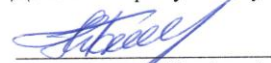


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет ветеринарної медицини та**  
**біотехнологій імені С.З. Гжицького**

Факультет харчових технологій та біотехнології  
Кафедра фізики і математики

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Деканеса факультету

  
(ПІП, підпис)

Коваль Г.М.

“ 27 ” 06 2022 року

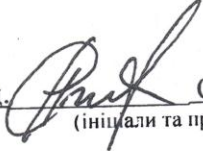
**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
ОК 2. Математичне моделювання технологічних процесів  
(код і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)  
(назва освітнього рівня)  
галузь знань 18 “Виробництво та технології”  
(назва галузі знань)  
спеціальність 181 “Харчові технології”  
(назва спеціальності)  
освітня програма “Технології зберігання, консервування та переробки молока”  
(назва)  
вид дисципліни обов’язкова  
(обов’язкова / за вибором)

Львів – 2022 р.


Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання технологічних процесів" для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 181 "Харчові технології" за освітньою програмою "Технології зберігання, консервування та переробки молока"

Укладачі:


Доцентка кафедри фізики і математики, канд. фіз.-мат. наук, доц.  Сас Н.Б.  
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри фізики і математики

протокол № 9 від "21" червня 2022 року


завідувач кафедри фізики і математики, д-р фіз.-мат. наук, проф.  Коструба А.М.  
(назва кафедри) (підпис) (прізвище та ініціали)

Погоджено навчально-методичною комісією спеціальності 181 "Харчові технології"  
протокол № 5 від "23" 06 2022 р.

голова НМКС  Михайлицька О.Р.

Схвалено рішенням навчально-методичної ради факультету харчових технологій та біотехнологій

протокол № 3 від "24" 06 2022 р.

голова НМРФ  Михайлицька О.Р.  
(підпис, прізвище та ініціали)

Ухвалено вченою радою факультету

протокол № 2 від "27" 06 2022 р.

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Семестр	2	2
Кількість кредитів/годин	3/90	
Усього годин аудиторної роботи	28	10
в т.ч.:		
• лекційні заняття, год.	14	4
• практичні заняття, год.	14	6
• лабораторні заняття, год.	–	–
семинарські заняття, год.	–	–
Усього годин самостійної роботи	62	80
Форма контролю	Залік	

Примітка.

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:

для денної форми здобуття освіти – 31%

для заочної форми здобуття освіти – 11%

## 2. ПРЕДМЕТ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Предмет, мета вивчення навчальної дисципліни

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є вивчення основних понять основи теорії моделювання. математичне моделювання, алгоритм побудови моделі, регресійні моделі з однією та декількома вхідними змінними.

**Метою** надати можливість студентам оволодіти системою знань з математичного моделювання технологічних процесів, виробити вміння і навички розробки сучасних моделей технологічних процесів з урахуванням досягнень науково-технічного прогресу.

Вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання технологічних процесів» ґрунтується на вивченні наступних освітніх дисциплін: «Фізика», «Вища математика», «Методологія наукових досліджень».

Здобуті знання з навчальної дисципліни «Математичне моделювання технологічних процесів» є основою для вивчення наступних освітніх дисциплін: «Інформаційні технології в наукових дослідженнях».

### 2.2. Завдання навчальної дисципліни (ЗК, ФК)

Завданням дисципліни є засвоєння студентами основних понять і визначень теорії моделювання, класифікацій моделей та видів моделювання, особливостей застосування різних моделей і математичного моделювання, алгоритмів побудови моделей, основ побудови і дослідження однофакторних та багатофакторних регресійних моделей.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування у студентів необхідних компетентностей:

– **загальні компетентності:**

Здатність до пошуку, математико-статистичного оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК1.)

Здатність організувати і проводити дослідження на відповідному рівні. (ЗК2.)

Здатність генерувати нові ідеї (креативність). (ЗК3.)

– **фахові компетентності:**

Здатність розробляти програми ефективного функціонування підприємств харчової промисловості відповідно до прогнозів розвитку галузі в умовах глобалізації. (СК 4)  
 Здатність до удосконалення існуючих та розроблення нових технологічних рішень, оптимізації технологічних процесів та хімічного складу харчових продуктів. (СК 7)

### 2.3.Програмні результати навчання (Р)

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен бути здатним продемонструвати такі програмні результати навчання:

- Відшукувати, систематизувати та аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел для вирішення професійних та наукових завдань. (ПР1)
- Приймати рішення, оцінювати і порівнювати альтернативи, у тому числі у невизначених ситуаціях та за наявності ризиків, а також в міждисциплінарних контекстах. (ПР2)
- Застосовувати спеціальне обладнання, сучасні методи та інструменти, у тому числі математичне і комп'ютерне моделювання для розв'язання складних задач у молочній галузі. (ПР3)

## 3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 3.1.Розподіл навчальних занять за розділами дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма здобуття освіти (ДФЗО)						заочна форма здобуття освіти (ЗФЗО)					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Основи теорії моделювання</b>												
Тема 1. Моделі. Моделювання	6	2	2	–	–	2	3	–	1	–	–	2
Тема 2. Математичне моделювання	6	2	2	–	–	2	4	1	1	–	–	2
Тема 3. Алгоритм побудови моделі	6	2	2	–	–	2	4	1	1	–	–	2
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів	24	–	–	–	–	24	31	–	–	–	–	31
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>42</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	–	–	<b>30</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	–	–	<b>37</b>
<b>Розділ 2. Побудова емпіричних регресійних моделей</b>												
Тема 4. Планування і проведення експерименту	6	2	2	–	–	2	3	–	1	–	–	2
Тема 5. Регресійні моделі з однією вхідною змінною	6	2	2	–	–	2	6	1	1	–	–	4
Тема 6. Регресійні моделі з декількома вхідними змінними.	8	2	2	–	–	4	6	1	1	–	–	4
Тема 7. Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей	6	2	2	–	–	2	4	–	–	–	–	4
Підготовка до	22	–	–	–	–	22	29	–	–	–	–	29

навчальних занять та контрольних заходів												
Разом за розділом 2	48	8	8	–	–	32	48	2	3	–	–	43
Усього годин	90	14	14	–	–	62	90	4	6	–	–	80

### 3.2. Лекційні заняття

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	<b>Моделі. Моделювання.</b> Основні поняття і визначення. Цілі і принципи моделювання. Аксиоми теорії моделювання. Види моделей і моделювання. Функції моделей. Чинники, що впливають на модель об'єкту.	2	–
2	<b>Математичне моделювання.</b> Основні поняття і визначення. Вимоги до математичної моделі. Структура математичної моделі. Класифікація математичних моделей. Цілі математичного моделювання для технічних об'єктів і технологічних процесів.	2	1
3	<b>Алгоритм побудови моделі.</b> Технології моделювання. Алгоритм побудови аналітичної моделі. Алгоритм побудови емпіричної моделі. Коротка характеристика основних етапів алгоритмів побудови аналітичних і емпіричних моделей.	2	1
4	<b>Планування і проведення експерименту.</b> Основні поняття і визначення. Планування експерименту. Вибір рівнів чинників. Повний факторний експеримент. Проведення експерименту.	2	–
5	<b>Регресійні моделі з однією вхідною змінною.</b> Основні поняття. Адекватність регресійних моделей. Точність регресійних моделей. Види регресійних моделей з однією вхідною змінною.	2	1
6	<b>Регресійні моделі з декількома вхідними змінними.</b> Багатофакторна (множинна) лінійна регресія. Матричний підхід до визначення коефіцієнтів регресії. Оцінка адекватності і точності багатофакторної лінійної моделі. Лінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними. Нелінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними. Крокові методи побудови регресійних моделей.	2	1
7	Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей. Інтерпретація моделі. Оптимізація моделі.	2	–
<b>Усього годин</b>		<b>14</b>	<b>4</b>

### 3.3. Практичні заняття

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	<b>Моделі. Моделювання.</b> Основні поняття і визначення. Цілі і принципи моделювання. Аксиоми теорії моделювання. Види моделей і моделювання. Функції моделей. Чинники, що впливають на модель об'єкту.	2	1
2	<b>Математичне моделювання.</b> Основні поняття і визначення. Вимоги до математичної моделі. Структура математичної моделі. Класифікація математичних моделей. Цілі математичного моделювання для технічних об'єктів і технологічних процесів.	2	1
3	<b>Алгоритм побудови моделі.</b> Технології моделювання. Алгоритм побудови аналітичної моделі. Алгоритм побудови емпіричної моделі. Коротка характеристика основних етапів алгоритмів побудови аналітичних і емпіричних моделей.	2	1

4	<b>Планування і проведення експерименту.</b> Основні поняття і визначення. Планування експерименту. Вибір рівнів чинників. Повний факторний експеримент. Проведення експерименту.	2	1
5	<b>Регресійні моделі з однією вхідною змінною.</b> Основні поняття. Адекватність регресійних моделей. Точність регресійних моделей. Види регресійних моделей з однією вхідною змінною.	2	1
6	<b>Регресійні моделі з декількома вхідними змінними.</b> Багатофакторна (множинна) лінійна регресія. Матричний підхід до визначення коефіцієнтів регресії. Оцінка адекватності і точності багатофакторної лінійної моделі. Лінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними. Нелінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними. Крокові методи побудови регресійних моделей.	2	1
7	Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей. Інтерпретація моделі. Оптимізація моделі .	2	—
<b>Усього годин</b>		<b>14</b>	<b>6</b>

### 3.4. Самостійна робота

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	<b>Моделі. Моделювання.</b> Функції моделей. Чинники, що впливають на модель об'єкту.	2	2
2	<b>Математичне моделювання.</b> Цілі математичного моделювання для технічних об'єктів і технологічних процесів.	2	2
3	<b>Алгоритм побудови моделі.</b> Коротка характеристика основних етапів алгоритмів побудови аналітичних і емпіричних моделей.	2	2
4	<b>Планування і проведення експерименту.</b> Повний факторний експеримент. Проведення експерименту.	2	2
5	<b>Регресійні моделі з однією вхідною змінною.</b> Види регресійних моделей з однією вхідною змінною.	2	4
6	<b>Регресійні моделі з декількома вхідними змінними.</b> Нелінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними. Крокові методи побудови регресійних моделей.	4	4
7	<b>Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей.</b> Оптимізація моделі .	2	4
<b>Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів</b>		46	60
<b>Усього годин</b>		<b>62</b>	<b>80</b>

### 4. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Індивідуальне завдання виконується за бажанням здобувача вищої освіти з метою покращення балу поточного контролю. На основі аналітичного огляду відповідних джерел, літератури, використовуючи інформацію, отриману під час навчальних занять, підготувати і викласти своє бачення з відповідних питань:

1. Моделювання процесів перемішування.
2. Моделювання процесів здрібнювання.
3. Моделювання процесів формоутворення.
4. Статистична обробка експериментальних даних .

## 5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Під час вивчення предмету використовуються методи: проблемно-програмованого навчання, пошукові, дослідницькі, спонукальні. Лекції проводяться у формі бесіди, дискусії, з використанням з використанням мультимедійного супроводу та різного роздаткового матеріалу. Практичні заняття проводяться у формі розв'язання ситуаційних задач, пошукових та розрахункових робіт.

## 6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Форми проведення поточної перевірки:

- усна співбесіда;
- письмове фронтальне опитування;
- письмова перевірка з урахуванням специфіки предмету;
- експрес-контроль;
- консультація з метою контролю;
- домашнє завдання групового чи індивідуального характеру;
- перевірки виконання самостійної роботи тощо.

## 7. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ

### Критерії оцінювання студентів денної і заочної форми навчання

Контроль результатів навчання студентів є необхідним елементом освітнього процесу. Контроль забезпечує об'єктивну оцінку якості освітньої діяльності. Суть контролю полягає у виявленні та вимірюванні компетентностей студентів, у взаємопов'язаній діяльності викладача і студента.

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю (залікового).

Оцінювання результатів навчання проводиться в балах, максимальна кількість яких за кожний підсумковий контроль становить 100. Кожній сумі балів відповідає оцінка за національною шкалою та шкалою ЄКТС (табл. 1).

Максимальна кількість балів протягом семестру становить 100 балів, які може набрати студент за семестр.

Таблиця 1 – Шкала оцінювання успішності студентів

За 100– бальною шкалою	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Екзамен, диференційований залік	Залік	
90-100	Відмінно	Зараховано	A
82-89	Добре		B
74-81			C
64-73	Задовільно		D
60-63			E
35-59	Незадовільно (незараховано) з можливістю повторного складання		FX
0-34	Незадовільно (незараховано) з обов'язковим повторним вивченням дисципліни		F

**Поточний контроль** проводиться за кожною вивченою темою шляхом опитування (тестового, усного тощо). Результати поточного контролю оцінюються за чотирибальною системою (табл. 2).

Таблиця 2 – Критерії поточного оцінювання.

Відповідь, виступ, контрольна робота, виконання завдання	Критерії оцінки
---	-----------------

5	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи при цьому обов'язкову і додаткову літературу. Правильно вирішує 90% поставлених завдань.
4	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість поставлених завдань.
3	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину поставлених завдань.
2	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово викладає, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив меншість поставлених завдань.

В кінці семестру обчислюється середнє арифметичне значення (САЗ) усіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням його у бали за формулою:

$$ПК = \frac{100 \cdot САЗ}{5} = 20 \cdot САЗ.$$

Бал з поточного контролю може бути змінений за рахунок заохочувальних балів:

- студентам, які не мають пропусків занять протягом семестру (додається 2 бали);
- за участь в університетських студентських олімпіадах, наукових конференціях (додається 2 бали), на міжвузівському- рівні (додається 5 балів);
- за інші види навчально-дослідної роботи бали додаються за рішенням кафедри.

## **8. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

1. Підручники та навчальні посібники.
2. Конспект лекцій з дисципліни.
3. Мультимедійні презентації для проведення лекцій.
4. Матеріали для самостійного вивчення на електронних носіях.
5. Тестові контрольні питання для поточного контролю знань.
6. Завдання для проведення контрольних робіт.

## **9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Базова**

1. Поперечний А.М., Потапов В.О., Корнійчук В.Г. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв. Підручник. К.: Центр учбової літератури, 2012. 312 с.
2. Бурдо О.Г., Калинин Л.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах. Учебник. Одесса, 2008. 348 с.
3. Потапов В.О. Моделювання технологічних процесів харчових виробництв. Навчальний посібник: - Х.: ХДУХТ, 2008. 148 с.
4. Кузьмин В. В. Математическое моделирование технологических процессов сборки и механической обработки изделий машиностроения: учебник для вузов / В. В. Кузьмин [и др.]. Москва: Высшая школа, 2008. 279 с.
5. Ашихмин В. Н. Введение в математическое моделирование: учебное пособие. Москва: ЛОГОС, 2005. 440 с.
6. Советов Б. Я. Моделирование систем: учебник для вузов. Москва: Высшая школа, 2001. 343 с.



## Допоміжна

1. Дьяконов В. П. Новые информационные технологии: учебное пособие. Москва: СОЛОН-Пресс, 2005. 640 с.
2. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике: учебник для вузов. Н. 3. Баумана, 2001. 496 с.
3. Рогов В. А. Методика и практика технических экспериментов: учебное пособие. Москва: Академия, 2005. 288 с.
4. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ. Москва: Вильямс, 2007. 912 с.
5. Цирлин А. М. Оптимальное управление технологическими процессами. Москва: Энергопромиздат, 1986. 400 с.
6. Ногин В. Ю. Основы теории. Москва: Высшая школа, 1986. 384 с.

## 10. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Віртуальне навчальне середовище Moodle.
2. <http://moodle.lvet.edu.ua/moodle/course/view.php?id=410>
3. Сайт кафедри фізики і математики.  
<https://lvet.edu.ua/index.php/kafedra-fizyky-i-matematyky.html>
4. Курс лекцій «Математичне моделювання технологічних процесів».  
[http://tm.kntu.kr.ua/files/%D0%9C%D0%9C%D0%A2%D0%9F%20\(%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97\).pdf](http://tm.kntu.kr.ua/files/%D0%9C%D0%9C%D0%A2%D0%9F%20(%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97).pdf)
5. Навчальний посібник «Моделювання технологічних процесів харчових виробництв».  
<https://elib.hduht.edu.ua/bitstream/123456789/1690/1/%D0%BD.%D0%BF.%20%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf>