

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Моделювання та аналіз систем
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра інформаційних технологій
<b>Розробник(и)</b>	Чибіряк Яна Іванівна
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	16 тижнів протягом 2-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 32 год. становить контактна робота з викладачем (16 год. лекцій, 16 год. лабораторних занять), 118 год. становить самостійна робота.
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньо-наукової програми "Інформаційні технології проектування"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Знання методів побудови і дослідження імітаційних моделей
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Тільки для студентів спеціальності комп'ютерні науки

## 3. Мета навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни полягає у вивченні і використанні методів імітаційного моделювання організаційно-технічних систем, проведенні імітаційних експериментів з метою аналізу ефективності та прийняття рішень в умовах невизначеності

## 4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Підходи та принципи в моделюванні систем Моделювання систем масового обслуговування, моделювання марківських процесів (математичне моделювання та аналіз стохастичних систем зі станами та ймовірностями переходів між ними), методи і підходи до побудови імітаційних моделей систем, підхід до моделювання систем на основі агентів.
--

## Тема 2 Дослідження та аналіз систем

Етапи планування та проведення експериментів, процес розробки факторного плану експерименту (визначення факторів, їхніх рівнів та комбінацій для проведення експерименту), дисперсійний та регресійний аналіз результатів моделювання, прийняття рішень на основі імітаційних моделей.

## Тема 3 Сучасні теорії та методи імітаційного моделювання

Паралельне імітаційне моделювання (використання кількох обчислювальних ресурсів для симуляції великих та складних систем), розподілене імітаційне моделювання, ефективне використання часових ресурсів у розподілених обчислювальних системах.

### 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Володіти методами та підходами з розробки та побудови моделей систем
РН2	Володіти основами планування та проведення експериментів з імітаційними моделями
РН3	Оцінювати результати моделювання та надавати рекомендації по підвищенню ефективності систем
РН4	Управляти імітаційними проєктами

### 7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Загальні компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
СН2	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
СН3	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
СН4	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

### 8. Види навчальних занять

#### Тема 1. Підходи та принципи в моделюванні систем

##### Лк1 "Моделювання систем масового обслуговування (СМО)" (денна)

Аналіз і синтез СМО, загальні принципи побудови алгоритмів моделювання (принцип особливих станів, принцип послідовного проведення заявок, принцип об'єктного моделювання), представлення та обробка статистичних результатів моделювання (обчислення середніх, обчислення геометрії розподілу, оцінювання за Колмогоровим збігу емпіричного закону розподілу з теоретичним, оцінювання точності статичних характеристик)

##### Лк2 "Моделювання марківських стохастичних процесів" (денна)

Поняття марківських випадкових процесів. Параметри і характеристики марківського випадкового процесу. Розрахунок Марківських процесів з дискретним часом. Марківські моделі систем масового обслуговування.

<p>Лб1 "Моделювання одноканальних розімкнутих СМО та оцінка якості їх функціонування" (денна)</p> <p>Побудова моделі одноканальної розімкнутої СМО у середовищі FlexSim та проведення аналізу ефективності функціонування</p>
<p>Лб2 "Моделювання багатоканальних та багатофазних СМО та оцінка якості їх функціонування" (денна)</p> <p>Побудова моделі багатоканальної та багатофазної СМО у середовищі FlexSim та проведення аналізу ефективності функціонування</p>
<p>Лб3 "Моделювання дискретних марківських процесів" (денна)</p> <p>Побудова моделі системи у термінах СМО. Кодування станів системи та побудова графу переходів марківського процесу. Побудова системи рівнянь для стаціонарних можливостей системи.</p>
<p><b>Тема 2. Дослідження та аналіз систем</b></p>
<p>Лк3 "Технології імітаційного моделювання" (денна)</p> <p>Імітаційні проекти, організація експериментів, оцінка точності результатів моделювання, факторний план, дисперсійний аналіз при плануванні експериментів, особливості планування експериментів (знаходження екстремальних значень на поверхні відгуку, вибір оптимального варіанту структури системи).</p>
<p>Лк4 "Прийняття рішень за допомогою імітаційного моделювання" (денна)</p> <p>Методи прийняття рішень, використання методів оптимізації під час проектування систем, прийняття рішень щодо удосконалення системи, порівняння альтернативних варіантів систем, приклади прийняття рішень за допомогою імітаційного моделювання (моделювання виробничих систем, моделювання комп'ютерних систем та мереж, моделювання обслуговуючих систем).</p>
<p>Лк5 "Управління імітаційним проектом" (денна)</p> <p>Визначення системи і виявлення причин для імітації, підготовка концептуальної моделі, початкове оцінювання ресурсів, етапи побудови імітаційного проекту, оцінювання результатів та їх аналіз</p>
<p>Лб4 "Дослідження вагомості впливу змінних користувача на об'єкт моделі за допомогою дисперсійного аналізу" (денна)</p> <p>Планування і проведення машинних експериментів з імітаційною моделлю системи</p>
<p>Лб5 "Оптимізація і прогнозування поведінки системи за допомогою регресійного аналізу." (денна)</p> <p>Проведення регресійного аналізу за результатами моделювання.</p>
<p>Лб6 "Моделювання виробничих систем на прикладі моделювання роботи транспортного конвеєра та моделювання роботи ділянки цеху." (денна)</p> <p>Дослідження моделі, прийняття рішень щодо удосконалення системи.</p>

<p>Лб7 "Розробка та документування імітаційного проекту на прикладі моделювання роботи ділянки цеху" (денна)</p> <p>Розробка та документування етапів імітаційного проекту.</p>
<p><b>Тема 3. Сучасні теорії та методи імітаційного моделювання</b></p>
<p>Лк6 "Агентне моделювання (АМ)" (денна)</p> <p>Мультиагентні системи та агенти, суть підходу агентного моделювання, використання правил для демонстрації організації та складної поведінки агентів, додатки, призначені для АМ, побудова моделей на основі агентів, інструменти для розробки системи АМ, застосування АМ на практиці.</p>
<p>Лк7 "Паралельне та розподілене імітаційне моделювання" (денна)</p> <p>Причини переходу на паралельне і розподілене імітаційне моделювання, паралельні та розподілені обчислювальні системи, розподілені системи моделювання, розпаралелювання розрахунків в розподілених системах моделювання (напрямки в розвитку розподіленого моделювання, технології реалізації розподілених систем моделювання)</p>
<p>Лк8 "Тайм-менеджмент в розподілених системах моделювання" (денна)</p> <p>Послідовне моделювання (подійно-орієнтоване моделювання, процесно-орієнтоване моделювання, об'єктно-орієнтоване моделювання, основні компоненти імітаційної моделі, принципи просування модельного часу, календар подій та оптимізація роботи з ним), розподілене моделювання (консервативне управління часом, алгоритм з нульовими повідомленнями, використання lookahead, вибір алгоритму реалізації системи моделювання)</p>
<p>Лб8 "Моделювання інформаційно-обчислювальної системи з використанням об'єктно-орієнтованого підходу у середовищі FlexSim." (денна)</p> <p>Застосування об'єктно-орієнтованого підходу до побудови імітаційної моделі та аналіз ефективності функціонування системи</p>

## 9. Стратегія викладання та навчання

### 9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекційне навчання
МН2	Кейс-орієнтоване навчання
МН3	Самостійне навчання
МН4	Електронне навчання

Лекції надають студентам матеріали, щодо існуючих методів і підходів до побудови і дослідження моделей систем різного призначення (РН 1, РН 2, РН 3). Лекції супроводжуються демонстраціями побудови моделей з використанням програмних інструментів (РН 1, РН 3). Лекції доповнюються практичними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН 1, РН

2, РН 3). Кейс-орієнтоване навчання передбачає побудову студентами програмних моделей, що імітують роботу реальних систем; оцінювання та аналіз ефективності систем за розрахованими показниками відгуку моделі, документувати етапи імітаційного проєкту (РН1,2,3,4). Самостійна робота студентів полягає в опрацюванні літературних джерел, матеріалів курсу, розміщених на платформі MIX.СумДУ, самостійного вирішення проблемних питань, поставлених на лекціях.

Системне і аналітичне мислення, креативність, уміння приймати рішення.

## 9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Інтерактивні лекції
НД2	Виконання лабораторних робіт
НД3	Підготовка до виконання лабораторних робіт
НД4	Електронне навчання у системі mix.sumdu.edu.ua

## 10. Методи та критерії оцінювання

### 10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

### 10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок

МФО1 Настанови від викладача в процесі виконання студентами лабораторних завдань на аудиторних заняттях	Настанови і пояснення від викладача на початку кожного заняття, обговорення питань у процесі виконання студентами лабораторних робіт.	1 тиждень	Коментарі від викладача під час проведення занять через платформу МЕЕТ
МФО2 Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами	Обговорення питань, що виникли у студентів під час виконання лабораторних робіт, виявлення помилок, які допустив студент під час виконання звітів, надання рекомендацій щодо їх усунення.	2 тижні	Групові консультації через платформу МЕЕТ
МФО3 Перевірка та оцінювання письмових завдань	Перевірка звітів лабораторних робіт, завантажених на платформу електронного навчання МІХ	1 тиждень після здачі роботи	Платформа електронного навчання МІХ

### 10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Звіт за результатами виконання лабораторних робіт	Виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту	1 тиждень після видачі завдання	письмові коментарі від викладача до робіт, виконаних студентами через платформу електронного навчання МІХ
МСО2 Поточні модульні контролі (проміжний модульний контроль)	Тестування на платформі онлайн-навчання за теоретичним та практичним матеріалом, який вивчався протягом модуля	атестаційний тиждень 1, 2 модуля	університетська платформа електронного навчання МІХ

Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
<b>2 семестр</b>		<b>100 балів</b>		
МСО1. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		<b>40</b>		
8x5		40	Не передбачено	Ні
МСО2. Поточні модульні контролю (проміжний модульний контроль)		<b>60</b>		
2x30		60	Не передбачено	Ні

1) Звіти з практичних робіт -  $8 \cdot 5 = 40$  балів 2) Тестові модульні контролю -  $2 \cdot 30 = 60$  балів  
Якщо студент під час виконання передбачених навчальним планом видів робіт до залікового тижня набрав загальний рейтинговий бал, що відповідає позитивній оцінці (60 балів і більше), цей результат заноситься в залікову екзаменаційну відомість без можливості його покращення. Якщо студент не набрав загальний рейтинговий бал, який відповідає позитивній оцінці (60 балів і більше), вважається, що він має заборгованість з дисципліни з процедурою її ліквідації. 3) При успішному отриманні персоніфікованого сертифікату (із вказівкою рівня успішності) вивченні масових відкритих онлайн курсів, можуть бути реалізовані перерахування частини кредитів курсів, рекомендованих викладачем.

## 11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 11.1 Засоби навчання

ЗН1	Спеціалізоване програмне забезпечення FlexSim
ЗН2	Мультимедійна проекційна апаратура
ЗН3	Бібліотечні фонди
ЗН4	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи

### 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Виклюк Я. І., Камінський Р. М., Пасічник В. В. Моделювання складних систем. – Навч. посібник – Львів: Новий світ-2000, 2019 – 400 с. (Гриф НУ «Львівська політехніка») <a href="https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuMKSDU.BibRecord.16594">https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuMKSDU.BibRecord.16594</a>

2	Катренко, А. В. Системний аналіз : підручник / А. В. Катренко ; за ред. В.В. Пасічника. — Львів : Новий Світ-2000, 2018. — 396 с. + Гриф МОН. — (Комп'ютинг) <a href="https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuSDU.BibRecord.711096">https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuSDU.BibRecord.711096</a>
<b>Допоміжна література</b>	
3	Дубовой В. М., Кветний Р. Н. та ін. Моделювання та оптимізація систем – Ел. підручник. – Вінниця, 2017 – 804 с. <a href="https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2001/p2455">https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2001/p2455</a>
4	Кособуцький, П. С. Статистичне моделювання : навчальний посібник / П. С. Кособуцький, М. В. Лобур. — Львів : Львівська політехніка, 2013. — 328 с. <a href="https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuSDU.BibRecord.624968">https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuSDU.BibRecord.624968</a>
<b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b>	
5	Навчальний курс Моделювання та аналіз систем на внутрішньоуніверситетських ресурсах MIX / Я.І. Чибіряк : <a href="https://mix.sumdu.edu.ua/info/nmk/b1c48be8-5a57-4eb6-9efe-d99bc48f12e7">https://mix.sumdu.edu.ua/info/nmk/b1c48be8-5a57-4eb6-9efe-d99bc48f12e7</a>
6	Електронний навчальний посібник FlexSim. Problem Solved. - 2023 [Електронний ресурс] : <a href="https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=USH.8869450">https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=USH.8869450</a>