



# ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти *Перший (бакалаврський)*

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерні системи та мережі
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна), заочна
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредитів 120 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік МКР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua">rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	доцент каф. ОТ, к.т.н., Волокита Артем Миколайович, <a href="mailto:artem.volokita@kpi.ua">artem.volokita@kpi.ua</a> асистент каф. ОТ, Іваніщев Богдан Вячеславович, <a href="mailto:callidus.iv@gmail.com">callidus.iv@gmail.com</a>
Розміщення курсу	<a href="http://comsys.kpi.ua">comsys.kpi.ua</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компонента «Основи комп'ютерного моделювання» складено відповідно до освітніх програм підготовки бакалаврів «Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем», «Інженерія програмного інформаційних комп'ютерних систем» за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення» та ОП «Комп'ютерні системи та мережі» за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія та ОП спеціальності 126 Інформаційні системи та технології першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 12 Інформаційні технології.

**Метою навчальної дисципліни** є підсилення у студентів наступних фахових компетентностей:

- ФК2 Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.
- ФК3 Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.
- ФК6 Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.
- ФК9 Здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи.
- ФК11 Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів.
- ФК12 Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.

- ФК13 Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.

- ФК15 Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

**Предмет навчальної дисципліни** — методи та засоби аналітичного та імітаційного моделювання динамічних процесів. Кредитний модуль призначений для забезпечення підготовки майбутніх бакалаврів з використання засобів комп'ютерної техніки для проведення чисельного моделювання процесів і систем, які є предметом професійного інтересу.

**Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:**

- ПРН 2 Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

- ПРН 3 Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.

- ПРН 6 Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

- ПРН 11 Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.

- ПРН 16 Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни**

Для успішного засвоєння дисципліни студенту бажано володіти освітніми компонентами: «Програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Дискретна математика», «Теорія ймовірності», «Структури даних та алгоритми», «Алгоритми та методи обчислень».

Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення освітнього компонента можуть бути використані для подальшого вивчення освітніх компонентів: «Переддипломна практика», «Дипломне проектування».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Задачі, методи та процес моделювання.**

Тема 1.1. Поняття моделі.

Тема 1.2. Задачі моделювання.

Тема 1.3. Методи моделювання.

Тема 1.4. Процес моделювання.

### **Розділ 2. Методи збору інформації та даних про систему.**

Тема 2.1. Ідентифікація закону розподілу.

Тема 2.2. Апроксимація функціональної залежності.

### **Розділ 3. Формалізація процесів функціонування дискретних систем.**

Тема 3.1. Мережі масового обслуговування.

Тема 3.2. Мережі Петрі.

### **Розділ 4. Аналітичне моделювання.**

Тема 4.1. Аналітичне моделювання мереж масового обслуговування.

Тема 4.2. Аналітичне дослідження властивостей мереж Петрі.

### **Розділ 5. Імітаційне моделювання.**

Тема 5.1. Генератори випадкових величин.

Тема 5.2. Алгоритми імітації процесів функціонування дискретних систем.

Тема 5.3. Імітаційне моделювання мережі масового обслуговування.

Тема 5.4. Імітаційне моделювання мережі Петрі.

#### **Розділ 6. Методи дослідження імітаційних моделей.**

Тема 6.1. Планування та проведення факторних експериментів.

Тема 6.2. Регресійний аналіз впливу факторів.

Тема 6.3. Дисперсійний аналіз впливу факторів.

#### **Розділ 7. Методи оптимізації імітаційних моделей.**

Тема 7.1. Пошук оптимальних значень за допомогою серії факторних експериментів.

Тема 7.2. Методи групового урахування аргументів.

Тема 7.3. Еволюційні методи пошуку оптимальних значень.

#### **Розділ 8. Програмне забезпечення імітаційного моделювання систем.**

Тема 8.1. Мова імітаційного моделювання GPSS.

#### **Розділ 9. Методи самоорганізації моделей.**

Тема 9.1. Основні поняття теорії самоорганізації моделей.

Тема 9.2. Алгоритми самоорганізації моделей.

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **Основна література**

1. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
2. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: Навчальний посібник. – К: КНЕУ - 1998. – 230с.
3. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К. : Видавнича група BHV, 2005. – 352с.

#### **Додаткова література**

4. Шапочка М. К. Теорія статистики : навчальний посібник / М.К. Шапочка, О.М. Маценко. – Суми : Університетська книга, 2014. – 312 с.

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

##### **Лекційні заняття**

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<b>Розділ 1. Задачі, методи та процес моделювання.</b> <b>Лекція 1. Задачі, методи та процес моделювання.</b> <u>Основні питання:</u> Поняття моделі, способи побудови та класифікація моделей. Задачі та методи моделювання, процес моделювання, системний підхід до побудови моделей. <u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a> .
2	<b>Розділ 2. Методи збору інформації та даних про систему.</b> <b>Лекція 2. Ідентифікація закону розподілу.</b> <u>Основні питання:</u> Формування масиву значень випадкової величини. Побудова гістограми частот. Формування гіпотези про вид закону розподілу. Оцінка значень параметрів закону розподілу. Перевірка відповідності за критерієм згоди. <u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a> .
3	<b>Розділ 2. Методи збору інформації та даних про систему.</b>

	<p><b>Лекція 3. Апроксимація функціональної залежності.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Формування масиву спостережуваних значень. Формування гіпотези про вид функціональної залежності. Оцінка значень параметрів функціональної залежності. Кореляційно-регресійний аналіз функціональної залежності.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
4	<p><b>Розділ 3. Формалізація процесів функціонування дискретних систем.</b></p> <p><b>Лекція 4. Мережі масового обслуговування.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Елементи мережі масового обслуговування. Мережі масового обслуговування з блокуванням маршруту.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
5	<p><b>Розділ 3. Формалізація процесів функціонування дискретних систем.</b></p> <p><b>Лекція 5. Мережі Петрі.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Елементи мережі Петрі. Мережі Петрі з часовими затримками. Мережі Петрі з конфліктними переходами. Мережі Петрі з багатоканальними переходами. Мережі Петрі з інформаційними зв'язками.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
6	<p><b>Розділ 4. Аналітичне моделювання.</b></p> <p><b>Лекція 6. Аналітичне моделювання розімкнутих мереж масового обслуговування.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Формування множини вхідних даних. Розрахунок коефіцієнтів передачі. Перевірка умови сталого режиму. Розрахунок нормуючих множників для СМО. Визначення функцій, що задають ймовірності знаходження вимог в СМО. Розрахунок показників ефективності функціонування мережі масового обслуговування. Аналіз отриманих результатів моделювання.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
7	<p><b>Розділ 4. Аналітичне моделювання.</b></p> <p><b>Лекція 7. Аналітичне моделювання замкнутих мереж масового обслуговування.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Формування множини вхідних даних. Розрахунок коефіцієнтів передачі. Розрахунок нормуючого множника для мережі МО. Визначення допоміжних функцій для СМО. Визначення функцій, що задають ймовірності знаходження вимог в СМО. Розрахунок показників ефективності функціонування мережі масового обслуговування. Аналіз отриманих результатів моделювання.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
8	<p><b>Розділ 4. Аналітичне моделювання.</b></p> <p><b>Лекція 8. Аналітичне дослідження властивостей мереж Петрі.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Матричний підхід до дослідження властивостей мереж Петрі. Дерево досяжності як спосіб дослідження властивостей мереж Петрі.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
9	<p><b>Розділ 5. Імітаційне моделювання.</b></p> <p><b>Лекція 9. Генератори випадкових величин.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Генерування випадкової величини методом оберненої функції. Використання методу оберненої функції для генерування дискретної випадкової величини. Табличний метод генерування випадкового числа.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
10	<p><b>Розділ 5. Імітаційне моделювання.</b></p>

	<p><b>Лекція 10. Імітаційне моделювання мережі масового обслуговування.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Алгоритм просування модельного часу. Алгоритм просування стану моделі в залежності від часу. Алгоритм збирання інформації про поведінку моделі у процесі імітації.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
11	<p><b>Розділ 5. Імітаційне моделювання.</b></p> <p><b>Лекція 11. Імітаційне моделювання мережі Петрі.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Імітаційне моделювання мережі Петрі з часовими затримками. Імітаційне моделювання мережі Петрі з конфліктними переходами. Імітаційне моделювання мережі Петрі з багатоканальними переходами.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
12	<p><b>Розділ 6. Методи дослідження імітаційних моделей.</b></p> <p><b>Лекція 12. Планування та проведення факторних експериментів.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Стратегічне планування факторних експериментів. Визначення тривалості одного прогону. Визначення кількості прогонів.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
13	<p><b>Розділ 6. Методи дослідження імітаційних моделей.</b></p> <p><b>Лекція 13. Регресійний аналіз впливу факторів.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Побудова матриці планування. Статистична обробка результатів факторних експериментів.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
14	<p><b>Розділ 6. Методи дослідження імітаційних моделей.</b></p> <p><b>Лекція 14. Дисперсійний аналіз впливу факторів.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Однофакторний експеримент у випадку якісних факторів. Багатофакторний експеримент у випадку якісних факторів.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
15	<p><b>Розділ 7. Методи оптимізації імітаційних моделей.</b></p> <p><b>Лекція 15. Методи оптимізації імітаційних моделей.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Пошук оптимальних значень за допомогою серії факторних експериментів. Методи групового урахування аргументів. Еволюційні методи пошуку оптимальних значень.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
16	<p><b>Розділ 8. Програмне забезпечення імітаційного моделювання систем.</b></p> <p><b>Лекція 16. Програмне забезпечення імітаційного моделювання систем.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Мова імітаційного моделювання GPSS. Приклади розв'язання задач.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
17	<p><b>Розділ 9. Методи самоорганізації моделей.</b></p> <p><b>Лекція 17. Основні поняття теорії самоорганізації моделей.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Принцип самоорганізації моделей. Зовнішні критерії селекції моделей. Визначення параметрів моделі за даними навчальної послідовності.</p> <p><u>Відеозапис лекції:</u> <a href="https://bbb.comsys.kpi.ua">https://bbb.comsys.kpi.ua</a>.</p>
18	<p><b>Розділ 9. Методи самоорганізації моделей.</b></p> <p><b>Лекція 18. Алгоритми самоорганізації моделей.</b></p> <p><u>Основні питання:</u> Однорядні (комбінаторні) алгоритми самоорганізації моделей.</p>

Багаторядні (порогові) алгоритми самоорганізації моделей. Завадостійкість алгоритму самоорганізації.

Відеозапис лекції: <https://bbb.comsys.kpi.ua>.

### Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компонента, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач та складання та компіляції програм.

Контрольна робота КР1 виконується після вивчення розділів 1 - 4.

Контрольна робота КР2 виконується після вивчення розділів 5 - 9.

### Лабораторні роботи

Метою проведення циклу лабораторних робіт є набуття студентами необхідних практичних навичок розробки та дослідження методів та засобів комп'ютерного моделювання динамічних процесів.

Лабораторна робота включає:

- постановку вхідної задачі,
- теоретичні відомості з методів та засобів рішення задачі,
- аналіз математичного та алгоритмічного забезпечення,
- обґрунтування вибору програмних засобів дослідження,
- результати виконання модельних експериментів,
- інтерпретація результатів моделювання та висновки,
- лістинг програми.

№	Перелік лабораторних робіт.
1	<b>Лабораторна робота 1.</b> Перевірка генератора випадкових чисел на відповідність закону розподілу.
2	<b>Лабораторна робота 2.</b> Ідентифікація об'єкта за даними спостережень.
3	<b>Лабораторна робота 3.</b> Дослідження мережі МО імітаційними методами. Складання алгоритму імітації і його реалізація.
4	<b>Лабораторна робота 4.</b> Дослідження мережі Петрі імітаційними методами. Складання алгоритму імітації і його реалізація.
5	<b>Лабораторна робота 5.</b> Планування і проведення машинних експериментів з імітаційною моделлю системи.
6	<b>Лабораторна робота 6.</b> Відшукання моделі оптимальної складності методами самоорганізації моделей.

### Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка та виконання лабораторних робіт	48
2	Підготовка до МКР. Опрацювання лекційного матеріалу і додаткових джерел.	18
	Всього годин СРС	66

## 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

При зарахування та оцінювання лабораторних робіт беруться до уваги наступні чинники:

- Повнота виконання завдання на лабораторну роботу за індивідуальним варіантом;
- Своєчасність виконання лабораторної роботи згідно графіку;
- Самостійність виконання лабораторної роботи та відсутність ознак плагіату;
- Відповіді на питання щодо змісту лабораторної роботи під час її захисту.

При оцінюванні контрольних робіт до уваги приймаються:

- Правильність та повнота виконання завдань;
- Кількість виконаних завдань в умовах обмеженого часу;
- Самостійність виконання завдань та відсутність ознак плагіату;
- Кількість спроб виконання контрольних.

Для підготовки до контрольних студенти отримують перелік теоретичних питань та зміст типових задач, які будуть у завданнях на контрольних.

При першій та другій атестації до уваги приймається кількість лабораторних робіт зарахованих на час проведення атестації.

Політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності.

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

**Поточний контроль:** вправи на лекційних заняттях, тестування, виконання та захист лабораторних робіт, модульних контрольних робіт.

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

**Семестровий контроль:** залік.

**Умови допуску до семестрового контролю:** виконані та захищені лабораторні роботи.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за: виконання та захист лабораторних робіт (ЛР1-ЛР6), виконання КР1 та КР2.

## Лабораторні роботи

Ваговий бал. Лабораторні роботи ЛР1-6 мають ваговий бал 10.

Заплановано самостійне виконання шести лабораторних робіт. Теми лабораторних робіт узгоджені у часі та за змістом з темами лекцій. Виконання лабораторних робіт у повному обсязі дозволяє набути практичних навичок. До кожної ЛР викладачем ставляться індивідуальні практичні завдання, які виконуються особисто кожним студентом. Також для отримання додаткових балів студент може виконати розширене додаткове завдання.

Критерії оцінювання: Базовий варіант 6 балів, з захистом додаткового практичного завдання до 10 балів.

### **Модульні контрольні роботи**

Ваговий бал. Дві контрольні роботи мають ваговий бал по 20.

Заплановано виконання двох модульних контрольних робіт (КР1, КР2) виконується протягом календарного контролю (завдання видаються за тиждень до початку календарного контролю). За погодженням зі студентами терміни виконання КР1 і КР2 можуть бути подовжені. Також можливе поєднання КР1 і КР2 в одну розширену роботу МКР.

Критерії оцінювання: У завданнях до КР1 і КР2 розписані бали за відповідні питання. Питання, на які відповідати, студент обирає самостійно.

### **Додаткові (бонусні) бали**

Додаткові бали не передбачені.

### **Штрафні бали**

Штрафні бали не передбачені.

### **Календарний контроль**

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 30% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доводиться до відома студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

### **Форма семестрового контролю. Залік.**

Семестровий рейтинг студента складається з балів, які він отримує за види робіт відповідно.

Оцінювання окремих видів навчальної роботи студента (у балах)

Вид навчальної роботи	Всього за видом роботи
Виконання та захист лабораторних робіт ЛР1-6	60
Виконання КР1	20
Виконання КР2	20
<b>Рейтинг за семестр</b>	<b>100</b>
<b>Залік (додатково)</b>	<b>30</b>

Необхідною умовою допуску студента до заліку автоматом є його індивідуальний семестровий рейтинг, не менший, ніж 60 балів та виконані ЛР1-6. При невиконанні згаданих вимог студент до заліку не допускається. Для підвищення оцінки дозволяється переписувати КР1, КР2 і передавати ЛР1-6.

### **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

В рамках вивчення дисципліни допускається зарахування балів, одержаних в результаті дистанційних курсів на платформі "Coursera", за умови попереднього погодження програми даного курсу з викладачем та за умови отримання офіційного сертифікату (якщо це можливо безкоштовно). Бали за курси, в яких є тільки тестові завдання, зараховуються у кількості годин не менше 60, та з балом 30 (замість ЛР1-ЛР6). Таким чином, максимальний бал обмежується 70 (з урахування



контрольних робіт). Якщо в курсах є практична частина, то звіти з практичних частин можуть бути зараховані в якості лабораторних робіт, в такому випадку максимальний бал обмежується 100.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** асистент каф. ОТ, Іваніщев Богдан Вячеславович.

**Ухвалено** кафедрою обчислювальної техніки (протокол № 10 від 25.05.2022).

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 9.06.2022).

.....