

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
В. В. Павліков
(підпис) (підписи та прізвище)
2020 р.
Відділ аспірантури і докторантури

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВІБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Моделювання великих систем та комплексів»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»
(цифри і найменування галузі знань)
Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)
Освітня програма: «Телекомунікації та радіотехніка»
(найменування освітньої програми)
Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна

Харків 2020 рік

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Моделювання великих систем та комплексів»
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка»
05 липня 2020 р., – 13 с.

Розробник: доц. каф. 504, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

(підпис)

І.К. Васильєва
(ініціали та прізвище)

Гарант ОНП зав. каф., д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

В.В. Лукін
(ініціали та прізвище)

Протокол № 1 від 31 серпня 2020 р. засідання кафедри № 504

Завідувач кафедри зав. каф., д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

В.В. Лукін
(прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури



В. Б. Селевко

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених



Т. П. Старовойт

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u> (шифр і найменування)	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2	Спеціальність <u>172 «Телекомунікації та радіотехніка»</u> (код і найменування)	2020/2021
Індивідуальне завдання – <u>не передбачене</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 85 / 150	Освітня програма <u>«Телекомунікації та радіотехніка»</u> (найменування)	<u>4</u> -й
		Лекції*
Кількість тижневих годин: аудиторних – 5,3 самостійної роботи здобувача – 4	Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	<u>51</u> година
		Практичні*
		<u>34</u> години
		Лабораторні*
		—
		Самостійна робота
		<u>65</u> годин
		Вид контролю модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

85 години аудиторних занять / 65 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 та імітаційного моделювання на етапах проектування, дослідження та експлуатації систем та комплексів різного призначення.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі повинні досягти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності:

- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- Здатність освоїти методики навчання по окремим дисциплінам спеціальності.
- Здатність генерувати нові ідеї навчального процесу (креативність).
- Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті, зокрема викладати спеціальні дисципліни в процесі підготовки фахівців по спеціальності.
- Здатність розробляти та управляти проектами та працювати в міжнародному контексті.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу системи взаємозв'язку узагальнюючих статистичних показників та застосувати їх методи до розрахунку в конкретній економічній ситуації.

Фахові компетентності:

- 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 застосовувати основні методи вищої математики та їх теоретичні основи.

Програмні результати навчання:

- Уміти застосовувати методики навчання по окремим дисциплінам спеціальності.
- Уміти використовувати набуті знання, за допомогою аналітичного апарату і логічного мислення, уміти застосовувати їх у наукових дослідженнях.
- Знати та уміти застосовувати міри ризику, оцінювати та використовувати їх у наукових дослідженнях.
- Уміти розвивати творчі здібності, шукати і застосовувати нестандартні підходи до прийняття рішень у наукових дослідженнях.

- Уміти демонструвати розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, математичних методів, інформаційних технологій, методів експериментування, що застосовуються в дослідницькій практиці.
- Уміти орієнтуватися в патентній інформації і документації, досліджувати і кваліфіковано формулювати ознаки новизни в системах передачі й обробки інформації, які розробляються, оформляти заявки на винаходи, вміти аналізувати технічні рішення з метою визначення їх обороноздатності і патентної чистоти.
- Уміти представляти та обговорювати наукові результати іноземною мовою (англійською або іншою, відповідно до специфіки спеціальності) в усній та письмовій формах, приймати участь у наукових дискусіях і конференціях.
- Уміти надавати математичного змісту певній практичній задачі та застосовувати основні методи вищої математики до розв'язування задач.
- Уміти доводити розв'язок задачі до прийняттого вигляду – числа, графіка, діаграма та користуватись математичною літературою.

3. Програма навчальної дисципліни

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 3. 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
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Методологія системного моделювання					
Тема 1. Особливості системного підходу до побудови моделей систем	4	2	–	–	2
Тема 2. Загальні поняття теорії систем і системного аналізу	4	2	–	–	2
Тема 3. Методологія системного моделювання	4	2	–	–	2
Тема 4. Принципи побудови моделей складних систем	4	2	–	–	2
Тема 5. Побудова та зображення концептуальної моделі	6	2	–	–	4
Тема 6. Моделювання систем за умов визначеності	11	3	2	–	6
Тема 7. Моделювання систем за умов невизначеності	15	4	6	–	5
Тема 8. Емпіричні моделі	12	4	4	–	4
Тема 9. Методи аналізу великих систем	10	4	2	–	4
Тема 10. Алгоритмічні (імітаційні) моделі	10	4	2	–	4
Модульний контроль	2	–	2	–	-
Разом за змістовним модулем 1	82	29	18	0	35
Змістовний модуль 2. Моделювання систем підтримки прийняття управлінських рішень та побудова нечітких моделей великих систем					
Тема 1. Оптимізаційні моделі	14	4	4	–	6
Тема 2. Моделювання за умов протидії, ігрові моделі	12	4	4	–	4
Тема 3. Методологія системного моделювання із застосуванням нечіткої логіки	8	4	–	–	4
Тема 4. Математичний апарат нечіткої логіки	12	4	4	–	4
Тема 5. Продукційна нечітка система	8	4	–	–	4
Тема 6. Системи нечіткого виводу	12	2	2	–	8
Модульний контроль	2	-	2	–	–
Разом за змістовним модулем 2	68	22	16	0	30
Усього годин	150	51	34	0	65

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	—
	Разом	—

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 регресійної моделі об'єкту за даними повного факторного експерименту	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	4
16	Модульний контроль № 2	2
	Разом	34

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	—
	Разом	—

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Особливості системного підходу до побудови моделей систем	2
2	Загальні поняття теорії систем і системного аналізу	2
3	Методологія системного моделювання	2
4	Принципи побудови моделей складних систем	2
5	Побудова та зображення концептуальної моделі	4
6	Моделювання систем за умов визначеності	6
7	Моделювання систем за умов невизначеності	5
8	Емпіричні моделі	4
9	Методи аналізу великих систем	4
10	Алгоритмічні (імітаційні) моделі	4
11	Оптимізаційні моделі	6
12	Моделювання за умов протидії, ігрові моделі	4
13	Методологія системного моделювання із застосуванням нечіткої логіки	4
14	Математичний апарат нечіткої логіки	4
15	Продукційна нечітка система	4
16	Системи нечіткого виводу	8
	Разом	65

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 здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Поточний контроль: робота на лекціях та практичних заняттях, контроль засвоєння навчального матеріалу, запланованого на самостійне опрацювання здобувачем.

Тестовий контроль – проведення модульних контрольних робіт.

Семестровий контроль – іспит (проводиться у письмовій формі).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	14	0...7
Робота на практичних заняттях	0...3	8	0...24
Модульний контроль	0...21	1	0...21
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	6	0...6
Робота на практичних заняттях	0...3	7	0...21
Модульний контроль	0...21	1	0...21
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

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

12.2. Якісні критерії оцінювання

12.2.1. Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки

Здобувач повинен знати:

- особливості основних різновидів формального опису систем;
- принципи побудови моделей, методи формалізації, алгоритмізації та реалізації моделей із використанням засобів інформаційних технологій;
- підходи до аналізу ефективності методів та алгоритмів моделювання;
- засоби синтезу та аналізу об'єктно-орієнтованих і проблемно-орієнтованих моделей систем;
- методи валідації та верифікації моделей.

12.2.2. Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки

Здобувач має вміти:

- проводити аналіз основних властивостей, процесів і станів великих та складних систем;
- формалізувати сукупність знань та уявлень про клас вирішуваних завдань у вигляді відповідної моделі;
- обґрунтовувати вибір комплексу моделей для опису системи в цілому та її окремих підсистем, елементів, процесів, дій та впливових факторів;
- застосовувати сучасні підходи та програмні засоби побудови імітаційних моделей систем;
- враховувати статистичну та лінгвістичну невизначеності у розробці моделі об'єкту дослідження;
- вирішувати питання планування імітаційних експериментів, обробки, аналізу, представлення та інтерпретації отриманих результатів;
- використовувати стандартні методики для вирішення задач моделювання та обробки даних.

12.3 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 здобувачем після указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріплювати 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, від-

повідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які здобувач 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. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання великих систем та комплексів» [Електронний ресурс] / Васильєва І. К. // Харків, НАУ «ХАІ», 2020. Режим доступу: <http://k504.khai.edu>

2. Математическое моделирование в геоинформационных системах: учеб. пособие [Текст] / И. К. Васильева, А. В. Попов, П. Е. Ельцов. – Х. : „ХАИ”, 2014. – 100 с.

3. Моделирование сложных систем : учеб. пособие по лаб. практикуму, Ч. 1 [Текст] / А. В. Прохоров, А. С. Садовничий. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2003. – 63 с.

4. Моделирование сложных систем : учеб. пособие, Ч. 2 [Текст] / А. В. Прохоров, К. В. Головань. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2005. – 57 с.

5. Моделирование информационных систем : учеб. пособие, Ч. 1 : BPwin, ERwin [Текст] / И. В. Шевченко. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2008. – 75 с.

6. Моделирование информационных систем : учеб. пособие, Ч. 2 : UML.

RATIONAL ROSE [Текст] / И. В. Шевченко, А. С. Топал. – Харьков : Нац. аэрокосмический ун-т им. Н.Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2009. – 78 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Томашевський, В. М. Моделювання систем: підручник для студентів ВНЗ [Текст] / В. М. Томашевський. – К. : Видавнича група ВНУ, 2007. – 352 с.
2. Трофимов, Е. А. Моделирование систем : курс лекций [Текст] / Е. А. Трофимов. – М. : МГСУ, 2012. – 116 с.
3. Овчинников, В. А. Графы в задачах анализа и синтеза структур сложных систем [Текст] / В. А. Овчинников. – М. : МГТУ им. Баумана, 2014. – 423 с.
4. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление [Текст] / А. Пегат; пер. с англ. А. Г. Подвесовский; под ред. Ю. В. Тюменцева. – М.: БИНОМ. ЛЗ, 2013. – 798 с.

Допоміжна

1. Каталевский, Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении [Текст] / Д. Ю. Каталевский. – М. : Изд-во Москов. ун-та, 2011. – 304 с.
2. Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов: учеб. пособие [Текст] / Н. Г. Чикуров. – М. : ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 398 с.
3. Маликов, Р.Ф. Основы разработки компьютерных моделей сложных систем : учеб. пособие [Текст] / Р. Ф. Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2012. – 257с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 504, <http://k504.khai.edu>.
2. Електронний портал <http://simulation.in.ua>