



# КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	заочна
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кр. (150 год.), 6 годин лекцій, 4 годин практичних робіт та комп'ютерних практикумів, 140 годин СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	У відповідності до розкладу занять, розміщеному на сайті <a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Вислоух Сергій Петрович, <a href="mailto:vsp1@ukr.net">vsp1@ukr.net</a> Практичні заняття: асистент Волошко Оксана Вячеславівна, <a href="mailto:voloshko_o@ukr.net">voloshko_o@ukr.net</a>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5414">Дистанційний курс на платформі «Сікорський»</a> <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5414">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5414</a> (доступ надається викладачами)

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Комп'ютерне моделювання процесів і систем» призначена для забезпечення підготовки майбутніх бакалаврів з використання засобів комп'ютерної техніки для проведення чисельного моделювання процесів і систем, які є предметом професійного інтересу.

**Метою дисципліни** є формування у студентів здатностей:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації;
- здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій;
- здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації;

**Предметом** вивчення дисципліни є чисельні методи і алгоритми комп'ютерного моделювання процесів і систем..

**Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:**

#### **ЗНАННЯ:**

- знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функцій однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функцій комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації;

#### **УМІННЯ:**

- методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій;
- вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування;
- вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові
- вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

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

Вивчення дисципліни базується на знаннях з дисциплін «Вища математика», «Спеціальні розділи математики» та «Теорія автоматичного керування».

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, виконанні курсових проєктів/робіт та випускної кваліфікаційної роботи.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

- Розділ 1. Основи моделювання процесів і систем.
- Тема 1. Основні поняття моделювання.

*Поняття моделі. Властивості моделей. Мета моделювання. Класифікація моделей. Класифікація видів моделювання.*

- *Тема 2. Методологія комп'ютерного розв'язання інженерних задач  
Етапи комп'ютерного розв'язання інженерних задач. Наближені обчислення. Види похибок при розв'язанні задач.*

- *Тема 3. Наближені обчислення елементарних функцій.  
Обчислення многочленів. Схема Горнера. Обчислення елементарних функцій за допомогою степеневих рядів і ланцюгових дробів.*

- *Тема 4. Розв'язання нелінійних рівнянь.  
Відокремлення і уточнення коренів. Метод половинного ділення. Метод простих ітерацій. Метод хорд і дотичних. Комбінований метод.*

- *Тема 5. Розв'язання систем лінійних та нелінійних рівнянь.  
Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Крамера. Методи Гауса і Жордана - Гауса. Обчислення визначника і зворотної матриці. Метод ітерацій, метод Зейделя. Розв'язання систем нелінійних рівнянь. Методи простих ітерацій та Ньютонна.*

- *Тема 6. Чисельні наближення функцій.  
Інтерполяція. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Кінцеві різниці. Інтерполяційні многочлени Ньютонна. Сплайни. Інтерполяція сплайнами. Екстраполяція. Обернена інтерполяція. Апроксимація. Метод найменших квадратів.*

- *Тема 7. Чисельне диференціювання і інтегрування функцій.  
Чисельне диференціювання функцій з допомогою інтерполяційних поліномів і сплайнів. Чисельне інтегрування функцій. Формули прямокутників, трапецій та Симпсона.*

- *Тема 8. Чисельне інтегрування диференціальних рівнянь  
Постановка задачі. Однокрокові та багатокрокові методи. Рішення систем диференціальних рівнянь. Рішення диференціальних рівнянь вищих порядків.*

- *Тема 9. Основи графічної візуалізації результатів обчислення.*

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

### **Базова**

1. *Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи: підручник / С.П. Вислоух, О.В. Волошко, Г.С. Тимчик, М.В. Філіппова. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 228 с. ISBN 978-966-990-028-9.*

2. *Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Д.О. Півторак, Ю.Ф. Лазарєв, С.Л. Лакоза ; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 207 с.*

3. *Лазарєв Ю.Ф. Моделювання на ЕОМ: Навчальний посібник / Ю.Ф. Лазарєв. – Київ: Корнійчук, 2007. – 290 с.*

4. *Андруник В. А. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник Том 2 за ред. В. В. Пасічника / В. А. Андруник, В. А. Висоцька, В. В. Пасічник, Л. Б. Чурун, Л. В. Чурун. – Львів: Видавництво «Новий світ -2000», 2020. – 536 с. ISBN 978-617-7519-12-5.*

5. Бойцова І. А. Чисельні методи: конспект лекцій. / І. А. Бойцова – Одеса: Вид-во ОНУ ім. І. І. Мечникова, 2015. – 126 с.
6. Гончаров О. А. Чисельні методи розв'язання прикладних задач : навч. посіб. / О. А. Гончаров, Л. В. Васильєва, А. М. Юнда. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 142 с. ISBN 978-966-657-828-3.
7. Дубовой В. М. Моделювання та оптимізація систем: підручник/ В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І. Михальов, А. В. Усов – Вінниця: ПП «ТДЕдельвейс», 2017. – 804. с. ISBN 978-617-7237-23-4.
8. Кветний Р. Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1. Навчальний посібник / Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко, О. Ю. Софіна, О. М. Шушура за заг. ред. Р. Н. Кветного. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 193 с.
9. Кветний Р. Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 2 : навчальний посібник / [Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко та інші]; за заг. ред. Р. Н. Кветного. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 235 с. ISBN 978-966-641-521-2 (частина 2).
10. Лук'яненко С. О. Числові методи в інформатиці [Текст]: навч. посіб. / С. О. Лук'яненко. – Вид. 2-ге, доп. та випр.. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 160 с.
11. Третиник В. В. Методи обчислень: Частина 1. Чисельні методи алгебри [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності ІІЗ «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані (DataScience) та математичне моделювання» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. В. Третиник, Н. Д. Любашенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,94 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 138 с.
12. Мусіяка В. Г. Основи числових методів [Текст] підручник / В. Г. Мусіяка. – Дніпро : ЛІРА, 2017. – 256 с.

#### **Допоміжна.**

13. Павленко П. М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. / П. М. Павленко – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2013. – 201 с.
14. Петренко А. І. Обчислювальна математика. / А. І. Петренко – Суми: ВМУРол «Україна», 2002. – 212 с.
15. Попов В. В. Методи обчислень: конспект лекцій для студентів механіко-математичного факультету / В. В. Попов. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 303 с.
16. Прокопенко Ю. В. Обчислювальна математика [текст]: навч. посіб. / Ю. В. Прокопенко, Д. Д. Татарчук, В. А. Казміренко – К.: «Політехніка», 2013. – 224 с. ISBN 978-966-622-590-3.
17. Третиник В. В. Методи обчислень: Частина 1. Чисельні методи алгебри [Електронний ресурс: навч. посіб. для студ. спеціальності ІІЗ «Прикладна математика»], спеціалізація «Наука про дані (Data Science) та математичне моделювання»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського уклад.: В. В. Третиник, Н. Д. Любашенко.- Електронні текстові дані (1 файл: 2,94 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 138с.
18. Лазарєв Ю. Ф. Початки програмування у середовищі MATLAB: Навчальний посібник / Ю. Ф. Лазарєв. – Київ: Корнійчук, 1999. – 160 с.
19. Лазарєв Ю. Ф. Моделирование процессов и систем в MatLAB: Учебный курс / Ю. Ф. Лазарєв. – СПб.: ВНУ, «Питер», 2005. – 510 с.
20. Лазарєв Ю. Ф. Комп'ютерне моделювання динамічних систем: Навчал. посібник з курсового і дипломного проектування / Ю. Ф. Лазарєв. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 214 с.
21. Верлань А. Ф. Числові методи розв'язання диференціальних рівнянь: навч. посіб. / А. Ф. Верлань, С. О. Лук'яненко. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 172 с. . ISBN 9789666226207.
22. Шаповаленко В. А. Чисельне обчислення функцій, характеристик матриць і розв'язування нелінійних рівнянь та систем рівнянь: Навч. посібник / Шаповаленко В. А., Буката Л. М., Трофименко О. Г. – Одеса: ВЦ ОНАЗ, 2010. – Ч.1. – 88 с.
23. Богач І. В. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь засобами MathCAD : навчальний посібник / І. В. Богач, О. Ю. Краковецький, Л. В. Крилик. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 106 с. ISBN 978-966-641-802-2.

### **Навчальний контент**

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

Основні форми навчання - лекції, практичні роботи та комп'ютерні практикуми й самостійна робота студентів.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

#### **Лекційні заняття:**

1. Основні поняття моделювання. Поняття моделі. Класифікація моделей. Поняття моделювання. Мета моделювання. Класифікація видів моделювання. Наближені обчислення. Види похибок при розв'язанні задач. (1 год)

2. Обчислення многочленів. Схема Горнера. Обчислення елементарних функцій за допомогою степеневих рядів і ланцюгових дробів. Відокремлення і уточнення коренів. Метод половинного ділення. Метод простих ітерацій. Метод хорд і дотичних. Комбінований метод (1 год)
3. Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Крамера. Методи Гауса і Жордана - Гауса. Обчислення визначника і зворотної матриці. Метод ітерацій, метод Зейделя
4. Розв'язування систем нелінійних рівнянь. Методи Ньютона. (1 год)
5. Інтерполяція. Екстраполяція Чисельне диференціювання функцій з допомогою інтерполяційних поліномів і сплайнів, чисельне інтегрування функцій Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Кінцеві різниці. Інтерполяційні многочлени Ньютона. Сплайни. Інтерполяція сплайнами. Обернена інтерполяція. Апроксимація (1 год)
6. Основи графічної візуалізації результатів обчислення (1 год)

### **Практичні роботи та комп'ютерні практикуми:**

1. Розв'язання нелінійних рівнянь.
2. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
3. Розв'язання систем нелінійних рівнянь.
4. Чисельні методи наближення. Інтерполяція функцій формулами Ньютона і Лагранжа.
5. Чисельні методи наближення. Інтерполяція формулами Ньютона і спайн функцій.
6. Чисельні методи наближення. Апроксимація функцій.
7. Чисельне диференціювання функцій.
8. Чисельне інтегрування функцій.
9. Чисельне розв'язання диференціальних рівнянь.

Комп'ютерні практикуми виконуються з використанням систем моделювання та програмування (MatLab, LabView, C++, C #, Python тощо).

### **6. Самостійна робота студента/аспіранта**

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами. Також питання, що виносяться на самостійне опрацювання вказані в описі комп'ютерних практикумів.

На самостійну роботу студентів виділяється 140 годин, з яких 30 годин - на підготовку до екзамену і 110 годин - на виконання практичних робіт й комп'ютерних практикумів та опрацювання матеріалів лекцій і навчальної літератури відповідно до структури дисципліни.

## **Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
  - не запізнюватись на заняття; при запізненні більш ніж на 15 хв., заходити на другу пів пару, щоб не відволікати присутніх; попереджати через старосту про пропуск заняття з поважної причини чи у раз хвороби (підтвердити ксерокопією медичної довідки);
  - при навчанні в дистанційному режимі: Zoот-конференція за посиланням викладача;
- **правила поведінки на заняттях:**
  - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або підтримання здоров'я;
  - дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернеті або на платформі дистанційного навчання Moodle;
  - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
- **правила захисту практичних робіт та комп'ютерних практикумів:**
  - захист проходить на практичному занятті (комп'ютерному практикумі);
  - до захисту допускаються студенти з виконаним комп'ютерний практиком та заповненим протоколом;
  - захист полягає у співбесіді по теоретичних та практичних завданнях відповідно до протоколу;
  - студент надсилає оформлений протокол комп'ютерного практикуму на електронну адресу викладача, Telegram канал або розміщені на платформі дистанційного навчання Moodle (при дистанційному навчанні);
  - у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
  - штрафні бали призначаються за несвоєчасний захист комп'ютерного практикуму, заохочувальні – за виконання ускладнених завдань;

- максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- **політика дедлайнів та перескладань:**
  - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин;
  - вчасним захист вважається в межах двох занять наступної теми (поточною вважається тема, завдання з якої хоче захистити студент) навчального часу відповідно до силабусу та/або календарного плану;
  - невчасним вважається захист робіт з затримкою більше ніж на два практичні заняття наступної теми, порушення даного дедлайну призводить до зменшення кількості балів за роботи та оцінюється на 1 бал нижче, ніж вказано п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання» за кожні наступні три заняття наступних тем;
- **політика округлення рейтингових балів:**
  - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;
  - при округленні до цілого числа всі цифри, що йдуть за наступним розрядом замінюються нулями;
  - якщо цифра розряду, що залишився, 5 або більша, то ціле число збільшується на одиницю, а розряд прирівнюється до нуля;
  - якщо цифра розряду, що залишився, менша за 5, то ціле число не змінюється, а розряд прирівнюється до нуля.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
  - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
  - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
  - негативний результат оцінюється в 0 балів.

#### **Академічна доброчесність**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### **Норми етичної поведінки**

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### **Оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

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

### **Поточний контроль:**

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	Виконання практичних робіт	9	3	27
	Виконання та захист комп'ютерних практикумів	9	3	27
2	Календарний контроль	2	3	6
			Усього:	60

Студент може отримати 3 бали, якщо практична робота/комп'ютерний практикум виконано правильно і самостійно.

2 бали студент отримує в разі помилок в результатах, несвоєчасному виконанні та/або виконанні роботи з підказками викладача.

1 бал студент отримує, якщо робота була виконана переважно за участю викладача, в кінці семестру, тобто з порушенням всіх термінів виконання практичних робіт/комп'ютерних практикумів

#### **Семестровий контроль: екзамен (письмовий.)**

Умови допуску до семестрового контролю – задовільне виконання всіх практичних робіт і виконання та захист усіх комп'ютерних практикумів.

Складова семестрового контролю складає 40 балів.

Екзаменаційний білет містить 3 питання теоретичного та два питання практичного характеру. Теоретичні питання оцінюються у 18 балів, а практичні – 22 бали.

Система оцінювання кожного теоретичного питання у відсотках:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 6-5 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 4-3 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 2-1 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь або відповідь не надано – 0 балів.

Система оцінювання кожного практичного завдання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування задач – 12-10 балів;
- «добре», повне розв'язування задач з несуттєвими неточностями – 9-7 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 6-2 бали;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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

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

У рамках опанування дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів і систем» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням з викладачем).

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

Складено доцентом кафедри виробництва приладів, к.т.н., доцентом Вислоухом Сергієм Петровичем.

Ухвалено кафедрою виробництва приладів(протокол № 6 від 16.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року)