

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи



Володимир ПАВЛІКОВ

(підпис)

(ініціали та прізвище)

«31» серпня 2023 р.

Відділ аспірантури і докторантури

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«МОДЕЛЮВАННЯ ВЕЛИКИХ СИСТЕМ ТА КОМПЛЕКСІВ»**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»  
(цифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Телекомунікації та радіотехніка»  
(найменування освітньої програми)

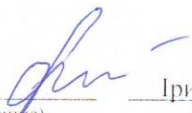
Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

**Форма навчання: денна**

Харків 2023 рік

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«МОДЕЛЮВАННЯ ВЕЛИКИХ СИСТЕМ ТА КОМПЛЕКСІВ»**  
(назва навчальної дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»  
освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка»  
10 липня 2023 р., – 10 с.

Розробник: доц. каф. 504, к.т.н., доцент  Ірина ВАСИЛЬСВА  
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

Гарант ОНП зав. каф. 504, д.т.н., професор  Володимир ЛУКІН  
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

Протокол № 1 від 31 серпня 2023 р. засідання кафедри № 504

Завідувач кафедри д.т.н., професор  Володимир ЛУКІН  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу  
аспірантури і докторантури



Володимир СЕЛІВКО

Голова наукового товариства  
студентів, аспірантів,  
докторантів і молодих вчених



Семен ЖИЛА

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 7	<p><b>Галузь знань</b> <u>17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»</u> (шифр і найменування)</p> <p><b>Спеціальність</b> <u>172 «Електронні комунікації та радіотехніка»</u> (код і найменування)</p> <p><b>Освітня програма</b> <u>«Телекомунікації та радіотехніка»</u> (найменування)</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> третій (освітньо-науковий)</p>	Вибіркова
Кількість модулів – 1		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2023/2024
Індивідуальне завдання – не передбачене (назва)		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 80 / 210		<u>3</u> -й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи здобувача – 8,13		<b>Лекції*</b>
		48 годин
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		<u>32</u> години
		<b>Лабораторні*</b>
	–	
	<b>Самостійна робота</b>	
	<u>130</u> годин	
	<b>Вид контролю</b>	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 80 годин аудиторних занять / 130 годин самостійної роботи.

\* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** формування теоретичних та практичних знань та звичок, що необхідні для формального опису великих і складних систем та комплексів, реалізації їх логіко-математичних моделей, планування та проведення експериментів із моделями та статистичного аналізу результатів моделювання.

**Завдання:** вивчення методології й технології аналітичного, імітаційного та нечіткого моделювання на етапах проектування, дослідження та експлуатації систем та комплексів різного призначення.

### Компетентності, які набуваються:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність аналізувати дані та оцінювати необхідні знання для розв’язання задач підвищення надійності, функціональної безпеки, живучості телекомунікаційних та радіотехнічних систем з використанням сучасних математичних методів, зокрема штучного інтелекту, комп’ютерного моделювання тощо;
- здатність застосовувати і розвивати фундаментальні і міждисциплінарні знання, включаючи математичні і наукові принципи, теорію алгоритмів, оптимізаційні задачі, чисельні методи, засоби та нотації для успішного розв’язання проблем;
- здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у галузі радіотехніки та телекомунікацій та дотичних до них міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з радіотехніки та телекомунікацій та суміжних галузей;
- здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та іноземною мовами, глибоке розуміння іншомовних наукових текстів за напрямом досліджень;
- здатність застосовувати сучасні інформаційні технології у науковій та навчальній діяльності;
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень;
- здатність до продукування нових ідей і розв’язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності в радіотехніці та телекомунікаціях.

### Очікувані результати навчання:

- мати передові концептуальні та методологічні знання з телекомунікацій та радіотехніки і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій;
- формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, ...) і математичного та/або комп’ютерного моделювання, наявні літературні дані;
- розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп’ютерні моделі систем телекомунікацій та радіотехніки та процесів у них, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у системах телекомунікацій та радіотехніки та дотичних міждисциплінарних напрямів;
- розуміти загальні принципи та методи, що застосовуються в системах телекомунікацій та радіотехніки, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері радіотехніки та телекомунікацій та у викладацькій практиці;
- знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об’єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та

розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень

**Пререквізити** – «Обробка та аналіз результатів наукових досліджень з використанням ІТ», «Основи методології наукових досліджень».

**Кореквізити** – «Сучасні методи обробки багатовимірних сигналів».

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1.

##### **Змістовий модуль 1. Методологія системного моделювання.**

##### **Тема 1. Особливості системного підходу до побудови моделей систем.**

Моделювання як метод наукового пізнання. Використання моделювання у дослідженні, проектуванні та експлуатації технічних систем і комплексів. Сутність та принципи системного підходу.

##### **Тема 2. Загальні поняття теорії систем і системного аналізу.**

Прості, великі та складні системи. Характерні особливості великих та складних систем. Можливості формалізації великих та складних систем.

##### **Тема 3. Методологія системного моделювання**

Кібернетичний підхід. Системна динаміка. Теоретико-множинний підхід. Логіко-алгебраїчні методи представлення знань про складну систему.

##### **Тема 4. Принципи побудови моделей складних систем.**

Системантика. Теоретико-категорійний опис систем. Алгебраїчні системи та реляційні алгебри як моделі станів складної системи. Об'єктно-орієнтована методологія системантики.

##### **Тема 5. Побудова та зображення концептуальної моделі.**

Концептуальне представлення складної системи. Моделювання складної системи засобами UML.

##### **Тема 6. Моделювання систем за умов визначеності.**

Дескриптивні моделі. Безперервно-детерміновані моделі. Дискретно-детерміновані моделі.

##### **Тема 7. Моделювання систем за умов невизначеності.**

Дискретно-стохастичні моделі. Безперервно-стохастичні моделі. Метод Монте-Карло. Узагальнені (комбіновані) моделі.

##### **Тема 8. Емпіричні моделі.**

Регресійні моделі. Статичні та динамічні регресійні моделі.

##### **Тема 9. Методи аналізу великих систем.**

Планування експериментів. Факторний аналіз. Аналіз та інтерпретація результатів моделювання. Статистичні методи обробки результатів моделювання.

##### **Тема 10. Алгоритмічні (імітаційні) моделі.**

Етапи побудови імітаційної моделі. Використання методу статистичних випробувань під час імітації.

#### **Модульний контроль.**

##### **Змістовий модуль 2. Моделювання систем підтримки прийняття управлінських рішень та побудова нечітких моделей великих систем**

##### **Тема 1. Оптимізаційні моделі.**

Задачі лінійного та нелінійного математичного програмування. Багатокритеріальні моделі. Алгоритми оптимізації в мережах і графах.

##### **Тема 2. Моделювання за умов протидії, ігрові моделі.**

Основні поняття теорії ігор. Чисті та змішані стратегії. Критерії прийняття рішень. Статистичні ігри.

**Тема 3. Методологія системного моделювання із застосуванням нечіткої логіки.**

Аналіз нечіткого та імовірного підходу до моделювання невизначеності. Нечіткі ситуації. Основні поняття теорії нечітких множин. Визначення функції приналежності. Основні типи та методи побудови функції приналежності.

**Тема 4. Математичний апарат нечіткої логіки.**

Операції над нечіткими множинами. Нечіткі співвідношення. Операції та композиції бінарних нечітких співвідношень.

**Тема 5. Продукційна нечітка система.**

Нечіткі та лінгвістичні змінні. Нечіткий предикат. Правила нечіткої продукції. Загальна структура нечітких систем.

**Тема 6. Системи нечіткого виводу.**

Основні етапи нечіткого виводу. Алгоритми нечіткого виводу.

**Модульний контроль.****4. Структура навчальної дисципліни**

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Методологія системного моделювання</b>					
Тема 1. Особливості системного підходу до побудови моделей систем	6	2	–	–	4
Тема 2. Загальні поняття теорії систем і системного аналізу	10	4	–	–	6
Тема 3. Методологія системного моделювання	10	4	–	–	6
Тема 4. Принципи побудови моделей складних систем	10	4	–	–	6
Тема 5. Побудова та зображення концептуальної моделі	12	4	–	–	8
Тема 6. Моделювання систем за умов визначеності	12	2	2	–	8
Тема 7. Моделювання систем за умов невизначеності	16	2	6	–	8
Тема 8. Емпіричні моделі	14	2	4	–	8
Тема 9. Методи аналізу великих систем	10	2	2	–	6
Тема 10. Алгоритмічні (імітаційні) моделі	10	2	2	–	6
Модульний контроль	2	–	2	–	–
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>112</b>	<b>28</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>66</b>
<b>Змістовний модуль 2. Моделювання систем підтримки прийняття управлінських рішень та побудова нечітких моделей великих систем</b>					
Тема 1. Оптимізаційні моделі	18	4	4	–	10
Тема 2. Моделювання за умов протидії, ігрові моделі	18	4	4	–	10
Тема 3. Методологія системного моделювання із застосуванням нечіткої логіки	14	4	–	–	10
Тема 4. Математичний апарат нечіткої логіки	20	4	2	–	14
Тема 5. Продукційна нечітка система	12	2	–	–	10
Тема 6. Системи нечіткого виводу	14	2	2	–	10
Модульний контроль	2	–	2	–	–
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>98</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>64</b>
<b>Усього годин</b>	<b>210</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>130</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	–
	<b>Разом</b>	–

### 6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Статистичні та імовірнісні моделі. Моделювання випадкових подій та дискретних випадкових величин	2
2	Алгоритми генерації випадкових чинників із довільним емпіричним розподілом	2
3	Моделювання випадкових векторів	2
4	Моделювання випадкових процесів із заданою кореляційною функцією	2
5	Емпіричні моделі вихідних параметрів. Інтерполяція даних	2
6	Емпіричні моделі вихідних параметрів. Апроксимація даних	2
7	Побудова регресійних моделей об'єкту	2
8	Модульний контроль № 1	2
9	Побудова та аналіз графової моделі системи	2
10	Методи гілок та границь	2
11	Моделювання за умов протидії, ігрові моделі	2
12	Визначення оптимальних стратегій для статистичної гри	2
13	Операції над нечіткими множинами. Формування функцій приналежності	2
14	Операції над нечіткими відношеннями. Композиції бінарних нечітких відношень	2
15	Побудова нечітких моделей систем	2
16	Модульний контроль № 2	2
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	–
	<b>Разом</b>	–

### 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Особливості системного підходу до побудови моделей систем	4
2	Загальні поняття теорії систем і системного аналізу	6
3	Методологія системного моделювання	6
4	Принципи побудови моделей складних систем	6
5	Побудова та зображення концептуальної моделі	8
6	Моделювання систем за умов визначеності	8
7	Моделювання систем за умов невизначеності	8

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
8	Емпіричні моделі	8
9	Методи аналізу великих систем	6
10	Алгоритмічні (імітаційні) моделі	6
11	Оптимізаційні моделі	10
12	Моделювання за умов протидії, ігрові моделі	10
13	Методологія системного моделювання із застосуванням нечіткої логіки	10
14	Математичний апарат нечіткої логіки	14
15	Продукційна нечітка система	10
16	Системи нечіткого виводу	10
	<b>Разом</b>	<b>130</b>

### 9. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

### 10. Методи навчання

Застосовуються наступні методи навчання: словесні, наочні та практичні, а саме: проведення аудиторних лекцій (із застосуванням пояснювально-ілюстративного та проблемного викладання навчального матеріалу), робота на практичних заняттях, консультації протягом семестру, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

### 11. Методи контролю

Поточний контроль: робота на практичних заняттях, контроль засвоєння навчального матеріалу, запланованого на самостійне опрацювання студентом.

Тестовий контроль – проведення модульних контрольних робіт.

Семестровий контроль – іспит (проводиться у письмовій формі).

### 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...0,5	14	<b>0...7</b>
Робота на практичних заняттях	0...3	8	<b>0...24</b>
Модульний контроль	0...23	1	<b>0...23</b>
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...0,5	10	<b>0...5</b>
Робота на практичних заняттях	0...3	6	<b>0...18</b>
Модульний контроль	0...23	1	<b>0...23</b>
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Іспит проводиться у вигляді тесту. Білет для іспиту складається з 25 запитань (теоретичних питань та практичних завдань) з 4 варіантами відповідей. Тільки один варіант відповіді є вірним. За кожну вірну відповідь студент отримує 4 бали. На здачу екзаменаційного тесту відводиться фіксований час – 100 хвилин. Всього (за умов надання всіх вірних відповідей) студент отримує  $25 \times 4 = 100$  балів.



### Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Виконати всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вирішувати найпростіші задачі модульного контролю. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися під час виконання практичних робіт.

**Добре (75-89).** Показати середній рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріпляти вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Виконати всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вирішувати задачі модульного контролю середнього рівня складності. Вміти розробляти типові алгоритми та програмні рішення, подібні використовуваним на практичних заняттях.

**Відмінно (90-100).** Показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Виконати всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Вирішувати задачі модульного контролю високого рівня складності. Вміти розробляти алгоритми та програмні рішення, відмінні від використовуваних на практичних заняттях.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання великих систем та комплексів» [Електронний ресурс] / Васильєва І. К. // Харків, НАУ «ХАІ», 2019. Режим доступу: <https://mentor.khai.edu>
2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Моделювання великих систем та комплексів» [Електронний ресурс] / Васильєва І. К. // Харків, НАУ «ХАІ», 2019. Режим доступу: <https://mentor.khai.edu>

#### 14. Рекомендована література

##### Базова

1. Стеценко, І. В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І. В. Стеценко. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
2. Томашевський, В. М. Моделювання систем: підручник для студентів ВНЗ [Текст] / В. М. Томашевський. – К. : Видавнича група ВНУ, 2007. – 352 с.
3. Савченко, А. С. Методи та системи штучного інтелекту: Навч. посібник для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» / А. С. Савченко, О. О. Синельников. – К. : НАУ, 2017. – 190 с.

##### Допоміжна

1. Математичне моделювання систем і процесів : навч. посібник / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтяк. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.
2. Дубовой В.М. Моделювання та оптимізація системи: підручник / В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І. Михальов, А. В. Усова – Вінниця : ПП «ТД Едельвейс», 2017. – 804с
3. Антонюк, А. О. Моделювання систем : навч. посіб. / А. О. Антонюк ; Ун-т ДФС України. – Ірпінь, 2019. – 412 с.
4. Желдак, Т. А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т. А. Желдак, Л. С. Коряшкіна, С. А. Ус; за редакцією С. А. Ус. – Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. – 387 с.

#### 15. Інформаційні ресурси

1. <https://mentor.khai.edu>
2. <https://library.khai.edu>