та валідації програмного забезпечення.

ПРН20 Знати підходи щодо оцінювання та забезпечення якості програмного забезпечення.

ПРН23 Вміти документувати та презентувати результати розроблення програмного забезпечення.

ПРН31 Вміти визначати, аналізувати та документувати вимоги до програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем.

ПРН32 Вміти розробляти та аналізувати моделі повного циклу створення програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем.

ПРН33 Вміти організовувати повний цикл управління програмним продуктом.

ПРН34 Вміти створювати інноваційні стартап проєкти проєктування програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем, які мають комерційний потенціал для інвестування.

ПРН35 Вміти розробляти та аналізувати бізнес-моделі інноваційних стартап проєктів розроблення програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем, які мають комерційний потенціал для інвестування.

ПРН36 Вміти управляти проєктами створення та впровадження програмного забезпечення згідно міжнародних стандартів.

ПРН38 Вміти застосовувати технології програмування для розроблення програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Успішному вивченню дисципліни «Компоненти програмної інженерії. Частина 3. Архітектура програмного забезпечення» передуює вивчення дисципліни «Компоненти програмної інженерії» навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Отримані при засвоєнні дисципліни «Компоненти програмної інженерії. Частина 3. Архітектура програмного забезпечення» теоретичні знання та практичні уміння сприяють засвоєнню матеріалу з дисциплін «Компоненти програмної інженерії. Частина 4. Якість та тестування програмного забезпечення», «Компоненти програмної інженерії. Курсова робота», «Безпека програмного забезпечення», «Дипломне проєктування» та «Переддипломна практика» навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна «Компоненти програмної інженерії. Частина 3. Архітектура програмного забезпечення» передбачає вивчення таких тем:

Тема 1. Вступ. Основні визначення та поняття.

Тема 2. Планування та проектування архітектури.

Тема 3. Об'єктний аналіз та моделювання.

Тема 4. Паттерни проектування.

Тема 5. Архітектурні стилі та шаблони.

Тема 6. Прикладні і теоретичні методи програмування.

Тема 7. Верифікація та валідація ПЗ.

Екзамен

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Навчально-методичні матеріали з дисципліни «Компоненти програмної інженерії. Частина 3. Архітектура програмного забезпечення». Матеріали знаходяться в кабінеті дисципліни Google classroom. Доступ надається зареєстрованим студентам.
2. Кучеров Д.П. Інженерія програмного забезпечення: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2017. 386 с.
3. Бородкіна І.Л. Бородкін Г.О. Інженерія програмного забезпечення: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Видавництво "Центр учбової літератури". 2020. 2004 с.
4. Лавріщева К. М. Програмна інженерія: підручник. К, 2008.
5. Бабенко Л.П., Лавріщева К.М.. Основи програмної інженерії: Навчальний посібник для студ. вищих навч. закл. К.: Знання, 2001.
6. Р.С. Мартін. Чиста архітектура. Фабула, 2019. 368 с.

Додаткова література:

7. L. Bass, P. Clements, R. Kazman. Software Architecture in Practice. Addison-Wesley, 2021. 497 p.
8. M. Richards, N. Ford. Fundamentals of Software Architecture, O'Reilly Media, 2021.
9. M. Richards. Software Architecture Patterns. O'Reilly Media, 2015. 55 p.
10. R. Martin. Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design. Pearson, 2017. 432 p.
11. B. Rumpel. Agile Modeling with UML. Springer, 2017, 388 p. DOI 10.1007/978-3-319-58862-9
12. E. Freeman, E. Robson. Head First Design Patterns: Building Extensible and Maintainable Object-Oriented Software. O'Reilly Media, 2021, 669 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Тип навчального заняття	Опис навчального заняття
<i>Тема 1. Вступ. Основні визначення та поняття</i>		
1	Лекція 1. Вступ. Основні визначення та поняття. (2 ак.год.)	Вступ. Інформація щодо організації освітнього процесу. Корисні ресурси. Академічна доброчесність. Система оцінювання. Чому навчить цей курс. Життєвий цикл розробки програмного забезпечення (ПЗ). Поняття архітектури програмного забезпечення. Завдання на СРС: п. 6, № 1.

<i>Тема 2. Планування та проектування архітектури</i>		
2	<i>Лекція 2. Стандарти і моделі життєвого циклу (2 ак.год.)</i>	<i>Каскадна модель. Інкрементна модель. Спіральна модель. Еволюційна модель. Основні методології розробки ПЗ. Agile SCRUM. Extreme Programming, SAFE, Kanban. Завдання на СРС: п. 6, № 2.</i>
3	<i>Лабораторна робота 1. (2 ак.год.)</i>	<i>Аналіз та формування вимог до програмного забезпечення Завдання на СРС: п. 6, № 3.</i>
4	<i>Лекція 3. Архітектура та атрибути якості системи (2 ак.год.)</i>	<i>Сценарії атрибутів якості. Готовність. Модифікуємість, Продуктивність, Безпека. Здатність до контролювання. Завдання до СРС: п.6, № 4.</i>
<i>Тема 3. Об'єктний аналіз та моделювання</i>		
5	<i>Лекція 4. Об'єктно-орієнтований аналіз та проектування (2 ак.год.)</i>	<i>Об'єктно-орієнтований підхід та основні принципи. Компроміси у вимогах та проектуванні. Переваги об'єктно-орієнтованої архітектури. Завдання на СРС: п. 6, № 5.</i>
6	<i>Лабораторна робота 2. (2 ак. год.)</i>	<i>Основи моделювання програмного забезпечення. Завдання на СРС: п. 6, № 6</i>
7	<i>Лекція 5. Об'єктно-орієнтоване моделювання (2 ак.год.)</i>	<i>UML діаграми класів. Спеціалізовані UML-діаграми. Концепції та елементи DDD. З'язність як внутрішня характеристика модуля. Зчеплення як зовнішня характеристика модуля. Завдання на СРС: п. 6, № 7.</i>
<i>Тема 4. Паттерни проектування</i>		
8	<i>Лекція 6. Паттерни проектування (4 ак.год.)</i>	<i>Поняття паттерна проектування. Види паттернів. Породжуючі шаблони. Структурні шаблони. Поведінкові шаблони. Завдання на СРС: п. 6, № 8.</i>
9	<i>Лабораторна робота 3. (2 ак. год.)</i>	<i>Моделювання поведінки системи на логічному рівні (розроблення діаграми станів) Завдання на СРС: п. 6, № 9.</i>
<i>Тема 5. Архітектурні стилі та шаблони</i>		
10	<i>Лекція 7. Архітектурні шаблони баз даних (4 ак.год.)</i>	<i>Види архітектурних шаблонів. Багаторівнева архітектура. Керована подіями архітектура. Мікроядерна архітектура. Архітектура мікросервісів та інші. Переваги, недоліки та застосування. Завдання на СРС: п. 6, № 10.</i>
11	<i>Лабораторна робота 4. (4 ак. год.)</i>	<i>Дослідження архітектурних шаблонів проектування програмного забезпечення. Завдання на СРС: п. 6, № 11</i>
12	<i>Лекція 8. Монолітна архітектура (2 ак.год.)</i>	<i>Монолітна та розподілена архітектури. Big Ball of Mud. Помилкові уявлення при розробці ПЗ. Завдання на СРС: п. 6, № 12.</i>
13	<i>Лекція 9.Багатошарова архітектура ПЗ (2 ак.год.)</i>	<i>Логічна структура багатошарової архітектури. Поняття рівнів та слоїв. Шаблони проектування багатошарової архітектури. Проектування слоїв. Завдання на СРС: п.6, № 13.</i>

14	Лекція 10. Сервіс-орієнтована архітектура (2 ак.год.)	Веб-сервіси, їх композиція. REST архітектура, принципи проектування. Завдання на СРС: п. 6, № 14.
15	Лабораторна робота 5. (4 ак.год.)	Моделювання поведінки ІС на логічному рівні (розроблення діаграми послідовності та кооперації) Завдання на СРС: п. 6, № 15
16	Лекція 11. Мікроядерна та Pipeline архітектура (2 ак.год.)	Характеристика, основні принципи, приклади використання. Завдання на СРС: п. 6, № 16
17	Лекція 12. Керована подіями архітектура та архітектура на основі простору (2 ак.год.)	Характеристика, основні принципи, приклади використання. Завдання на СРС: п. 6, № 17
<i>Тема 6. Прикладні і теоретичні методи програмування</i>		
18	Лекція 13. Прикладне програмування(2 ак.год.)	Основні типи прикладного програмування та їх особливості. Принципи D.R.Y., KISS, YAGNI. SOLID. Завдання на СРС: п. 6, № 18.
29	Лекція 14. Теоретичне програмування (2 ак.год.)	Основні типи теоретичного програмування та їх особливості. Завдання на СРС: п. 6, № 19
20	Лабораторна робота 6. (4 ак.год.)	Розроблення моделі фізичного представлення ІС (розроблення діаграми компонентів та розгортання) Завдання на СРС: п. 6, № 20
<i>Тема 7. Верифікація та валідація ПЗ</i>		
21	Лекція 15. Верифікація та валідація ПЗ (2 ак.год.)	Підхід до валідації сценарію вимог. Верифікація об'єктних моделей та композиції компонентів. Завдання на СРС: п. 6, № 21.
22	Контрольна робота (2 ак. год) Завдання на СРС: п. 6, № 22	

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Дисципліна «Компоненти програмної інженерії. Частина 3. Архітектура програмного забезпечення» ґрунтується на самостійних підготовках до аудиторних занять на теоретичні та практичні теми.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин	Література
1	Підготовка до лекції 1	2	1-10
2	Підготовка до лекції 2	2	1-4, 11
3	Підготовка до лабораторної роботи 1	5	1-4, 7
4	Підготовка до лекції 3	2	4, 7
5	Підготовка до лекції 4	2	1, 4, 5
6	Підготовка до лабораторної роботи 2	5	1-8, 10, 11
7	Підготовка до лекції 5	2	1-8, 10
8	Підготовка до лекції 6	2	1, 12

9	Підготовка до лабораторної роботи 3	5	1-8, 10, 11
10	Підготовка до лекції 7	2	1, 4, 6, 8 - 10
11	Підготовка лабораторної роботи 4	5	1, 4, 6, 8 - 10
12	Підготовка до лекції 8	2	1, 4, 6, 8 - 10
13	Підготовка до лекції 9	2	1, 4, 6, 8 - 10
14	Підготовка до лекції 10	2	1, 8, 9
15	Підготовка лабораторної роботи 5	5	1-8, 10, 11
16	Підготовка до лекції 11	2	1, 8, 9
17	Підготовка до лекції 12	2	1, 8, 9
18	Підготовка до лекції 13	2	1, 4
19	Підготовка до лекції 14	2	1, 4
20	Підготовка лабораторної роботи 6	5	1, 4-6, 7, 10, 12
21	Підготовка до модульної контрольної роботи	8	1-12
22	Підготовка до екзамену	30	1-12

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекційних занять є обов'язковим.
- Відвідування лабораторних занять може бути епізодичним та за потреби захисту лабораторних робіт.
- Правила поведінки на заняттях: активність, повага до присутніх, відключення телефонів.
- Дотримання політики академічної доброчесності.
- Правила захисту лабораторних робіт: роботи повинні бути зроблені згідно варіанту здобувача освіти, що визначається його номером у списку групи, або теми і предметної області, затвердженої за ним викладачем.
- Правила призначення заохочувальних та штрафних балів є наступними.

Заохочувальні бали нараховуються за:

- активність на лекційних та лабораторних заняттях. Максимальна кількість балів за всі заняття – 5 балів.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Протягом семестру студенти виконують **6 лабораторних робіт**. Максимальна кількість балів за лабораторні роботи: 5 балів.

Бали нараховуються за:

- якість виконання лабораторної роботи (звіту): 0-2 бали ;
- опитування (тест) під час захисту лабораторної роботи: 0-2 бали;
- своєчасне представлення роботи до захисту: 0-1 бал.

Критерії оцінювання якості виконання лабораторної роботи (звіту):

2 бали – робота виконана якісно, в повному обсязі;

0-1 бал – робота виконана не в повному обсязі, або містить помилки.

Критерії оцінювання опитування з захисту лабораторної роботи:

2 бали – відповідь повна, добре аргументована;
1 бал – у відповіді є помилки;
0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

При повторній здачі на перевірку лабораторної роботи загальна максимальна оцінка за лабораторну зменшується на 1 бал.

Максимальна кількість балів за виконання та захист лабораторних робіт:
 $R_L = 6 \text{ лабораторних робіт} \times 5 \text{ балів} = 30 \text{ балів}$.

Завдання на **контрольну роботу** складається з 14 тестових питань – 8 питань з однією правильною відповіддю та 6 питань з декількома правильними відповідями. Кожне питання з однією правильною відповіддю оцінюється в 1 бал, кожне питання з декількома правильними відповідями оцінюється в 2 бали.

Критерії оцінювання кожного тестового запитання з однією правильною відповіддю:
1 бал – відповідь правильна;
0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Критерії оцінювання кожного тестового запитання з декількома правильними відповідями:
2 бали – обрано всі правильні відповіді та жодної неправильної;
1 бал – обрано щонайменше 50% від всіх правильних відповідей;
0 балів – немає відповіді або всі відповіді невірні.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу:
 $R_{МКР} = 1 \text{ бал} \times 8 \text{ тестових питань з однією правильною відповіддю} + 2 \text{ бали} \times 6 \text{ питань з декількома правильними відповідями} = 20 \text{ балів}$.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює:

$R = R_C + R_{\text{екзамен}} = R_L + R_{\text{КР}} + R_{\text{екзамен}} = 30 \text{ балів} + 20 \text{ балів} + 50 \text{ балів} = 100 \text{ балів}$.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 8 балів (50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до першої атестації).

На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 15 балів (50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до другої атестації).

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю:

При семестровому рейтингу (R_C) не менше 30 балів та зарахуванні усіх лабораторних робіт студент має допуск до екзамену. Після складання екзамену виставляється оцінка відповідно до таблиці (Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою).

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання та захист лабораторних робіт.

Екзаменаційний білет містить 3 запитання: 2 теоретичні та 1 практично-орієнтоване. Відповідь на кожне теоретичне запитання оцінюється 15 балами, а відповідь на практично-орієнтоване запитання оцінюється 20 балами.

Критерії оцінювання кожного теоретичного запитання:

13-15 балів – відповідь вірна, повна, добре аргументована;
9-12 балів – відповідь вірна, розгорнута, але аргументація не повна;
5-8 балів – в цілому відповідь вірна, але є помилки;
1-4 бали – у відповіді є суттєві помилки;
0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Критерії оцінювання практично-орієнтованого запитання:

18-20 балів – завдання виконано вірно, надане повне ґрунтовне пояснення обраних рішень для виконання завдання;

14-17 балів – завдання та пояснення обраних рішень виконано на базовому рівні, але не усі особливості враховані;

9-13 балів – виконання завдання та/або аргументація обраних рішень містить ряд неточностей або аргументація рішень відсутня;

5-8 балів – при виконанні завдання допущені суттєві помилки, що ведуть до хибного результату;

1-4 бали – виконання завдання розпочате, але не отримано коректних правильних відповідей;

0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц., Саяпіна І.О.

Ухвалено кафедрою ПЗКС (протокол № 12 від 26.04.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол № 10 від 26.05.2023 р.)