

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ В. О. СУХОМЛІНСЬКОГО**  
Механіко-математичний факультет  
Кафедра інформаційних технологій



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор із науково-педагогічної роботи

О. А. Кузнецова

27 серпня 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ**

Ступінь бакалавра

Галузь знань 11 Математика та статистика

Спеціальність 113 Прикладна математика

Освітньо-професійна програма «Інформатика»

2020 – 2021 навчальний рік



## Анотація

Сьогодні моделювання складних систем та процесів найчастіше реалізують за допомогою сучасних комп'ютерних технологій, що передбачає необхідність попередньої формалізації концептуальної моделі об'єкта дослідження та її подання у вигляді, придатному для реалізації тих чи інших алгоритмів чисельного аналізу або комп'ютерної імітації. Обидва підходи передбачають необхідність застосування сучасних математичних методів, що використовуються при створенні алгоритмів моделювання. Це зумовлює необхідність вивчення основних методів математичного моделювання систем майбутніми фахівцями.

Курс «Моделювання складних систем та процесів» є нормативною складовою підготовки бакалаврів, що навчаються за спеціальністю «Прикладна математика».

Передбачається, що студенти мають підготовку з математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії диференціальних рівнянь, теорії інформації та математичної статистики, чисельних методів, програмування у межах, встановлених вимогами відповідних освітньо-професійних програм. Крім того, передбачається, що студенти знайомі з основами фізики в рамках програми нетехнічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

**Ключові слова:** математична модель, виробнича функція, споживчий кошик, оптимізація споживчого кошика.

## Abstract

Today, modeling of complex systems and processes is most often implemented using modern computer technology, which requires prior formalization of the conceptual model of the object of study and its presentation in a form suitable for the implementation of certain algorithms for numerical analysis or computer simulation. Both approaches require the use of modern mathematical methods used in the creation of modeling algorithms. This necessitates the study of basic methods of mathematical modeling of systems by future professionals.

The course "Modeling of complex systems and processes" is a normative component of training bachelors majoring in "Applied Mathematics".

It is assumed that students have training in mathematical analysis, linear algebra, theory of differential equations, information theory and mathematical statistics, numerical methods, programming within the limits set by the requirements of relevant educational and professional programs. In addition, it is assumed that students are familiar with the basics of physics in the program of non-technical specialties of higher education.

**Keywords:** mathematical model, production function, consumer basket, consumer basket optimization.

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>денна форма навчання</i>	
Кількість кредитів –3	Галузь знань 11 Математика та статистика	Нормативна	
	Спеціальність 113 Прикладна математика		
Загальна кількість годин 90		<b><i>Рік підготовки:</i></b>	
		1	
		<b><i>Семестр</i></b>	
		1	2
		<b><i>Лекції</i></b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: 3 аудиторних – 30 самостійної роботи студента -60	Ступінь бакалавра	14	-
		<b><i>Практичні, семінарські</i></b>	
		16	-
		<b><i>Лабораторні</i></b>	
		-	-
		<b><i>Самостійна робота</i></b>	
		60	-
Вид контролю: залік			

Мова навчання – українська.

#### **Примітка.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 30 год. – аудиторні заняття, 60 год.– самостійна робота (30% ~ 70%).

## **2. Мета, завдання навчальної дисципліни та результати навчання**

**Мета курсу:** дати студентам знання в області математичного моделювання економічних систем, забезпечити фундаментальність освіти майбутніх фахівців, підготувати з них системних аналітиків, здатних приймати системні і комплексні рішення, використовуючи сучасні інформаційні технології.

**Завдання курсу:** ознайомити студентів з основними уявленнями про математичні моделі, що застосовуються в прикладних економічних дослідженнях і методами аналізу цих моделей. Навчити їх самостійно працювати з моделями, просуваючись від розуміння того, як побудовані прості моделі в економіці до розуміння більш складних економіко-математичних моделей.

**Передумови для вивчення дисципліни:** «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Диференціальні рівняння», «Дискретна математика».

Навчальна дисципліна складається з 3-х кредитів.

### **Програмні результати навчання:**

ПР2. Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами.

ПР4. Виконувати математичний опис, аналіз та синтез дискретних об'єктів та систем, використовуючи поняття й методи дискретної математики та теорії алгоритмів.

ПР5. Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних та інтегральних рівнянь, розв'язанням крайових задач, пошуком оптимальних рішень.

ПР11. Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символічних алгоритмів.

ПР17. Уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науковотехнічної інформації, уникаючи при цьому академічної недоброчесності.

ПР20. Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні однією з офіційних мов ЄС.

У результаті вивчення курсу студент оволодіває такими компетентностями:

### **I. Загальнопредметні:**

ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК8. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

### **II. Фахові:**

ФК01. Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем.

ФК05. Здатність проектувати бази даних, інформаційні системи та ресурси.

## **Програма навчальної дисципліни**

**Кредит 1** Моделі споживчої сфери.

**Тема 1.** Економічна система як об'єкт математичного моделювання.

**Тема 2.** Методологія математичного моделювання в економіці

**Кредит 2** Математичне моделювання сфери споживача.

**Тема 3.** Математичне моделювання сфери споживача. Оптимізація набору товару (споживчої корзини).

**Тема 4.** Оптимізація набору товарів: першої необхідності та предмету розкішу. Функція Торновиста.

**Кредит 3.** Моделі виробничої сфери.

**Тема 5.** Математичне моделювання виробничої сфери. Виробнича функція Кобба-Дугласа.

**Тема 6** Теорія фірми. Задачі оптимізації виробництва, функція Ястремського.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви кредитів і тем	Кількість годин					
	усьо го	у тому числі				
		л	П	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
<b>Кредит 1</b> Моделі споживчої сфери.						
<b>Тема 1.</b> Економічна система як об'єкт математичного моделювання.	14	2	4			8
<b>Тема 2.</b> Методологія математичного моделювання в економіці	16	2	2			12
<b>Усього:</b>	30	4	6			20
<b>Кредит 2</b> Математичне моделювання сфери споживача.						
<b>Тема 3.</b> Математичне моделювання сфери споживача. Оптимізація набору товару (споживчої корзини).	16	4	2			10
<b>Тема 4.</b> Оптимізація набору товарів: першої необхідності та предмету розкішу. Функція Торновиста.	14	2	2			10
<b>Усього:</b>	30	6	4			20
<b>Кредит 3.</b> Моделі виробничої сфери.						
<b>Тема 5.</b> Математичне моделювання виробничої сфери. Виробнича функція Кобба-Дугласа.	14	2	2			10
<b>Тема 6</b> Теорія фірми. Задачі оптимізації виробництва, функція Ястремського	16	2	4			10
<b>Усього:</b>	30	4	6			20
<b>Усього годин:</b>	90	14	16			60

### 4. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	<i>Кредит 1 Моделі споживчої сфери.</i>	
1.	<i>Тема 1.</i> Економічна система як об'єкт математичного моделювання.	2
2.	<i>Тема 2.</i> Методологія математичного моделювання в економіці	2
	<i>Кредит 2 Математичне моделювання сфери споживача.</i>	
3.	<i>Тема 3.</i> Математичне моделювання сфери споживача. Оптимізація набору товару (споживчої корзини).	4
4.	<i>Тема 4.</i> Оптимізація набору товарів: першої необхідності та предмету розкішу. Функція Торновиста.	2
	<i>Кредит 3. Моделі виробничої сфери.</i>	
5.	<i>Тема 5.</i> Математичне моделювання виробничої сфери. Виробнича функція Кобба-Дугласа.	2
6.	<i>Тема 6</i> Теорія фірми. Задачі оптимізації виробництва, функція Ястремського	2
	Разом:	14

### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	<i>Кредит 1 Моделі споживчої сфери.</i>	
1.	<i>Тема 1.</i> Економічна система як об'єкт математичного моделювання.	4



2.	Тема 2. Методологія математичного моделювання в економіці	2
	<i>Кредит 2 Математичне моделювання сфери споживача.</i>	
3.	Тема 3. Математичне моделювання сфери споживача. Оптимізація набору товару (споживчої корзини).	2
4.	Тема 4. Оптимізація набору товарів: першої необхідності та предмету розкішу. Функція Торновиста.	2
	<i>Кредит 3. Моделі виробничої сфери.</i>	
5.	Тема 5. Математичне моделювання виробничої сфери. Виробнича функція Кобба-Дугласа.	2
6.	Тема 6 Теорія фірми. Задачі оптимізації виробництва, функція Ястремського	4
Разом:		16

## 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	<i>Кредит 1 Моделі споживчої сфери.</i>	
1.	Тема 1. Економічна система як об'єкт математичного моделювання.	8
2.	Тема 2. Методологія математичного моделювання в економіці	12
	<i>Кредит 2 Математичне моделювання сфери споживача.</i>	
3.	Тема 3. Математичне моделювання сфери споживача. Оптимізація набору товару (споживчої корзини).	10
4.	Тема 4. Оптимізація набору товарів: першої необхідності та предмету розкішу. Функція Торновиста.	10
	<i>Кредит 3. Моделі виробничої сфери.</i>	
5.	Тема 5. Математичне моделювання виробничої сфери. Виробнича функція Кобба-Дугласа.	10
6.	Тема 6 Теорія фірми. Задачі оптимізації виробництва, функція Ястремського	10
Разом:		60

### Форми роботи та критерії оцінювання

Рейтинговий контроль знань студентів здійснюється за 100-бальною шкалою:

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

ОЦІНКА ЄКТС	СУМА БАЛІВ	ОЦІНКА ЗА НАЦІОНАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ	
		екзамен	залік
A	90-100	5 (відмінно)	5/відм./зараховано
B	80-89	4 (добре)	4/добре/ зараховано
C	65-79		
D	55-64	3 (задовільно)	3/задов./ зараховано
E	50-54		
FX	35-49	2 (незадовільно)	Не зараховано

### Форми поточного та підсумкового контролю.

Комплексна діагностика знань, умінь і навичок студентів із дисципліни здійснюється на основі результатів проведення поточного й підсумкового контролю знань (КР). Поточне оцінювання (індивідуальне, групове і фронтальне опитування, самостійна робота, самоконтроль). Завданням поточного контролю є систематична перевірка розуміння та засвоєння програмового матеріалу, виконання практичних, лабораторних робіт, умінь самостійно опрацьовувати тексти,

складання конспекту рекомендованої літератури, написання і захист реферату, здатності публічно чи письмово представляти певний матеріал.

Завданням підсумкового контролю (КР, залік) є перевірка глибини засвоєння студентом програмового матеріалу модуля.

*Критерії оцінювання відповідей на практичних заняттях:*

Студенту виставляється відмінно, коли:

- відповідь або завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача.
- Студент володіє узагальненими знаннями з предмета, аргументовано використовує їх у нестандартних ситуаціях; вміє застосовувати вивчений матеріал для внесення власних аргументованих суджень у практичній педагогічній діяльності.
- Студент має системні, дієві здібності у навчальній діяльності, користується широким арсеналом засобів доказу своєї думки, вирішує складні проблемні завдання; схильний до системно-наукового аналізу та прогнозування явищ; уміє ставити та розв'язувати проблеми.

Студенту виставляється дуже добре:

- Відповідь і завдання – повні з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача.
- Студент вільно володіє вивченим матеріалом, зокрема, застосовує його на практиці; вміє аналізувати і систематизувати наукову та методичну інформацію. Використовує загальновідомі доводи у власній аргументації, здатен до самостійного опрацювання навчального матеріалу; виконує дослідницькі завдання, але потребує консультації викладача.

Студенту виставляється добре:

- Відповідь і завдання відзначаються неповнотою виконання без допомоги викладача.
- Студент може зіставити, узагальнити, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; знання є достатньо повними; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних педагогічних ситуаціях. Відповідь його повна, логічна, обґрунтована, але з деякими неточностями. Здатен на реакцію відповіді іншого студента, опрацювати матеріал самостійно, вміє підготувати реферат і захистити його найважливіші положення

Студенту виставляється достатньо:

- Відповідь і завдання відзначаються неповнотою виконання за консультацією викладача.
- Студент володіє матеріалом на початковому рівні (значну частину матеріалу засвоює на репродуктивному рівні). З допомогою викладача здатен відтворювати логіку наукових положень; має фрагментарні навички в роботі з підручником, науковими джерелами; має стійкі навички роботи з конспектом, може самостійно оволодіти більшою частиною навчального матеріалу. Може аналізувати навчальний матеріал, порівнювати і робити висновки; відповідь його правильна, але недостатньо осмислена

Студенту виставляється мінімальний задовільно:

- Відповідь і завдання відзначаються фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом.
- Студент володіє навчальним матеріалом, виявляє здатність елементарно викласти думку.
- Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів; з допомогою викладача виконує елементарні завдання; контролює свою відповідь з декількох простих речень; здатний усно відтворити окремі частини теми; має фрагментарні уявлення про роботу з науково-методичним джерелом, відсутні сформовані уміння та навички

Оцінка за виконання індивідуального науково-дослідного завдання, завдань самостійної роботи виставляється з урахуванням таких параметрів:

Кількість балів у кінці **семестру** повинна складати від 200 до 300 балів (за 3 кредити), тобто сума балів за виконання усіх завдань.

Відповідний розподіл балів, які отримують студенти за 3 крд.

Поточне оцінювання та самостійна робота	КР	Накопичувальні бали/сума
---	----	--------------------------



T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	55	300/100
35	35	35	35	35	35	35		

## 7. Засоби дігностики

**Засобами діагностики та методами демонстрування результатів навчання є:** завдання до лабораторних занять, завдання для самостійної та індивідуальної роботи, презентації результатів досліджень, тестові завдання, контрольні роботи.

## 8. Методи навчання

Усний виклад матеріалу: наукова розповідь, спрямована на аналіз фактичного матеріалу; пояснення – вербальний метод навчання, за допомогою якого розкривається сутність певного явища, закону, процесу; проблемне навчання, робота з підручником та додатковими джерелами, спостереження над усним мовленням, спостереження над мовним матеріалом, порівняльний аналіз, виразне читання текстів; ілюстрація – метод навчання, який передбачає показ предметів і процесів у їх символічному зображенні (малюнки, схеми, графіки та ін.).

Курс складається з лекційних, практичних занять та самостійної роботи студентів, домашніх завдань і завершується підсумковим рейтинг-контролем (іспитом) по даній дисципліні.

Лекційні заняття призначені для теоретичного осмислення і узагальнення складних розділів курсу, які освітлюються, в основному, на проблемному рівні та у формі діалогічно-проблемних лекцій.

Практичні заняття є аудиторними, проводяться по наперед відомих темах у вигляді активних форми проведення занять.

Вони призначені для закріплення і глибшого вивчення певних аспектів лекційного матеріалу на практиці.

Самостійна робота є позааудиторною і призначена для самостійного ознайомлення студента з певними розділами курсу за рекомендованими педагогом матеріалами і підготовки до виконання індивідуальних завдань по курсу.

Індивідуальні завдання, орієнтовані на формування навиків дослідницької діяльності: дослідження проблемних питань курсу.

## 9. Рекомендована література

### Базова

1. В.А. Поздеев, А.Р. Наринян, В.Г. Ковалев, Математические модели экономических систем: Учебное пособие. – К.: Изд-во Европ. ун-та, 2004-131с.

### Допоміжна

1. Алексеев, Д.В. Введение в компьютерное моделирование физических задач: Использование Microsoft Visual Basic / Д.В. Алексеев. - М.: Ленанд, 2019. - 272 с.
2. Андреев, С.М. Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: Учебник / С.М. Андреев. - М.: Academia, 2017. - 36 с
3. Белов, В.В. Компьютерное моделирование и оптимизирование составов композиционных строительных материалов: Монография. / В.В. Белов. - М.: АСВ, 2015. - 264 с.
4. Городецкий, А.С. Компьютерное моделирование в задачах строительной механики / А.С. Городецкий. - М.: АСВ, 2016. - 338 с.
5. Градов, В.М. Компьютерное моделирование: Учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин и др. - М.: Инфра-М, 2016. - 784 с.
6. Кардашев, Г.А. Виртуальная электроника. Компьютерное моделирование аналоговых устройств / Г.А. Кардашев. - М.: Горячая линия - Телеком, 2015. - 260 с.
7. Раннев, Г.Г. Измерительные информационные системы: Учебник / Г.Г. Раннев. - М.: Академия, 2015. - 368 с.

8. Емельянов, С.В. Информационные технологии и вычислительные системы / С.В. Емельянов. - М.: Ленанд, 2015. - 96 с.
9. Королев, А.Л. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум / А.Л. Королев. - М.: Бином, 2015. - 296 с.
10. Мадера, А.Г. Количественные методы разработки и принятия решений в менеджменте: Компьютерное моделирование в Microsoft Excel. Практикум / А.Г. Мадера. - М.: Ленанд, 2019. - 120 с.
11. Никитин, А.В. Компьютерное моделирование физических процессов / А.В. Никитин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 679 с.
30. Овечкин, Г.В. Компьютерное моделирование: Учебник / Г.В. Овечкин. - М.: Academia, 2017. - 368 с.
12. Овечкин, Г.В. Компьютерное моделирование: Учебник / Г.В. Овечкин. - М.: Academia, 2017. - 379 с.
13. Информационные технологии и вычислительные системы: Обработка информации и анализ данных. Программная инженерия. Математическое моделирование. Прикладные аспекты информатики / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Ленанд, 2015. - 104 с.
14. Алпатов, Ю.Н. Моделирование процессов и систем управления: Учебное пособие / Ю.Н. Алпатов. - СПб.: Лань, 2018. - 140 с.
15. Игнатов, А.Н. Случайные процессы -от теории к практике: Учебное пособие / А.Н. Игнатов. - СПб.: Лань, 2016. - 320 с.
16. Большаков, А.А. Новые методы математического моделирования динамики и управления формированием компетенций в процессе обучения в вузе / А.А. Большаков, И.В. Вешнева, Л.А. Мельников и др. - М.: РиС, 2015. - 248 с.
17. Овечкин, Г.В. Компьютерное моделирование: Учебник / Г.В. Овечкин. - М.: Академия, 2018. - 432 с.
18. Орлова, И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. - М.: Вузовский учебник, 2017. - 344 с.
19. Подколзин, А.С. Компьютерное моделирование логических процессов. Архитектура и языки решателя задач / А.С. Подколзин. - М.: Физматлит, 2018. - 1024 с.
20. Поршневу, С.В. Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета MathCAD: Учебное пособие / С.В. Поршневу. - М.: Горячая линия - Телеком, 2015. - 320 с.
21. Ляндау, Ю.В. Теория процессного управления: Монография / Ю.В. Ляндау, Д.И. Стасевич. - М.: Инфра-М, 2016. - 432 с.
22. Сулейманова, Д.Ю. Информационные системы управления инновационными процессами / Д.Ю. Сулейманова. - М.: Русайнс, 2018. - 224 с.
23. Сулейманова, Д.Ю. Информационные системы управления инновационными процессами / Д.Ю. Сулейманова. - М.: Русайнс, 2018. - 224 с.
24. Круглов, В.М. Случайные процессы / В.М. Круглов. - М.: Academia, 2018. - 318 с.
25. Лифшиц, М.А. Случайные процессы - от теории к практике: Учебное пособие / М.А. Лифшиц. - СПб.: Лань, 2016. - 320 с.
26. Сосновиков, Г.К. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World: Учебное пособие / Г.К. Сосновиков, Л.А. Воробейчиков. - М.: Форум, 2016. - 320 с.
27. Тимофеев, В.Б. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB: Учебное пособие / В.Б. Тимофеев. - СПб.: Лань КИТ, 2015. - 736 с.
28. Информационные системы и технологии: Научное издание / Под ред. Ю.Ф. Тельнова. - М.: Юнити, 2016. - 303 с.
29. Информационные системы и технологии / Под ред. Тельнова Ю.Ф.. - М.: Юнити, 2017. - 544 с.
30. Федоров, С.Е. Компьютерное моделирование и исследование систем автоматического управления: учебно-методическое пособие для вузов / С.Е. Федоров. - М.: Русайнс, 2018. - 256 с.

31. Андреев, С.М. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: Учебное пособие / С.М. Андреев. - М.: Academia, 2017. - 36 с.
32. Гагарина, Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем / Л.Г. Гагарина. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 384 с.
33. Перлова, О.Н. Проектирование и разработка информационных систем: Учебник / О.Н. Перлова, О.П. Ляпина, А.В. Гусева. - М.: Academia, 2017. - 416 с.
34. Перлова, О.Н. Проектирование и разработка информационных систем: Учебник / О.Н. Перлова. - М.: Академия, 2018. - 272 с

#### **10. Інформаційні ресурси**

1. <http://moodle.mnu.mk.ua/course/category.php?id=1> – сайт механіко-математичного факультету

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ В. О. СУХОМЛИНСЬКОГО**

Механіко-математичний факультет

Кафедра інформаційних технологій

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор із науково-педагогічної  
роботи \_\_\_\_\_ О. А. Кузнецова

27 серпня 2019 р.

**ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ**

Ступінь бакалавра

Галузь знань 11 Математика та статистика

спеціальність 113 «Прикладна математика»

освітня програма Інформатика

Миколаїв – 2019-2020

Програму розроблено та внесено: Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Поздєєв Валерій Олександрович, професор кафедри інформаційних технологій, доктор фізико-математичних наук.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Програму схвалено на засіданні кафедри інформаційних технологій

Протокол від «26» серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (Зосімов В. В.)

Програму погоджено з гарантом ОП Прикладна математика

професор кафедри, доктор фізико-математичних \_\_\_\_\_ (Поздєєв В.О.)

Програму погоджено навчально-методичною комісією факультету механіко-математичного

Протокол від « \_\_\_\_ » серпня 2020 року № \_\_\_\_

Голова навчально-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Гуріна О. В.)

Програму погоджено навчально-методичною комісією університету

Протокол від «27» серпня 2020 року № 11

Голова навчально-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Кузнецова О. А.)

## Анотація

Сьогодні моделювання складних систем та процесів найчастіше реалізують за допомогою сучасних комп'ютерних технологій, що передбачає необхідність попередньої формалізації концептуальної моделі об'єкта дослідження та її подання у вигляді, придатному для реалізації тих чи інших алгоритмів чисельного аналізу або комп'ютерної імітації. Обидва підходи передбачають необхідність застосування сучасних математичних методів, що використовуються при створенні алгоритмів моделювання. Це зумовлює необхідність вивчення основних методів математичного моделювання систем майбутніми фахівцями.

Курс «Моделювання складних систем та процесів» є нормативною складовою підготовки бакалаврів, що навчаються за спеціальністю «Прикладна математика».

Передбачається, що студенти мають підготовку з математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії диференціальних рівнянь, теорії інформації та математичної статистики, чисельних методів, програмування у межах, встановлених вимогами відповідних освітньо-професійних програм. Крім того, передбачається, що студенти знайомі з основами фізики в рамках програми нетехнічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

**Ключові слова:** математична модель, виробнича функція, споживчий кошик, оптимізація споживчого кошика.

## Abstract

Today, modeling of complex systems and processes is most often implemented using modern computer technology, which requires prior formalization of the conceptual model of the object of study and its presentation in a form suitable for the implementation of certain algorithms for numerical analysis or computer simulation. Both approaches require the use of modern mathematical methods used in the creation of modeling algorithms. This necessitates the study of basic methods of mathematical modeling of systems by future professionals.

The course "Modeling of complex systems and processes" is a normative component of training bachelors majoring in "Applied Mathematics".

It is assumed that students have training in mathematical analysis, linear algebra, theory of differential equations, information theory and mathematical statistics, numerical methods, programming within the limits set by the requirements of relevant educational and professional programs. In addition, it is assumed that students are familiar with the basics of physics in the program of non-technical specialties of higher education.

**Keywords:** mathematical model, production function, consumer basket, consumer basket optimization.

## ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Моделювання складних систем та процесів» складена Поздєєвим В.О. відповідно до освітньо-професійної програми підготовки ступеня бакалавра спеціальності 113 Прикладна математика.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є математичні моделі, що застосовуються в прикладних економічних дослідженнях і методами аналізу цих моделей.

**Міждисциплінарні зв'язки:** «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Диференціальні рівняння», «Дискретна математика».

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни та очікувані результати

**Мета курсу:** дати студентам знання в області математичного моделювання економічних систем, забезпечити фундаментальність освіти майбутніх фахівців, підготувати з них системних аналітиків, здатних приймати системні і комплексні рішення, використовуючи сучасні інформаційні технології.

**Завдання курсу:** ознайомити студентів з основними уявленнями про математичні моделі, що застосовуються в прикладних економічних дослідженнях і методами аналізу цих моделей. Навчити їх самостійно працювати з моделями, просуваючись від розуміння того, як побудовані прості моделі в економіці до розуміння більш складних економіко-математичних моделей.

#### Програмні результати навчання:

ПР2. Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами.

ПР4. Виконувати математичний опис, аналіз та синтез дискретних об'єктів та систем, використовуючи поняття й методи дискретної математики та теорії алгоритмів.

ПР5. Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних та інтегральних рівнянь, розв'язанням крайових задач, пошуком оптимальних рішень.

ПР11. Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символічних алгоритмів.

ПР17. Уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науковотехнічної інформації, уникаючи при цьому академічної недоброчесності.

ПР20. Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні однією з офіційних мов ЄС.

У результаті вивчення курсу студент оволодіває такими компетентностями:

#### I. Загальнопредметні:

ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК8. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

#### II. Фахові:

ФК01. Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем.

ФК05. Здатність проектувати бази даних, інформаційні системи та ресурси.

### Програма навчальної дисципліни

**Кредит 1** Моделі споживчої сфери.

**Тема 1.** Економічна система як об'єкт математичного моделювання.

**Тема 2.** Методологія математичного моделювання в економіці

**Кредит 2** Математичне моделювання сфери споживача.

**Тема 3.** Математичне моделювання сфери споживача. Оптимізація набору товару (споживчої кошика).



**Тема 4.** Оптимізація набору товарів: першої необхідності та предмету розкішу. Функція Торновиста.

**Кредит 3.** Моделі виробничої сфери.

**Тема 5.** Математичне моделювання виробничої сфери. Виробнича функція Кобба-Дугласа.

**Тема 6** Теорія фірми. Задачі оптимізації виробництва, функція Ястремського.

### **Рекомендована література**

#### **Базова**

1. В.А.Поздеев, А.Р.Наринян, В.Г.Ковалев, Математические модели экономических систем: Учебное пособие. – К.:Изд-во Европ. ун-та, 2004-131с.

#### **Допоміжна**

1. Алексеев, Д.В. Введение в компьютерное моделирование физических задач: Использование Microsoft Visual Basic / Д.В. Алексеев. - М.: Ленанд, 2019. - 272 с.
2. Андреев, С.М. Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: Учебник / С.М. Андреев. - М.: Academia, 2017. - 36 с
3. Белов, В.В. Компьютерное моделирование и оптимизирование составов композиционных строительных материалов: Монография. / В.В. Белов. - М.: АСВ, 2015. - 264 с.
4. Городецкий, А.С. Компьютерное моделирование в задачах строительной механики / А.С. Городецкий. - М.: АСВ, 2016. - 338 с.
5. Градов, В.М. Компьютерное моделирование: Учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин и др. - М.: Инфра-М, 2016. - 784 с.
6. Кардашев, Г.А. Виртуальная электроника. Компьютерное моделирование аналоговых устройств / Г.А. Кардашев. - М.: Горячая линия -Телеком, 2015. - 260 с.
7. Раннев, Г.Г. Измерительные информационные системы: Учебник / Г.Г. Раннев. - М.: Академия, 2015. - 368 с.
8. Емельянов, С.В. Информационные технологии и вычислительные системы / С.В. Емельянов. - М.: Ленанд, 2015. - 96 с.
9. Королев, А.Л. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум / А.Л. Королев. - М.: Бином, 2015. - 296 с.
10. Мадера, А.Г. Количественные методы разработки и принятия решений в менеджменте: Компьютерное моделирование в Microsoft Excel. Практикум / А.Г. Мадера. - М.: Ленанд, 2019. - 120 с.
11. Никитин, А.В. Компьютерное моделирование физических процессов / А.В. Никитин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 679 с.
30. Овечкин, Г.В. Компьютерное моделирование: Учебник / Г.В. Овечкин. - М.: Academia, 2017. - 368 с.
12. Овечкин, Г.В. Компьютерное моделирование: Учебник / Г.В. Овечкин. - М.: Academia, 2017. - 379 с.
13. Информационные технологии и вычислительные системы: Обработка информации и анализ данных. Программная инженерия. Математическое моделирование. Прикладные аспекты информатики / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Ленанд, 2015. - 104 с.
14. Алпатов, Ю.Н. Моделирование процессов и систем управления: Учебное пособие / Ю.Н. Алпатов. - СПб.: Лань, 2018. - 140 с.
15. Игнатов, А.Н. Случайные процессы -от теории к практике: Учебное пособие / А.Н. Игнатов. - СПб.: Лань, 2016. - 320 с.
16. Большаков, А.А. Новые методы математического моделирования динамики и управления формированием компетенций в процессе обучения в вузе / А.А. Большаков, И.В. Вешнева, Л.А. Мельников и др. - М.: РиС, 2015. - 248 с.
17. Овечкин, Г.В. Компьютерное моделирование: Учебник / Г.В. Овечкин. - М.: Академия, 2018. - 432 с.
18. Орлова, И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. - М.: Вузовский учебник, 2017. - 344 с.

19. Подколзин, А.С. Компьютерное моделирование логических процессов. Архитектура и язык решателя задач / А.С. Подколзин. - М.: Физматлит, 2018. - 1024 с.
20. Поршневу, С.В. Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета MathCAD: Учебное пособие / С.В. Поршневу. - М.: Горячая линия - Телеком, 2015. - 320 с.
21. Ляндау, Ю.В. Теория процессного управления: Монография / Ю.В. Ляндау, Д.И. Стасевич. - М.: Инфра-М, 2016. - 432 с.
22. Сулейманова, Д.Ю. Информационные системы управления инновационными процессами / Д.Ю. Сулейманова. - М.: Русайнс, 2018. - 224 с.
23. Сулейманова, Д.Ю. Информационные системы управления инновационными процессами / Д.Ю. Сулейманова. - М.: Русайнс, 2018. - 224 с.
24. Круглов, В.М. Случайные процессы / В.М. Круглов. - М.: Academia, 2018. - 318 с.
25. Лифшиц, М.А. Случайные процессы - от теории к практике: Учебное пособие / М.А. Лифшиц. - СПб.: Лань, 2016. - 320 с.
26. Сосновиков, Г.К. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World: Учебное пособие / Г.К. Сосновиков, Л.А. Воробейчиков. - М.: Форум, 2016. - 320 с.
27. Тимофеев, В.Б. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB: Учебное пособие / В.Б. Тимофеев. - СПб.: Лань КИТ, 2015. - 736 с.
28. Информационные системы и технологии: Научное издание / Под ред. Ю.Ф. Тельнова. - М.: Юнити, 2016. - 303 с.
29. Информационные системы и технологии / Под ред. Тельнова Ю.Ф.. - М.: Юнити, 2017. - 544 с.
30. Федоров, С.Е. Компьютерное моделирование и исследование систем автоматического управления: учебно-методическое пособие для вузов / С.Е. Федоров. - М.: Русайнс, 2018. - 256 с.
31. Андреев, С.М. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: Учебное пособие / С.М. Андреев. - М.: Academia, 2017. - 36 с.
32. Гагарина, Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем / Л.Г. Гагарина. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 384 с.
33. Перлова, О.Н. Проектирование и разработка информационных систем: Учебник / О.Н. Перлова, О.П. Ляпина, А.В. Гусева. - М.: Academia, 2017. - 416 с.
34. Перлова, О.Н. Проектирование и разработка информационных систем: Учебник / О.Н. Перлова. - М.: Академия, 2018. - 272 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

- 1 <http://moodle.mnu.mk.ua/course/category.php?id=1> – сайт механіко-математичного факультету

#### **4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік**

#### **5. Засоби діагностики успішності навчання:**

Лекційні та практичні заняття з використанням традиційних методів, інтерактивних методик та комп'ютерної техніки, індивідуальна робота, самостійна робота.

Поточний та підсумковий контроль здійснюється у вигляді виконання завдань на практичних заняттях, виконання індивідуальних завдань. Для оцінювання використовується національна чотирьохбальна шкала: відмінно, добре, задовільно, незадовільно; європейська шкала: А, В, С, D, E, FX, F.

Для оцінювання використовується національна чотирьохбальна шкала: відмінно, добре, задовільно, незадовільно; європейська шкала: А, В, С, D, E, FX, F.

(приклад для заліку) 100% балів студенти накопичують на заняттях та під час поточного і підсумкового контролю, що регламентується робочою програмою викладача. (приклад для іспиту) 60% балів студенти накопичують на заняттях та під час поточного контролю, що регламентується робочою програмою викладача, 40% балів студенти набирають на іспиті.