

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. декана факультету комп'ютерних наук

Євгенія КОЛОВАНОВА

“ 30 ” червня 2023 р.



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### **Математичне моделювання складних систем**

рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський) рівень</u>
галузь знань	<u>15 Автоматизація та приладобудування</u>
спеціальність	<u>151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</u>
освітня програма	<u>Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</u>
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>
факультет	<u>комп'ютерних наук</u>

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

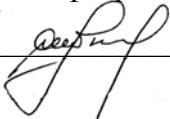
«29» червня 2023 року, протокол № 14

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки **Бакуменко Ніна Станіславівна**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки «08» червня 2023 року, протокол № 13

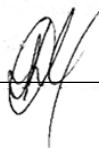
Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки



Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Гарант освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»



Дмитро ЛАБЕНКО

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук «21» червня 2023 року, протокол № 12

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Лариса ВАСИЛЬЄВА

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання складних систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра за спеціальністю 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є опанування студентами основних понять та визначень, вивчення принципів та методів моделювання та набуття навичок застосування теорії моделювання при вирішенні практичних задач.

#### 1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- ознайомлення з загальними підходами побудови математичних моделей складних систем;
- вивчення методів математичного моделювання складних систем;
- набуття навичок застосування існуючих математичних схем при моделюванні складних систем.

#### *Інтегральна компетентність*

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

#### *Загальні компетентності (ЗК).*

ЗК 5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 7. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

#### *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)*

ФК 1. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК 4. 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.

#### 1.3. Кількість кредитів 5

#### 1.4. Загальна кількість годин 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	
Рік підготовки	
4-й	
Семестр	
7-й	-й
Лекції	
48 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
48 год.	год.
Самостійна робота	
54 год.	год.

Індивідуальні завдання
- год.

### 1.6. Заплановані результати навчання

Відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки за результатами вивчення дисципліни студенти повинні –

знати:

- основні принципи системного підходу до моделювання систем;
- методи моделювання складних систем;
- наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж
- математичні схеми, які застосовуються при моделюванні типових систем.

вміти:

- вміти застосовувати методи моделювання для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій;
- проводити розрахунки, аналіз та оцінку характеристик типових структур комп'ютерних систем та їх компонент;
- проводити експерименти, збір даних та моделювання в комп'ютерних системах;
- формувати рішення при розробці моделей комп'ютерних систем з використанням формальних методів математичного програмування.

*В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).*

ПРН 1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПРН 5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПРН 6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові 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.

ПР012. 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. Тематичний план навчальної дисципліни

*Розділ 1. Методи математичного моделювання складних систем.*

*Тема 1. Основи теорії математичного моделювання систем.*

Поняття моделі та моделювання.

*Тема 2 . Моделювання згідно схем марківських випадкових процесів.*

Поняття про марківські процеси. Поток подій.

*Розділ 2. Комп'ютерне моделювання.*

*Тема 3. Теорія масового обслуговування.*

Завдання теорії масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування. Найпростіші системи масового обслуговування та їх характеристики. Складні завдання теорії масового обслуговування.

Тема 4. Моделювання методом статистичних випробувань.

Ідея, призначення та область застосування метода. Метод одиничного жеребкування.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Методи математичного моделювання складних систем.</b>												
Тема 1. Основи теорії математичного моделювання систем.	36	12		12		12						
Тема 2 . Моделювання згідно схем марківських випадкових процесів.	38	12		12		14						
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>74</b>	<b>24</b>		<b>24</b>		<b>26</b>						
<b>Розділ 2. Комп'ютерне моделювання.</b>												
Тема 3 Теорія масового обслуговування.	32	12		12		8						
Тема 4 Моделювання методом статистичних випробувань.	44	12		12		20						
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>76</b>	<b>24</b>		<b>24</b>		<b>28</b>						
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>48</b>		<b>48</b>		<b>54</b>						

### 4. Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Випадкові величини, що розподілені за біноміальним законом, законом Пуассона	2
2	Випадкові величини, що розподілені за нормальним та експоненціальним законам	2
3	Розмічений граф станів та матриця суміжності	2
4	Випадкові процеси з дискретним станом. Матриці перехідних ймовірностей.	2
5	Ймовірності переходів для будь-якого шагу для марківського	2

	ланцюга	
6	Марківській процес з дискретними станами та безперервним часом. Рівняння Колмогорова для ймовірностей стану	2
7	Найпростіший потік подій та його властивості	4
8	Потік Ерланга.	4
9	Моделювання СМО з одним засобом обслуговування зі відмовами	4
10	Моделювання багатоканальної СМО з відмовами	4
11	Моделювання СМО з одним засобом обслуговування з очікуванням	4
12	Моделювання багатоканальної СМО з очікуванням	4
13	Моделювання випадкових процесів методом Монте-Карло	4
14	Визначення характеристик стаціонарного випадкового процесу методом Монте-Карло за однією реалізацією	4
15	Моделювання нормально розподілених випадкових величин	4
16	Підсумкова контрольна робота	2
	Загалом	32

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідити методи математичного моделювання в проектуванні та технології	2
2	Дослідити методи математичного моделювання виробничих об'єктів та процесів	2
3	Дослідити етапи розробки математичних моделей. Адекватність математичної моделі.	2
4	Дослідити класифікацію математичних моделей. Вимоги до моделей.	4
5	Дослідити життєвий цикл моделей, що моделюються.	4
6	Дослідити теоретичні передумови марківських процесів	2
7	Дослідити різновиди Марківських процесів (дискретні стани і дискретний час, неперервні стани і дискретний час, дискретні стани і неперервний час, неперервні стани і неперервний час).	4
8	Реалізація марківського процесу на ЕОМ	8
9	Дослідити класифікацію систем масового обслуговування	4
10	Дослідити характеристики якості обслуговування	4
11	Підготовка курсової роботи	20
	Загалом	56

### 6. Індивідуальні завдання

#### 7. Методи навчання

Як правило, лекційні та практичні заняття проводяться аудиторно. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторно або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

#### 8. Методи контролю

Контроль роботи студентів при вивченні дисципліни здійснюється на практичних заняттях шляхом опитування та при проведенні контролю за матеріалами кожного

розділу, при прийомі та оцінюванні виконання курсової роботи. Згідно рішення кафедри теоретичної та прикладної системотехніки факультету комп'ютерних наук до екзаменів не допускаються студенти, які мають заборгованості з контрольної або курсової роботи.

Підсумковий контроль здійснюється шляхом проведення екзамену.

Екзаменаційний білет включає два теоретичних і одне практичне питання. Теоретичні питання оцінюються в 10 балів кожен, практичний – в 20.

Максимальна кількість балів за результатами екзамену складає 40 балів.

### 9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1		Розділ 2					
T1	T2	T3	T4				
10	10	20	10	10	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

#### Критерії оцінювання знань студентів за лабораторні роботи

Вимоги	Кількість балів
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача.</li> <li>▪ Робить висновки і відповідає на контрольні питання. Володіє уміньми творчо-пошукової діяльності</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається неповнотою виконання за консультацією викладача.</li> <li>▪ Застосовує запропонований вчителем спосіб отримання інформації, має фрагментарні навички в роботі.</li> </ul>	1
Завдання відзначається фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом.	0

#### Критерії оцінювання знань студентів за контрольну роботу

Вимоги	Кількість балів
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати закони та закономірності, структурувати судження, умовиводи, доводи, описи.	8-10
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати операції, правила, алгоритми, правила визначення понять.	5-7
Повнота виконання завдання елементарна, студент здатен вибирати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	3-5
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-2

#### Критерії оцінювання знань студентів за курсову роботу

Параметри оцінювання	Діапазон оцінки, балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Вміння чітко та стисло	0-20	0 – студент неспроможний чітко та

викласти основні результати дослідження		стисло викласти основні результати дослідження
		10 – студент невпорядковано викладає основні результати дослідження
		20 – студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження
Використання роздаткового ілюстративного матеріалу	0-10	0 – роздатковий ілюстративний матеріал не використано
		10 – доповідь супроводжена роздатковим ілюстративним матеріалом
Повнота, глибина, обґрунтованість відповідей на питання	0-5	0 – студент неспроможний надати відповіді на поставлені питання
		2 – студент надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання
		5 – студент надає повні, глибокі, обґрунтовані відповіді на поставлені питання

### Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти предмет.	1-5

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

### 10. Рекомендована література



### Основна література

1. Математичне моделювання: навчальний посібник / В.Г. Маценко. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014.–519 с.
2. Станжицький О.М., Таран Є.Ю., Гординський Л.Д. Основи математичного моделювання: Навчальний посібник / Станжицький О.М – К.: Видавничополіграфічний центр “Київський університет”, 2006. – 96 с.
3. Математичне моделювання систем і процесів : навч. посіб. / П. М.Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтяк. – Київ: К: НАУ, 2017. – 392 с.
4. І.І. Обод, Г.Е. Заволодько, І.В. Свид. Математичне моделювання систем: навчальний посібник. / За редакцією І.І. Обода – Харків : НТУ «ХП», Друкарня МАДРИД, 2019. – 268 с
5. Томашевський В.М., Жданова О.Г., Жолдакова О.О. Вирішення практичних завдань методами комп’ютерного моделювання: Навч. посібник. - К.:Корнійчук, 2001. – 267с.

### Допоміжна література

1. Математичне моделювання: комп’ютерний практикум з дисципліни «Математичне моделювання»: навч. посіб. / Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов; – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 58 с.
2. Математичне моделювання процесів і систем: Навч. посіб. / А. І. Жученко, Л. Р. Ладієва, М. С. Піргач, Я. Ю. Жураковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 351 с.
3. Жученко, А. І. Спеціальні розділи математики для дослідження комп’ютерних систем [Текст]: Навч. посіб./ А. І. Жученко, Л. Д. Ярощук – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2002. - 286с. Бібліогр.: - С.204-205. ISBN 966-622-084-9.
4. Кваско, М. З. Проектування і розрахунок дискретних систем автоматичного керування технологічними процесами [Текст]: навч.посіб. / М. З. Кваско, М. С. Піргач, Т. В. Аверіна. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехнік», 2000. – 248 с. Бібліогр.: С. 240 – 243. – 200 пр. – ISBN 966- 622-001-6.

### 11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

<http://lib.chdu.edu.ua/pdf/posibnuku/33/3.pdf>

[https://pidruchniki.com/12281128/menedzhment/modeli\\_metodi\\_priynyattya\\_optimalnih\\_rishen](https://pidruchniki.com/12281128/menedzhment/modeli_metodi_priynyattya_optimalnih_rishen)