

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій
ім. О. О. Зеленського (№ 504)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Володимир ЛУКІН

(ім'я та прізвище)

28 серпня 2025 р.

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання великих систем та комплексів

(назва навчальної дисципліни)

Вибірковий блок: Вибіркова компонента з глибинних знань зі спеціальності
(назва вибіркового блоку)

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

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

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

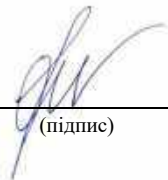
Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник:

Васильєва І. К., доцент, к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

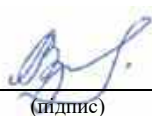
Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського (№ 504)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Володимир ЛУКІН

(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:


(підпис)

Андрій АДАМОВИЧ

(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Васильєва Ірина Карлівна

Посада: доцент

Науковий ступінь: канд. техн. наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

Системний аналіз і математичне моделювання інформаційних систем; Мережеві технології; Методи оптимізації в машинному навчанні; Моделювання великих систем та комплексів

Напрями наукових досліджень:

методи розпізнавання образів, комп'ютерний зір, цифрова обробка зображень, статистичний аналіз, моделювання систем

Контактна інформація: i.vasilieva@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	2-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Вибіркова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	5 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 86)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	«Сучасний стан і тенденції розвитку телекомунікацій та радіотехніки», «Обробка та аналіз результатів наукових досліджень з використанням ІТ»

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

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

Завдання – набуття знань про методології й технології аналітичного, імітаційного та нечіткого моделювання на етапах проєктування, дослідження та експлуатації систем та комплексів різного призначення.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати комплексні проблеми за допомогою методів та технологій телекомунікацій та радіотехніки в галузі професійної, у тому числі дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- відшукувати, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел;
- виконувати НДР та керувати нею.

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- 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;
- усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень;
- застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності;
- виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень;
- дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності;
- формувати системний науковий світогляд;

– продукувати нові ідеї й розв’язувати комплексні проблеми наукового пізнання, а також застосовувати сучасні методології, методи та інструменти педагогічної та наукової діяльності в радіотехніці та телекомунікаціях.

Програмні результати навчання:

– 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;

– вміння 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;

– вміння 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 напрямках;

– вміння планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теорії та практики радіотехніки і телекомунікацій та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;

– вміння застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи;

– розуміння загальних принципів і методів, що застосовуються в системах телекомунікацій та радіотехніки, а також методології наукових досліджень, вміння застосувати їх у власних дослідженнях у сфері радіотехніки та телекомунікацій та у викладацькій практиці;

– знання сучасних підходів і засобів моделювання досліджуваних об’єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміння створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп’ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Методологія системного моделювання

Тема 1. Загальні поняття теорії систем і системного аналізу

Основні питання: моделювання як метод наукового пізнання. Використання моделювання у дослідженні, проектуванні та експлуатації технічних систем і комплексів. Системний аналіз: завдання, принципи, етапи. Методи системного аналізу. Сутність системного підходу.

Система: визначення, властивості, класифікація. Прості, великі та складні системи (комплекси). Характерні особливості великих та складних систем. Можливості формалізації великих та складних систем.

Лекція № 1. Вступ до дисципліни. Моделювання систем і системний аналіз.

Лекція № 2. Система: визначення, властивості, класифікація.

Практична робота «Вступне заняття: приклади систем і моделей».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій та вступної практичної роботи.

Тема 2. Методологія системного моделювання

Основні питання: поняття «модель» і «моделювання».

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

Моделювання систем за умов визначеності. Дескриптивні моделі. Безперервно-детерміновані моделі (D-схеми). Дискретно-детерміновані моделі (F-схеми). Автомати Мілі та Мура.

Моделювання систем за умов невизначеності. Дискретно-стохастичні моделі (P-схеми). Марківські процеси. Безперервно-стохастичні моделі (Q-схеми). Системи масового обслуговування. Узагальнені (комбіновані) моделі (A-схеми). Агрегативні системи.

Імітаційної моделі: етапи побудови. Програмна реалізація. Використання методу статистичних випробувань під час імітації. Псевдовипадкові послідовності та процедури їх машинного генерування. Моделювання випадкових впливів на системи. Моделювання випадкових подій та дискретних випадкових величин. Моделювання безперервних випадкових величин. Моделювання випадкових векторів. Моделювання стаціонарних випадкових процесів. Аналіз та інтерпретація результатів машинного моделювання. Критерії оцінювання точності. Перевірка адекватності моделі. Методи ідентифікації закону розподілу випадкової величини.

Лекція № 3. Моделі та моделювання. Класифікація моделей.

Лекція № 4. Формалізовані способи подання системи.

Лекція № 5. Моделювання систем за умов визначеності.

Лекція № 6. Моделювання систем за умов невизначеності.

Лекція № 7. Імітаційні моделі. Метод Монте-Карло.

Лекція № 8. Аналіз та інтерпретація результатів моделювання.

Практична робота «Моделювання випадкових подій та дискретних випадкових величин».

Практична робота «Моделювання дискретних випадкових процесів. Дискретні ланцюги Маркова».

Практична робота «Алгоритм генерації випадкових чинників із довільним емпіричним розподілом».

Практична робота «Ідентифікація закону розподілу за даними спостережень. Критерії згоди. Площа моментів».

Практична робота «Моделювання випадкових векторів».

Практична робота «Моделювання випадкових процесів із заданою кореляційною функцією».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт і оформлення звітів, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 1.

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

Тема 3. Методи аналізу та оптимального синтезу великих систем

Основні питання: методи відновлення відгуку системи за експериментальними даними. Апроксимація функціональної залежності: метод найменших квадратів, метод Хі-квадрат. Кореляційно-регресійний аналіз.

Планування експериментів. Завдання стратегічного та тактичного планування. Факторний аналіз. Дисперсійний аналіз. Повний факторний експеримент. Дробовий факторний експеримент.

Оптимізаційні моделі: постановка задачі оптимізації. Цільова функція. Класифікація задач оптимізації. Багатокритеріальні моделі.

Лекція № 9. Апроксимація функціональної залежності. Кореляційно-регресійний аналіз.

Лекція № 10. Планування експериментів. Факторний аналіз.

Лекція № 11. Повний факторний експеримент. Дробовий факторний експеримент.

Лекція № 12. Оптимізаційні моделі.

Практична робота «Аналіз надійності складного об'єкта».

Практична робота «Статистичне моделювання безвідмовності складного об'єкта».

Практична робота «Апроксимація функціональної залежності за методом найменших квадратів».

Практична робота «Багатофакторний кореляційно-регресійний аналіз».

Практична робота «Дисперсійний аналіз».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт і оформлення звітів.

Тема 4. Методологія системного моделювання в умовах невизначеності та нечіткості

Основні питання: методи побудування нечітких моделей. Аналіз нечіткого та імовірнісного підходу до моделювання невизначеності. Нечіткі ситуації. Основні поняття теорії нечітких множин. Визначення функції приналежності. Основні типи функцій приналежності та методи їх побудування. Математичний апарат нечіткої логіки. Операції над нечіткими множинами. Нечіткі співвідношення. Операції та композиції бінарних нечітких співвідношень. Продукційна нечітка система. Нечіткі та лінгвістичні змінні. Нечіткі висловлювання. Нечіткий предикат. Правила нечіткої продукції. Загальна структура нечітких систем. Основні етапи нечіткого виведення. Алгоритми нечіткого виведення.

Лекція № 13. Методологія системного моделювання в умовах невизначеності.

Лекція № 14. Математичний апарат нечіткої логіки.

Лекція № 15. Продукційна нечітка система.

Лекція № 16. Системи нечіткого виведення.

Практична робота «Операції над нечіткими множинами. Формування функцій приналежності».

Практична робота «Операції над нечіткими відношеннями. Композиції бінарних нечітких відношень».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт і оформлення звітів, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 2.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

6. Методи навчання

Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) переконання у значущості навчання;
- 2) висунення вимог, дотримання яких означає виконання здобувачами освіти своїх обов'язків;
- 3) створення ситуації зацікавленості.

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) пояснювально-ілюстративний;
- 2) проблемно-пошуковий;
- 3) словесний (лекція, консультація);
- 4) наочний (ілюстрація, демонстрація);
- 5) практичний (практичні заняття із застосуванням як репродуктивного методу, так і проблемного викладання);

б) самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники, довідникова та інша література).

7. Методи контролю

Поточний контроль: виконання практичних робіт, контроль засвоєння навчального матеріалу, запланованого на самостійне опрацювання здобувачем освіти.

Тестовий контроль – проведення модульних контрольних робіт.

Семестровий контроль – іспит (проводиться у письмовій формі).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на практичних заняттях	0...4	6*	0...24
Модульний контроль	0...24	1	0...24
Змістовний модуль 2			
Робота на практичних заняттях	0...4	7	0...28
Модульний контроль	0...24	1	0...24
Усього за семестр			0...100

* Перша практична робота («Вступне заняття: приклади систем і моделей») не оцінюється.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту.

Під час складання семестрового іспиту здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 25 запитань (теоретичних питань та практичних завдань) з 4 – 6 варіантами відповідей. Тільки один варіант відповіді є вірним. За кожен вірну відповідь студент отримує 4 бали.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

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

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти 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. Скласти два підсумкові модульні контролі з результатами не менше 50% успішності за кожен. 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; 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. Скласти два підсумкові модульні контролі з результатами не менше 75% успішності за кожен. 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. Скласти два підсумкові модульні контролі з результатами не менше 90% успішності за кожен. Вміти розробляти алгоритми та програмні рішення, відмінні від використовуваних на практичних заняттях.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Відвідування лекційних та практичних занять є обов'язковим. Допускаються пропуски занять з таких поважних причин, як хвороба, сімейні обставини, участь в олімпіаді, творчому конкурсі тощо за попереднього домовленістю та згодою викладача за умов дозволу деканату (викладачу надаються копії довідок, документів або інших матеріалів, які підтверджують причину пропуску). За умов дистанційного навчання поважними причинами пропусків можуть бути порушення у функціонуванні електромереж і збої в роботі Інтернету. Відпрацювання пропущених занять є обов'язковим незалежно від причини пропущеного заняття. Відпрацювання лекційного матеріалу передбачає самостійне вивчення пропущеного теоретичного матеріалу та складання тесту за цим матеріалом. Відпрацювання практичного заняття полягає в самостійному виконанні завдань пропущеної практичної роботи та складанні письмового звіту з роботи.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману. У разі виявлення плагіату (шляхом порівняння звітів з практичних робіт) бали за роботу обнуляються без права її перескладання цієї роботи.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. 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>

11. Рекомендована література

Базова

1. Антонюк, А. О. Моделювання систем : навч. посіб. / А. О. Антонюк ; Ун-т ДФС України. – Ірпінь, 2019. – 412 с.

2. 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.

3. Уривський, Л.О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях: навч. посіб. / Л. О. Уривський, А. В. Мошинська, С. О. Осипчук. – Київ : КІП ім. Ігоря Сікорського, –2022. – 202 с.

4. Voskoglou, M. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Their Applications. – Mdpі AG, 2020. – 366 p.

Допоміжна

1. Spong, M. W. Introduction to Modeling and Simulation. – John Wiley & Sons, 2023. – 432 p.

2. Modeling of Complex Dynamic Systems: Fundamentals and Applications / V. Stojanović, J. Deng, M. D. Petković, M. A. Ristić. – Elsevier, 2025. – 556 p.

3. Математичне моделювання систем і процесів : навч. посібник / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтак. – Київ : НАУ, 2017. – 392 с.

4. 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

5. Ймовірісно-статистичні моделі у прикладних дослідженнях : навч. посібник / Г. О. Оборський, А. В. Усов, М. В. Куніцин, О. В. Жарова. – Одеса : Астропринт, 2022. – 424 с.

6. Fuzzy Logic: Recent Applications and Developments / J. Carter, F. Chiclana, A. S. Khuman, T. Chen. – Cham, Springer Nature Switzerland AG, 2021. – 385 p.

12. Інформаційні ресурси

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

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