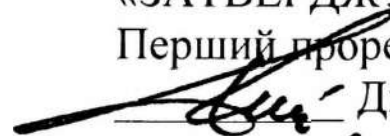


МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ  
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ, КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

 Дмитро БАБЕНКО

«09» 07 2024 р.

Гарант освітньої програми

 Михайло ГИЛЬ

«25» 06 2024 р.

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

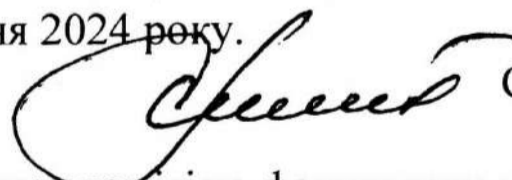
**«Математичне моделювання технічних і технологічних процесів»**

Галузь знань	16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»
Освітньо-професійна програма	«Біотехнології та біоінженерія», затвердженою Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 12.03.2024 р. (протокол №8), чинної згідно наказу по університету №33 - О від 19.03.2024р.
Освітній ступінь	«Магістр»
Семестр	1
Форма здобуття освіти	денна
Викладачі	Володимир КРАЙНІЙ, кандидат економічних наук email: <a href="mailto:kravol53@gmail.com">kravol53@gmail.com</a>

Розглянуто на засіданні кафедри економічної  
кібернетики і математичного моделювання.

Протокол № 12 від 13 червня 2024 року.

Завідувач кафедри



Світлана ТИЩЕНКО

Схвалено науково-методичною комісією факультету менеджменту.

Протокол № 11 від 20 червня 2024 року.

Голова науково-методичної комісії



Ганна ТАБАЦКОВА

Схвалено на засіданні вченої ради факультету ТВППТСБ

Протокол № 13 від 25 червня 2024 року

Голова вченої ради



Михайло ГИЛЬ

Миколаїв  
2024



<b>1.Призначення навчальної дисципліни</b>	Курс призначений для вивчення основ математичного моделювання, його моделей та методів, що найчастіше застосовуються в технологіях та виробництві. В основу покладено питання, вивчення яких необхідно для володіння основними поняттями, теоріями, моделями і принципами моделювання біологічних процесів та систем; знати класифікацію, методи роботи, властивості біофізичних систем, моделі розвитку популяцій, мікроорганізмів і їх спільнот, моделі продукційних процесів рослин.
<b>2.Мета навчальної дисципліни</b>	полягає у наданні фундаментальних знань для розуміння та вивчення методів моделювання біологічних процесів і систем різних ступенів організації для їх подальшого використання у наукових дослідженнях, та використання сучасних обчислювальних програм з метою знаходження основних параметрів та розв'язків побудованих моделей і їхньої візуалізації.
<b>3. Компетентності</b>	<p>ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми біотехнологій та біоінженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.</p> <p>К11. Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання.</p> <p>К13. Здатність розробляти та вдосконалювати комплексні біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біоінженерії та природничих наук.</p> <p>К15. Здатність застосовувати сучасні методи системного аналізу для дослідження та створення ефективних біотехнологічних процесів.</p> <p>К16. Здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу та оптимізації біотехнологічних процесів, управління виробництвом, мати навички практичного впровадження наукових розробок.</p> <p>К17. Здатність обґрунтовувати, реалізовувати та оптимізувати проектно-конструкторські рішення в галузі біотехнології.</p>

<b>4. Заплановані результати навчальної дисципліни</b>	ПР04. Вміти обирати та застосовувати найбільш придатні методи математичного моделювання та оптимізації при розробленні науково-технічних проектів.			
<b>5. Опис навчальної дисципліни</b>	Всього годин/кредитів навчальним планом, з них:	за	90 год./ 3,0 кред.	
	- лекції		16 год. / 0,53 кред.	
	- практичних заняття		16 год. / 0,53 кред.	
	- самостійна робота		58 год. / 1,94 кред.	
<b>Календарний план*</b>				
№ з/п	Найменування тем	Розподіл навчального часу, годин		
		лк	пз	сам. робота
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. СКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ ОБ'ЄКТІВ АНАЛІТИЧНИМИ МЕТОДАМИ</b>				
1.	Структурно-функціональні особливості математичного моделювання в біотехнологіях.	2	2	6
2.	Специфіка математичного моделювання біологічних систем і процесів.	2	2	8
3.	Математичне моделювання швидких і повільних змін в біологічних системах.	2	2	8
4.	Математичні моделі мультистаціонарних та тригерних біологічних систем.	2	2	8
	Разом за змістовим модулем 1	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>30</b>
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ</b>				
5.	Натурні та математичні моделі фотосинтезу.	2	2	6
6.	Математичне та натурне моделювання скоротливих процесів.	2	2	8
7.	Основні принципи моделювання ферментативного каталізу.	2	2	8
8.	Математичне моделювання в екології.	2	2	6
	Разом за змістовим модулем 2	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>28</b>
	<b>Усього годин</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>58</b>

Математичне моделювання  
технічних і технологічних процесів  
Крайній В.О.

**6. Порядок та критерії оцінювання**

Оцінювання здобувачів вищої освіти здійснюється відповідно до Положення про організацію освітнього процесу у Миколаївському національному аграрному університеті, Положення про порядок оцінювання здобувачів вищої освіти у Миколаївському національному аграрному університеті.

Поточний контроль знань здобувачів вищої освіти здійснюється у вигляді атестацій, які проводяться за результатами обов'язкових контрольних заходів, що передбачені навчальною програмою: виконання лабораторних робіт, тестування, проведення опитування, виконання індивідуальних розрахунково-графічних робіт, підготовка рефератів та презентацій по окремим темам, науково-дослідна робота. Оцінювання знань здобувачів вищої освіти здійснюється за рейтинговою системою балів.

Підсумковий контроль здобувачів вищої освіти здійснюється у вигляді екзамену, що складається в кінці семестру. Здобувачі вищої освіти, які своєчасно виконали всі завдання, передбачені навчальним планом дисципліни та набрали не менше 36 балів допускаються до здачі екзамену з відповідно набраною кількістю балів за семестр. Підсумковий контроль виконується згідно шкали оцінювання.

У випадку пропущених занять здобувачі вищої освіти повинні їх відпрацювати та виконати навчальний план з дисципліни. Для можливості отримання необхідної кількості балів розроблено індивідуальні розрахункові завдання по кожній з тем дисципліни та тести в системі дистанційного навчання MOODLE.

<b>Поточний і підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти</b>					
Форма контролю	Кількість заходів	Оцінка		Сума	
		min	max	min	max
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. СКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ ОБ'ЄКТІВ АНАЛІТИЧНИМИ МЕТОДАМИ</b>					
Виконання практичних робіт	12	2	3	24	36
Самостійна робота		2	5	2	5
Модульний тест № 1	1			2	5
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	<i>13</i>			<i>28</i>	<i>46</i>
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ</b>					
Виконання практичних робіт	11	2	3	22	33
Самостійна робота		2	5	2	5
Модульний тест № 2	1			4	8
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	<i>12</i>			<i>28</i>	<i>46</i>
Науково-дослідна робота				4	8
<b>Разом по дисципліні</b>				<b>60</b>	<b>100</b>
<b>Загальна шкала оцінювання ECTS за результатами курсу</b>					
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для заліку			
90 – 100	<b>A</b>	зараховано			
82-89	<b>B</b>				
75-81	<b>C</b>				
64-74	<b>D</b>				
60-63	<b>E</b>				
35-59	<b>FX</b>	не зараховано з можливістю повторного складання			
0-34	<b>F</b>	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни			
<b>7. Політика курсу</b>	<p>Політика курсу визначається системою вимог, які викладач пред'являє до здобувача вищої освіти при вивченні дисципліни та ґрунтується на засадах академічної доброчесності.</p> <p>Дотримуватися етики поведінки, яка прописана у Кодексі академічної доброчесності у Миколаївському національному аграрному</p>				

Математичне моделювання  
технічних і технологічних процесів  
Крайній В.О.

	<p>університеті. Пропущені заняття відпрацьовувати відповідно затвердженого графіку консультацій. Академічна недоброчесність є несумісними з принципами викладання курсу, з чим здобувачі вищої освіти ознайомлюються під час першого заняття.</p> <p>Основні принципи проведення занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- відкритість до нових та неординарних ідей, толерантність, доброзичлива партнерська атмосфера взаєморозуміння та творчого розвитку;</li> <li>- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;</li> <li>- різні моделі роботи на заняттях, у тому числі робота над вирішенням завдань дає можливість здобувачам вищої освіти якнайширше розкрити свій власний потенціал, навчитись довіряти своїм партнерам, розвинути навички інтелектуальної роботи в команді;</li> <li>- курс передбачає інтенсивне використання мобільних технологій навчання, що дає можливість здобувачам вищої освіти та викладачеві спілкуватись один з одним у будь-який зручний для них час, а для здобувачів вищої освіти, які відсутні на заняттях, отримати необхідну навчальну інформацію та представити виконані завдання;</li> <li>- протягом усього курсу активно розвиваються автономні навички здобувачів вищої освіти, які можуть підготувати додаткову інформацію за темою, що не увійшла до переліку тем практичних занять змістових модулів та виступити з презентацією чи інформуванням додатково.</li> </ul>
<p><b>8. Інформаційні джерела</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>БАЗОВА ЛІТЕРАТУРА</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математичне моделювання систем і процесів : навчальний посібник / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтяк. Київ : НАУ, 2017. 392 с.</li> <li>2. Богданова Н. В., Богданов О. В. Математичне моделювання систем і процесів : конспект лекцій. Київ : Вид-во КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 84 с.</li> <li>3. Яганов П. О. Моделювання технічних систем і технологічних процесів. Вибрані розділи. Регресійний аналіз : навчальний посібник. Київ : Вид-во КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 54 с.</li> <li>4. Петрик М. Р., Бойко І. В. Математичне моделювання в науково-технічних дослідженнях</li> </ol>

(методичні вказівки до виконання лабораторних робіт у середовищі Wolfram з використанням висопродуктивних обчислень). Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, 2019 108 с.

5. Різниченко Г. Ю. Лекції по математичним моделям в біології. Київ : НІЦ «Регулярна та хаотична динаміка», 2011. 146 с.
6. Горго Ю. П. Фізіологічна кібернетика та інформатика людини : курс лекцій. Київ : ВК «Поліграфсервіс», 2010. 99 с.
7. Томашевський В. М. Моделювання систем. Київ : Видавнича група ВНУ, 2005. 352 с.
8. Горго Ю. П. Основи біофізики, біоніки та психофізики людини в навколишньому середовищі : курс лекцій. Київ : ВК «Поліграфсервіс», 2010. 100 с.
9. Гриценко В. І., Котова А. Б., Вовк М. І., Кіфоренко С. І., Белов В. М.. Інформаційні технології в біології та медицині курс лекцій. Київ : Наукова думка, 2007. 383 с.

#### **ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Біофізика : підручник / П.Г. Костюк, В. Л. Зима, І. С. Магура та ін. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 527 с.
2. Попадюха А. А., Горго Ю. П. Інформаційні технології та біофізичні оцінки діяльності операторів в біотехнічних системах. Київ : ПВП «Задруга», 2008. 199 с.
3. Максимович В. А., Беспалова С. В. Математичне моделювання в медичній біофізиці. Донецьк, 2002. 202 с.
4. Казаков В. Н., Лях Ю. Е., Чуприна Е. И., Никитенко С. Н. Моделювання в біології і медицині. Донецьк : ООО "Лебедь", 1998. 103 с.
5. Фурсова П. В., Левич А. П. Математичне моделювання в екології суспільств. *Проблеми довкілля (обзорна інформація ВІНДТІ)*. 2002. № 9. 99 с.
6. Смолянінов В. В. Математичні моделі біологічних тканин. Харків : Вища школа, 1980. 368 с.



	<b>ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ</b>
	<p>1. Навчальне середовище МНАУ. URL: <a href="https://moodle.mnau.edu.ua">https://moodle.mnau.edu.ua</a></p> <p>2. Веб-ресурс навчальної дисципліни «Математичне моделювання технічних і технологічних процесів» URL: <a href="https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=4299">https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=4299</a></p>
<b>9. Інтеграція здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами</b>	<p>Для навчання осіб з особливими освітніми потребами застосовуються види та форми здобуття освіти, що враховують їхні потреби та індивідуальні можливості.</p> <p>Передбачено використання індивідуальної форми навчання для здобувачів за допомогою дистанційної системи Moodle МНАУ (<a href="https://moodle.mnau.edu.ua/">https://moodle.mnau.edu.ua/</a>)</p>
<b>10. Доступ до матеріалів навчання</b>	<p>Робоча програма дисципліни, її силабус та методичні рекомендації виконання лабораторних робіт знаходяться на офіційному сайті Миколаївського національного аграрного університету (<a href="https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=4299">https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=4299</a>)</p>

**Силабус навчальної дисципліни розробив:**

Старший викладач кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій

  
(підпис)

Володимир КРАЙНІЙ

Математичне моделювання  
технічних і технологічних процесів  
Крайній В.О.



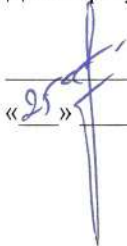
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ

КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ, КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

«ПОГОДЖЕНО»

Декан факультету ТВППТСБ



Михайло ГИЛЬ

«25» 06 2024 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор



Дмитро БАБЕНКО

«07» 07 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ЗНАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Математичне моделювання технічних і технологічних процесів**

для здобувачів другого освітньо-професійного рівня І курсу  
денної форми навчання  
на 2024-2025 навчальний рік

Освітній ступінь Магістр

Галузь знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Мова навчання Українська


Миколаїв  
2024

Програма відповідає меті та особливостям Освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти «Біотехнології та біоінженерія», затвердженою Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 12.03.2024 р. (протокол №8), чинної згідно наказу по університету №33-О від 19.03.2024р.

Розробник програми: старший викладач кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій Володимир КРАЙНІЙ, Миколаївський національний аграрний університет.


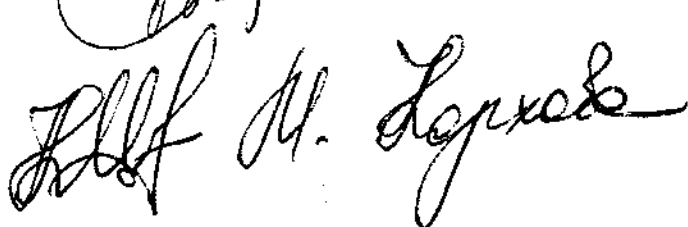
Програма розглянута на засіданні кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій МНАУ  
протокол №12 від 13 червня 2024 року.

Завідувач кафедри:

 канд. пед. наук, доцент Світлана ТИЩЕНКО

Схвалено науково-методичною комісією факультету менеджменту МНАУ протокол № 11 від 20 червня 2024 року.

Голова науково-методичної комісії,  
канд. екон. наук, старший викладач  
кафедри економіки підприємств

 Ганна ТАБАЦКОВА  


## 1. АНОТАЦІЯ

Робоча програма з дисципліни “Математичне моделювання технічних і технологічних процесів” розроблена для магістрів факультету ТВППТСБ Миколаївського національного аграрного університету спеціальності 162 – «Біотехнології та біоінженерія» денної форми навчання.

Протягом вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти знайомляться з важливими методами математичного моделювання і використання їх в сільському господарстві.

Мета дисципліни – розкриття значення математичних методів для управління господарством, виявлення наявних резервів виробництва.

Основна мета вивчення дисципліни – опанування теорії та набуття практичних навичок в застосуванні методики моделювання в практичній діяльності.

Практична ціль дисципліни – ознайомити магістрів з різноманітними математичними методами для підвищення ефективності технологічних процесів.

У результаті засвоєння даної дисципліни здобувач вищої освіти повинен: дістати уявлення та засвоїти основні категорії кібернетики, освоїти основні прийоми моделювання в сільському господарстві, навчитися ефективно планувати сільськогосподарське виробництво, оптимізувати технологічні процеси. Для моделювання на ПЕОМ кожному здобувачу вищої освіти необхідно проводити послідовну аналітичну роботу, визначати критерії оптимальності, вивчати системи показників і методики їх розрахунку; основні етапи і методи моделювання.

## SUMMARY

The work program of the discipline “Mathematical design of technical and technological processes” is developed for masters of the faculty of engineering and energetic at the Mykolayiv National Agrarian university for the specialty 162 “Bioengineering and biotechnology”.

The program contains the important methods of mathematical design and application of them in agriculture.

The purpose of discipline is opening of importance of mathematical methods for the management by the economy, exposure of reserve of production.

The purpose of discipline study is mastering theory and acquisition of practical skills in the use of method of design in practical activity.

The practical purpose of discipline - to acquaint masters with different mathematical methods for the increasing of efficiency of technological processes in agriculture.

As a result of mastering of this discipline a student must: to get presentation and master the basic categories of cybernetics, master the basic methods of design in agriculture, to plan agricultural production effectively, optimize technological processes. For the design every student must conduct successive analytical work, determine the criteria of optimum, learn the systems of indexes and methods of their calculation; basic stages and methods of design.

## 2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Математичне моделювання технічних і технологічних процесів

Галузь знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітній ступінь Магістр

Нормативна (або вибіркова)	нормативна
Семестр	I
Кількість кредитів ECTS	3
Кількість модулів	2
Кількість змістовних модулів	3,0
Загальна кількість годин	90

**Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:**

Лекції	16 год. / 0,53 кред.
Практичні заняття	16 год./ 0,53кред.
Самостійна робота	58 год. / 1,94 кред.

Форма підсумкова контрольного заходу – **залік**

У процесі вивчення дисципліни застосовуються інноваційні педагогічні технології, а саме цілеспрямований системний набір прийомів, засобів організації навчальної діяльності, що охоплює весь процес навчання від визначення мети до одержання результатів: комп'ютерні презентації, тестові програми, система дистанційного навчання Moodle, онлайн-сервіс відеозв'язку Jitsi Meet, вбудовані в

курс на платформі Moodle, платформи відеозв'язку Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, месенджери Telegram, Viber та інші.

### **Якісні зміни до робочої програми.**

Робоча програма щорічно оновлюється з урахуванням побажань та результатів опитування здобувачів вищої освіти, роботодавців та випускників ОПП «Біотехнології та біоінженерія».

**Форми неформальної освіти, що можуть бути використані під час вивчення даної дисципліни:** тренінги, майстер-класи, дистанційні курси, вебіари. Здобувач має право самостійно обирати напрям і вид неформальних освітніх заходів. Оцінка їхніх результатів відбувається за наявності документального підтвердження (сертифікат, свідоцтво, скріншот, програма, запрошення тощо). Перезарахування дисципліни або окремих тем відбувається за бажання здобувача на підставі нормативної внутрішньої документації та Положень Миколаївського національного аграрного університету.

**Форми інформальної освіти, що можуть бути використані під час вивчення даної дисципліни:** виконання проектів та індивідуальних творчих завдань, одноразові лекції, відеоуроки, медіа-консультації, спілкування у сім'ї, з іншими здобувачами вищої освіти, читання спеціалізованих журналів, телебачення, відео, незаплановані випадкові бесіди.

Інформальна освіта передбачає самоорганізоване здобуття особою певних [компетентностей](#), зокрема під час повсякденної діяльності, пов'язаної з професійною, громадською або іншою діяльністю, родиною чи дозвіллям.

**Можливості набуття програмних результатів в умовах інклюзивної освіти.** Набуття програмних результатів в умовах інклюзивної освіти здійснюється відповідно до Положення про організацію інклюзивного навчання осіб з особливими освітніми потребами у Миколаївському національному аграрному університеті СО 5.279.01-00.2020 із застосуванням особистісно-орієнтованих методів навчання та з урахуванням індивідуальних особливостей навчально-пізнавальної діяльності усіх здобувачів вищої освіти, рекомендацій індивідуальної програми реабілітації особи з інвалідністю (за наявності) та/або висновку про комплексну психолого-педагогічну оцінку розвитку здобувачів вищої освіти (за наявності), що надається інклюзивно-ресурсним центром.



В університеті вхід облаштовано пандусом. Є кнопка виклику чергового. Є відповідальні особи, які організують освітній процес (декан, заступники декана, куратор). Для навчання, професійної підготовки або перепідготовки осіб з особливими освітніми потребами застосовуються види та форми здобуття освіти, що враховують їхні потреби та індивідуальні можливості.

Можливість дистанційного (або очно-дистанційного) навчання з використанням наступних засобів:

система дистанційного навчання Moodle (<https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=4299>), лекційний матеріал, практичні завдання, напрями наукової та індивідуальної роботи, завдання для самостійної роботи;

– платформи онлайн-занять Zoom: для проведення індивідуальних практичних занять, консультацій тощо;

– інституційний репозиторій МНАУ – для використання інформаційних матеріалів (<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/>);

– аудіо- та відеоповідомлень з лекційним матеріалом, пояснень особливостей завдань та напрямів їх виконання тощо;

– спілкування через електронну пошту ([krajnij@mnau.edu.ua](mailto:krajnij@mnau.edu.ua)) та телефонний зв'язок;

– залучення до освітньо-наукових заходів в онлайн-режимі;

– можливість залучення до освітнього процесу куратора академічної групи та людини, яка знаходиться поряд із здобувачем вищої освіти з особливими освітніми потребами (батьки, сестра, брат та інших).

**Мова викладання.** Дисципліна викладається українською мовою. Водночас, з кожної теми виділено ключові слова, які здобувачі вищої освіти вивчають англійською мовою. Здобувачі мають можливість приймати участь у вебінарах та наукових заходах англійською мовою.

**Форми навчання.** Денна (дистанційна, змішана – за наказом по університету, наприклад у зв'язку з дотриманням карантинних заходів). Освітній процес реалізується у таких формах: навчальні заняття (лекції, практичні заняття, консультації), індивідуальні завдання, самостійна робота, контрольні заходи.

**Методи навчання:**

1. За джерелом інформації: словесні (лекція (традиційна, проблемна), семінари, пояснення, розповідь, бесіда), наочні

(спостереження, ілюстрація, використання відео масових онлайн курсів та стаді-кейсів), продуктивні (практичні заняття).

2. За логікою передачі і сприймання навчальної інформації: індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні, критичні.

3. За ступенем самостійності мислення: репродуктивні, пошукові, дослідницькі, проектні.

4. За ступенем керування навчальною діяльністю: під керівництвом викладача; самостійна робота здобувачів з науково-теоретичними джерелами; виконання індивідуальних навчальних та творчих завдань.

**Методи стимулювання та мотивації навчально-пізнавальної діяльності:** дискусія, полеміка, обмін думок, ситуаційні задачі, створення нестандартних ситуацій, ситуаційно-рольові ігри, використання досвіду з практики органів і установ.

У процесі навчання всі учасники освітнього процесу зобов'язані дотримуватися принципів **академічної доброчесності** – сукупності етичних принципів та визначених правил провадження освітньої та наукової діяльності, які є обов'язковими для всіх учасників такої діяльності та мають на меті забезпечувати довіру до результатів навчання та наукової діяльності, з урахуванням вимог Закону України «Про вищу освіту», «Про освіту», методичних рекомендацій Міністерства освіти і науки України для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності, Кодексу академічної доброчесності у Миколаївському національному аграрному університеті та інших документів.

Усі академічні тексти (освітні та наукові) здобувачів вищої освіти обов'язково перевіряються щодо їх відповідності принципам академічної доброчесності, у т. ч. за допомогою програми Unichesk.

**Дотримання вимог академічної доброчесності під час створення академічних текстів**

Автором (співавтором) освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору є особа, яка зробила особистий інтелектуальний внесок до проведення дослідження, безпосередньо брала участь у його створенні та несе відповідальність за його зміст.

Під час оприлюднення освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору мають бути зазначені всі його автори. Не допускається зазначати як автора освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору особу, яка не відповідає критеріям, визначеним

абзацом першим цієї частини. Якщо у проведенні дослідження або створенні освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору брали участь інші особи, що не вказані як його автори, це має бути зазначено у творі із визначенням внеску кожної такої особи.

Освітній (освітньо-науковий, науковий) твір має містити достовірні відомості про використані методи, джерела даних, результати дослідження та отримані наукові (науково-технічні) результати.

Якщо під час проведення дослідження та/або створення освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору були використані розробки, наукові (науково-технічні) результати, що належать іншим особам, це має бути зазначено в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі з посиланням на джерело їх оприлюднення.

Використання загальновідомих фактів чи ідей не потребує окремого зазначення.

Всі текстові запозичення, що використовуються в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі (окрім стандартних текстових кліше), мають бути позначені з посиланням на джерело запозичення.

Текстові запозичення мають бути позначені у спосіб, який дозволяє чітко відокремити їх від власного тексту автора (авторів).

У разі використання автором (авторами) власних, розробок, наукових (науково-технічних) результатів, які були оприлюднені раніше, він (вони) мають зазначити це в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі.

### **Дотримання вимог академічної доброчесності для здобувачів освіти**

Здобувачі освіти зобов'язані виконувати вступні, навчальні, контрольні, кваліфікаційні, конкурсні та інші види завдань самостійно. Самостійність у виконанні завдання означає, що воно має бути виконане:

1) для індивідуальних завдань – особисто здобувачем, а для групових завдань – лише визначеною групою здобувачів, без втручання інших осіб, під керівництвом та контролем викладачів, що визначені як керівники, та затверджені відповідно до нормативної документації закладу вищої освіти з урахуванням індивідуальних потреб і можливостей осіб з особливими освітніми потребами;

2) якщо умови або характер завдання передбачають обмеження у можливих джерелах інформації – без використання недозволених джерел інформації.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані поважати гідність, права, свободи та законні інтереси всіх учасників освітнього процесу, дотримуватися етичних норм.

### **Дотримання вимог академічної доброчесності під час оцінювання**

Оцінювання у сфері вищої освіти і науки відповідає вимогам об'єктивності, валідності та справедливості. Оцінювання є об'єктивним, якщо воно ґрунтується на заздалегідь визначених критеріях. Оцінювання є валідним, якщо воно здійснюється відповідно до критеріїв, що визначаються законодавством України та суб'єктом внутрішнього забезпечення якості освіти. Оцінювання є справедливим, якщо воно проводиться за відсутності конфлікту інтересів, дискримінації та неправомірного впливу на оцінювача.

### 3. МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета:** полягає у наданні фундаментальних знань для розуміння та вивчення методів моделювання біологічних процесів і систем різних ступенів організації для їх подальшого використання у наукових дослідженнях, та використання сучасних обчислювальних програм з метою знаходження основних параметрів та розв'язків побудованих моделей і їхньої візуалізації.

**Об'єктом** вивчення дисципліни є прийоми математичного моделювання та обробка результатів обчислювального експерименту.

**Предметом** навчальної дисципліни вивчення та застосування різних видів моделювання біологічних систем та процесів.

**Завдання:** навчити здобувачів вищої освіти прийомам і методам математичного моделювання, застосуванню отриманих знань при аналізі результатів обчислювальних експериментів, прищепити вміння використовувати математичне моделювання до розв'язання конкретних технічних і технологічних задач сільськогосподарського виробництва.

#### **Компетентності.**

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми біотехнологій та біоінженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

К11. Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання.

К13. Здатність розробляти та вдосконалювати комплексні біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біоінженерії та природничих наук.

К15. Здатність застосовувати сучасні методи системного аналізу для дослідження та створення ефективних біотехнологічних процесів.

К16. Здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу та оптимізації біотехнологічних процесів, управління виробництвом, мати навички практичного впровадження наукових розробок.

К17. Здатність обґрунтовувати, реалізовувати та оптимізувати проектно-конструкторські рішення в галузі біотехнології.

**Програмні результати навчання.**

ПР04. Вміти обирати та застосовувати найбільш придатні методи математичного моделювання та оптимізації при розробленні науково-технічних проектів.

#### **4. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Вивчення курсу “**Математичне моделювання технічних і технологічних процесів**” опирається на знання ряду дисциплін: вища математика, прикладна математика, інформатика та комп’ютерна техніка, елементи систем автоматички.



## 5. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ У СТРУКТУРІ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН



## 6. СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Найменування тем	Розподіл навчального часу, годин		
		лж	пз	сам. робота
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. СКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ОПISУ ОБ'ЄКТІВ АНАЛІТИЧНИМИ МЕТОДАМИ</b>				
1.	Структурно-функціональні особливості математичного моделювання в біотехнологіях.	2	2	6
2.	Специфіка математичного моделювання біологічних систем і процесів.	2	2	8
3.	Математичне моделювання швидких і повільних змін в біологічних системах.	2	2	8
4.	Математичні моделі мультистаціонарних та тригерних біологічних систем.	2	2	8
	Разом за змістовим модулем 1	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>30</b>
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ</b>				
5.	Натурні та математичні моделі фотосинтезу.	2	2	6
6.	Математичне та натурне моделювання скоротливих процесів.	2	2	8
7.	Основні принципи моделювання ферментативного каталізу.	2	2	8
8.	Математичне моделювання в екології.	2	2	6
	Разом за змістовим модулем 2	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>28</b>
	<b>Усього годин</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>58</b>

## 7. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 7.1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ГОДИН І КРЕДИТІВ

Види занять	Загальна кількість годин/кредитів	Аудиторна кількість годин
Лекції	16/0,53	16
Практичні	16/0,53	16
Самостійна робота	58/1,94	-
Разом по курсу	90/3	32

### 7.2. СКЛАД, ОБСЯГ І ТЕРМІНИ ВИКОНАННЯ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ

Назва змістових модулів	Лекції		Практичні заняття		Самостійна робота		Всього	
	годин	кредитів	годин	кредитів	годин	кредитів	годин	кредитів
Змістовий модуль 1. «СКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ ОБ'ЄКТІВ АНАЛІТИЧНИМИ МЕТОДАМИ»	8	0,27	8	0,28	30	1,0	44	1,47
Змістовий модуль 2. «МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ»	8	0,28	8	0,27	28	0,94	46	1,53
<b>Всього за семестр</b>	<b>16</b>	<b>0,53</b>	<b>16</b>	<b>0,53</b>	<b>58</b>	<b>1,94</b>	<b>90</b>	<b>3,0</b>

## 7.3. ПЕРЕЛІК ТА КОРОТКИЙ ЗМІСТ ЛЕКЦІЙ

### ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «СКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ ОБ'ЄКТІВ АНАЛІТИЧНИМИ МЕТОДАМИ»

**Тема 1. Структурно-функціональні особливості математичного моделювання в біотехнологіях.** Структура системи. Середовище. Теоретико-множинний рівень абстрактного опису системи. Топологічні абстрактні моделі. Теорія подібності, математична, геометрична та фізична подібності. Ізоморфність (подібність) двох систем. Простір станів системи. Аналогія, абстракція та спрощення. Основні типи моделей. Математичні моделі та математичне моделювання. Формальні методи побудови моделей. Принципи побудови математичних моделей в біотехнологіях та біоінженерії

Ключові слова: оптимізація, модель, моделювання, технологічний процес, метод, принцип.

Key words: optimization, model, modeling, technological process, method, principle.

**Тема 2. Специфіка математичного моделювання біологічних систем і процесів.** Історія перших моделей в біології. Сучасна класифікація моделей біологічних процесів. Регресивні, імітаційні, якісні моделі. Принципи імітаційного моделювання та приклади моделей. Приклади математичних моделей у біології. Ряд Фібоначі. Швидкість поглинання кисню листям. Моделі продукційного процесу рослин. Особливості молекулярної динаміки та біологічної кінетики. Моделі водних екосистем. Моделі глобальної динаміки. Специфіка моделей живих систем.

Ключові слова: система, вхідна величина, властивість, ознака, класифікація.

Key words: system, input value, property, attribute, classification.

**Тема 3. Математичне моделювання швидких і повільних змін в біологічних системах.** Принцип простоти та його біологічне значення. Проблема швидких і повільних змінних. Теорема Тихонова. Метод квазістаціонарних концентрацій. Формулювання принципу простоти. Фермент - субстратна реакція Міхаеліса-Ментен як приклад принципу простоти. Проблема автокаталізу. Часова ієрархія: «середні», «швидкі» та «повільні» змінні

Біфуркаційні режими при моделюванні біологічних та біотехнологічних задач. Катастрофи.

Ключові слова: принцип простоти, біфуркації, автокаталіз, катастрофа.

Key words: 1 principle of simplicity, bifurcation, autocatalysis, catastrophe.

**Тема 4. Математичні моделі мультистаціонарних та тригерних біологічних систем.** Тригер. Способи переключення тригера. Приклади систем з двома стійкими стаціонарними станами. Силове і параметричне перемикавання тригера. Модель конкуренції. Диференціація та морфогенез. Розподілені тригери і морфогенез. Модель генетичного тригера з дифузією. Генетичний тригер Жакоба і Моно. Еволюція. Відбір одного з двох і декількох видів.

Ключові слова: тригер, морфогенез, дифузія, еволюція.

Key words: trigger, morphogenesis, diffusion, evolution.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ»**

**Тема 5. Натурні та математичні моделі фотосинтезу.** Фізико-хімічна сутність процесу фотосинтезу. Моделі світлової та темної реакції фотосинтезу. Загальна формула фотосинтезу. Природа та моделі основних реакцій фотосинтезу. Моделі хромопластів. Принципова схема та фізичний зміст різних стадій фотосинтезу. Модель структурної організації пігмент-білкових комплексів антен фотосинтезу. Математична модель коливань в темних процесах фотосинтезу.

Ключові слова: фотосинтез, моделі хромопластів, пігмент-білковий комплекс.

Key words: photosynthesis, chromoplast models, pigment-protein complex.

**Тема 6. Математичне та натурне моделювання скоротливих процесів.** Будова скелетних м'язів. Актин-міозинова система. Моделі механізмів скорочення попереково-посмугованих м'язів. Моделі скорочення гладеньких м'язів. Білки саркомеру, тонка та товста протофібрили. Моделі молекулярних механізмів м'язового

скорочення. Регуляція взаємодії в акто-міозиновій системі. Енергетика та біомеханіка м'язового скорочення.

Ключові слова: актин-міозинова система, білки саркомеру, протофібрили.

Key words: actin-myosin system, sarcomere proteins, protofibrils.

**Тема 7. Основні принципи моделювання ферментативного каталізу.** Моделювання режимів культивування. Дослідження одиночного культиватору повного змішування та проточного культиватору із центрифугою. Керування продуктивністю за наявності обмежень на концентрацію біомаси та субстрату. Керування перехідними процесами. Кінетичні моделі росту культур мікроорганізмів, росту біомаси та вплив параметрів на ріст. Моделювання проточних та непроточних культур мікроорганізмів.

Ключові слова: моделювання ферментативного каталізу, керування перехідними процесами, кінетичні моделі росту.

Key words: modeling of enzymatic catalysis, control of transient processes, kinetic models of growth.

**Тема 8. Математичне моделювання в екології.** Математичне моделювання в екології співтовариств. Класифікація математичних моделей біологічних продукційних процесів. Нейронні мережі. "Організмні" моделі. Концепція лімітуючих факторів. Застосування різних способів формалізації закону мінімуму Лібіха в моделях з диференційними рівняннями.

Ключові слова: нейронні мережі, Концепція лімітуючих факторів, формалізації закону мінімуму Лібіха.

Key words: neural networks, the concept of limiting factors, formalization of Liebig's minimum law.



## 7.4. ПЕРЕЛІК ТА ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

### ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «СКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ ОБ'ЄКТІВ АНАЛІТИЧНИМИ МЕТОДАМИ»

*Практична робота №1.* Основні поняття математичного моделювання. 2 год.

*Практична робота №2.* Моделювання біологічних процесів. 2 год.

*Практична робота №3.* Моделювання динаміки біологічних систем. 2 год.

*Практична робота №4.* Конку rentне виключення особин. 2 год.

### ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ»

*Практична робота №5.* Приклади моделей, заданих системами диференціальних рівнянь 2 год.

*Практична робота №6.* Лінійні рівняння математичної фізики в частинних похідних 2 год.

*Практична робота №7.* Моделювання та прогнозування розвитку процесу в часі 2 год.

*Практична робота №8.* Дослідження технічної системи за допомогою повного факторного експерименту 2 год.

## 7.5. ТЕМИ, ФОРМА КОНТРОЛЮ ТА ПЕРЕВІРКИ ЗАВДАНЬ, ЯКІ ВИНЕСЕНІ НА САМОСТІЙНЕ ОBOB'ЯЗКОВЕ ОПРАЦЮВАННЯ

Самостійна робота включає:

Вивчення теоретичного курсу за конспектами, підручниками, іншою літературою, рекомендованою викладачем.

Виконання індивідуальних практичних занять. Аналіз окремих даних. Формування висновків та пропозицій.

### Теми самостійної роботи здобувачів вищої освіти

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	сучасне уявлення про модель, особливості біотехнологічних моделей, вчені-дослідники біологічного моделювання (Пірсон, Госсет, Фішер, Шеннон, Симпсон)	6
2	теоретичні основи моделювання в біотехнології, практичні аспекти моделювання в біології, біометрія: поняття та основні напрямки, поняття системи та системності	8
3	поняття інформації та інформатики, теоретичні основи біоінформатики, біоінформатика в сучасній біотехнології, біоінформатика генома, нейроінформатика	8
4	теоретичні основи моделювання варіаційних параметрів, основні формули варіаційних розрахунків, комп'ютерне моделювання варіаційних параметрів за допомогою програми «Електронні таблиці», критерій Стьюдента	8
5	теоретичні основи моделювання кореляційних залежностей, основні формули кореляційних розрахунків, комп'ютерне моделювання кореляційних залежностей за допомогою програми «Електронні таблиці», критерій Фішера	6
6	теоретичні основи моделювання регресійних залежностей, основні формули розрахунків лінійної регресійної залежності, комп'ютерне моделювання регресійних залежностей за	8

	допомогою програми «Електронні таблиці», рівень значущості статистичних розрахунків	
7	історичні передумови розробки моделі, біотехнологічна складова моделі, математична складова моделі, розробка комп'ютерної моделі, практичне використання моделі	8
8	історичні передумови розробки моделі, біоінженерна складова моделі, математична складова моделі, розробка комп'ютерної моделі, практичне використання моделі	6
	<b>Всього</b>	<b>58</b>

Необхідним елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни є самостійна робота здобувачів вищої освіти з вітчизняною та закордонною спеціальною літературою. Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

*Основні види самостійної роботи:*

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Робота з вивчення рекомендованої літератури.
3. Вивчення основних термінів та понять.
4. Підготовка до практичних занять та виконання індивідуальних завдань
5. Використання матеріалів, які знаходяться в оболонці Moodle – дистанційне навчання та проходження комп'ютерного тестування.
6. Контрольна перевірка кожним здобувачем особистих знань за запитаннями для самостійного поглибленого вивчення та самоконтролю.
7. Підготовка до заліку.

Самостійна робота оформляється у вигляді звіту. Форма контролю – тестування, захист індивідуальних завдань, рефератів та презентацій. При оцінюванні результатів самостійної роботи здобувачів вищої освіти враховується особистий внесок здобувача та коректність висновків. В методичних рекомендаціях для занять виділяються теми, які здобувачі вищої освіти повинні виконати самостійно, і наводяться варіанти завдань для самостійної роботи.

## 7.6. Питання для поточного та підсумкового контролю знань

1. Структура системи. Середовище.
2. Теоретико-множинний рівень абстрактного опису системи.
3. Топологічні абстрактні моделі.
4. Теорія подібності, математична, геометрична та фізична подібності.
5. Ізоморфність (подібність) двох систем.
6. Простір станів системи.
7. Аналогія, абстракція та спрощення.
8. Основні типи моделей. Математичні моделі та математичне моделювання.
9. Формальні методи побудови моделей.
10. Принципи побудови математичних моделей в біотехнологіях та біоінженерії
11. Історія перших моделей в біології. Сучасна класифікація моделей біологічних процесів.
12. Регресивні, імітаційні, якісні моделі. Принципи імітаційного моделювання та приклади моделей.
13. Приклади математичних моделей у біології.
14. Ряд Фібоначі. Швидкість поглинання кисню листям. Моделі продукційного процесу рослин.
15. Особливості молекулярної динаміки та біологічної кінетики.
16. Моделі водних екосистем.
17. Моделі глобальної динаміки.
18. Специфіка моделей живих систем.
19. Принцип простоти та його біологічне значення. Проблема швидких і повільних змінних.
20. Теорема Тихонова. Метод квазістаціонарних концентрацій. Формулювання принципу простоти.
21. Фермент - субстратна реакція Міхаеліса-Ментен як приклад принципу простоти.
22. Проблема автокаталізу. Часова ієрархія: «середні», «швидкі» та «повільні» змінні.
23. Біфуркаційні режими при моделюванні біологічних та біотехнологічних задач. Катастрофи.
24. Тригер. Способи переключення тригера. Приклади систем з двома стійкими стаціонарними станами.
25. Силowe і параметричне перемикання тригера. Модель конкуренції.

26. Диференціація та морфогенез. Розподілені тригери і морфогенез. Модель генетичного тригера з дифузією.
27. Генетичний тригер Жакоба і Моно.
28. Еволюція. Відбір одного з двох і декількох видів.
29. Фізико-хімічна сутність процесу фотосинтезу.
30. Моделі світлової та темної реакції фотосинтезу.
31. Загальна формула фотосинтезу. Природа та моделі основних реакцій фотосинтезу. Моделі хромoplastів.
32. Принципова схема та фізичний зміст різних стадій фотосинтезу.
33. Модель структурної організації пігмент-білкових комплексів антен фотосинтезу.
34. Математична модель коливань в темних процесах фотосинтезу.
35. Будова скелетних м'язів. Актин-міозинова система.
36. Моделі механізмів скорочення попереково-посмугованих м'язів.
37. Моделі скорочення гладеньких м'язів. Білки саркомеру, тонка та товста протофібрили.
38. Моделі молекулярних механізмів м'язового скорочення.
39. Регуляція взаємодії в акто-міозиновій системі.
40. Енергетика та біомеханіка м'язового скорочення.
41. Моделювання режимів культивування.
42. Дослідження одиночного культиватору повного змішування та проточного культиватору із центрифугою.
43. Керування продуктивністю за наявності обмежень на концентрацію біомаси та субстрату.
44. Керування перехідними процесами. Кінетичні моделі росту культур мікроорганізмів, росту біомаси та вплив параметрів на ріст.
45. Моделювання проточних та непроточних культур мікроорганізмів.
46. Математичне моделювання в екології співтовариств.
47. Класифікація математичних моделей біологічних продукційних процесів.
48. Нейронні мережі. "Організменні" моделі.
49. Концепція лімітуючих факторів.
50. Застосування різних способів формалізації закону мінімуму Лібіха в моделях з диференційними рівняннями.

## **8. Форма підсумкового контролю, критерії оцінювання результатів навчання та рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни**

Проміжний контроль знань здобувачів вищої освіти здійснюється у вигляді атестацій, що передбачаються графіком навчального процесу.

Вкінці семестру здобувачі вищої освіти складають залік з курсу. З цією метою необхідно вивчити теоретичний матеріал і виконати згідно вимог передбачені види робіт. У випадку невиконання навчальної програми здобувач до заліку не допускається. Для можливості отримання необхідної кількості балів для здобувачів вищої освіти розроблено індивідуальні завдання по кожній з тем дисципліни.

Здобувачі, що своєчасно виконали та захистили усі види завдань та отримали позитивні оцінки і набрали не менше 36 балів допускаються до складання екзамену, ті, що отримали 90 семестрових балів і більше, отримують екзамен автоматично.

### **Рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни**

№	Вид заняття	Бали	
		<i>min</i>	<i>max</i>
1.	<i>Практична робота №1. Основні поняття математичного моделювання.</i>	6	10
2.	<i>Практична робота №2. Моделювання біологічних процесів.</i>	6	10
3.	<i>Практична робота №3. Моделювання динаміки біологічних систем.</i>	6	10
4.	<i>Практична робота №4. Конкурентне виключення особин.</i>	6	10
5.	<i>Тест №1</i>	3	5
6.	<i>Практична робота №5. Приклади моделей, заданих системами диференціальних рівнянь</i>	6	10

7.	<i>Практична робота №6. Лінійні рівняння математичної фізики в частинних похідних</i>	6	10
8.	<i>Практична робота №7. Моделювання та прогнозування розвитку процесу в часі</i>	6	10
9.	<i>Практична робота №8 Дослідження технічної системи за допомогою повного факторного експерименту</i>	6	10
10.	<i>Тест №2</i>	3	5
11.	Науково-дослідна робота	6	10
12.	<i>За семестр</i>	<b>60</b>	<b>100</b>

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для заліку
90 – 100	<b>A</b>	зараховано
82-89	<b>B</b>	
75-81	<b>C</b>	
64-74	<b>D</b>	
60-63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## **9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна**

*Лекційна аудиторія кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання № 103*

*Навчальний корпус № 5, вул. Георгія Гонгадзе, 3а, 74,5 м<sup>2</sup>*

*Спеціальне технічне обладнання:*

Телевізор Xiaomi Mi TV 4S 50" – 1 шт.

*Інформаційне забезпечення:*

Бюлетені, програмні документи, брошури, дидактичні матеріали, довідникова та нормативна література

*Устаткування:*

Трибуна – 1 шт.

Учнівські столи та лавки – на 30 робочих місць

Стіл викладача – 1 шт.

Стілець викладача – 1 шт. Дошка для крейди темно-зеленого кольору – 1 шт.

*Лабораторія кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання № 209*

*Навчальний корпус № 5, вул. Георгія Гонгадзе, 3а, 61,2 м<sup>2</sup>*

*Спеціальне технічне обладнання:*

Телевізор SAMSUNG UE50NU7002U 50" – 1 шт.

Комп'ютери на базі процесора AMD Sempron/NF 6150/4Gb/17 – 12 шт.

Комп'ютер на базі процесора Intel Dual-Core J1800/8GB DDR3/120GB SSD – 1 шт.

*Прикладне програмне забезпечення:*

Корпоративне ліцензування «Volume Licensing», Parent program: OPEN 93947897ZZE1608, Software Assurance (SA) №63986644, 63986649, 63986652:

Office Pro Plus 2007 with SP3 – 13 шт.

Windows 10 Pro – 7 шт.

Windows 7 Pro – 6 шт.

Mozilla Firefox – 13 шт.

Доступ до мережі Internet

*Інформаційне забезпечення:*

Бюлетені, програмні документи, брошури, дидактичні матеріали, довідникова та нормативна література

*Устаткування:*



Секційна шафа – 1 шт.  
Учнівські столи та лавки – на 24 робочих місця  
Комп'ютерні столи – 12 шт.  
Стілець – 12 шт.  
Стіл викладача – 1 шт.  
Стілець викладача – 1 шт. Дошка для крейди темно-зеленого кольору  
– 1 шт.

## **10. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЗАКОНОДАВЧО-НОРМАТИВНИХ АКТІВ**

### **10.1. БАЗОВА ЛІТЕРАТУРА**

1. Математичне моделювання систем і процесів : навчальний посібник / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтяк. Київ : НАУ, 2017. 392 с.
2. Богданова Н. В., Богданов О. В. Математичне моделювання систем і процесів : конспект лекцій. Київ : Вид-во КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 84 с.
3. Яганов П. О. Моделювання технічних систем і технологічних процесів. Вибрані розділи. Регресійний аналіз : навчальний посібник. Київ : Вид-во КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 54 с.
4. Петрик М. Р., Бойко І. В. Математичне моделювання в науково-технічних дослідженнях (методичні вказівки до виконання лабораторних робіт у середовищі Wolfram з використанням висопродуктивних обчислень). Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, 2019. 108 с.
5. Різниченко Г. Ю. Лекції по математичним моделям в біології. Київ : НІЦ «Регулярна та хаотична динаміка», 2011. 146 с.
6. Горго Ю. П. Фізіологічна кібернетика та інформатика людини : курс лекцій. Київ : ВК «Поліграфсервіс», 2010. 99 с.
7. Томашевський В. М. Моделювання систем. Київ : Видавнича група ВНУ, 2005. 352 с.
8. Горго Ю. П. Основи біофізики, біоніки та психофізики людини в навколишньому середовищі : курс лекцій. Київ : ВК «Поліграфсервіс», 2010. 100 с.
9. Гриценко В. І., Котова А. Б., Вовк М. І., Кіфоренко С. І., Белов В. М.. Інформаційні технології в біології та медицині курс лекцій. Київ : Наукова думка, 2007. 383 с.

## **10.2. ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Біофізика : підручник / П.Г. Костюк, В.Л. Зима, І.С. Магура та ін. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 527 с.
2. Попадюха А.А., Горго Ю.П. Інформаційні технології та біофізичні оцінки діяльності операторів в біотехнічних системах. Київ : ПВП «Задруга», 2008. 199 с.
3. Максимович В.А., Беспалова С.В. Математичне моделювання в медичній біофізиці. Донецьк, 2002. 202 с.

## **10.3. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Навчальне середовище МНАУ. URL: <https://moodle.mnau.edu.ua>
2. Веб-ресурс навчальної дисципліни «Математичне моделювання технічних і технологічних процесів» URL: <https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=4299>

**Додаток**  
до робочої програми 2024-2025 н.р. навчальної дисципліни  
«Математичне моделювання технічних і технологічних процесів»

Перелік, внесених змін на 2024-2025 н.р

№ п/п	Зміст змін	Підстави	Примітки
1	Скориговано та оновлено рекомендовану літературу	Відповідно до вимог сучасних можливостей доступу до нових джерел інформації.	Відповідно до ОПП 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Розробник програми:

Старший викладач кафедри економічної  
кібернетики, комп'ютерних наук  
та інформаційних технологій



Володимир КРАЙНИЙ

Завідувач кафедри:

канд. пед. наук, доцент



Світлана ТИЩЕНКО