

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра вищої математики та інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан біологічного факультету

Юрій ГАМУЛЯ
“28” серпня 2024 р.



Програма навчальної дисципліни
МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В БІОЛОГІЇ

рівень вищої освіти	бакалавр
галузь знань	16 «Хімічна та біоінженерія»
спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»
освітня програма	«Біотехнології та біоінженерія»
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>
факультет	Біологічний

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету математики і інформатики

“27” серпня 2024 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Ірина ЖОВТОНІЖКО, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри вищої математики та інформатики

Програму схвалено на засіданні кафедри вищої математики та інформатики

Протокол № 1 від “27” серпня 2024 року

Завідувач
кафедри вищої математики та інформатики



(Віктор ЛИСИЦЯ)

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Біотехнології та біоінженерія» першого (бакалаврського) рівня

Гарант освітньої програми



(Анатолій ГОЛТВЯНСЬКИЙ)

Програму погоджено науково-методичною комісією біологічного факультету
Протокол № 11 від “25” червня 2024 року

Голова науково-методичної комісії



(Ольга ТАГЛІНА)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Математичні методи в біології» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки бакалавр; спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»; освітньо-професійна програма «Біотехнології».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Математичні методи в біології» є математичні методи і алгоритми застосування, а також програмно-технічні засоби та інформаційні технології, які дозволяють застосування цих методів і алгоритмів для вирішення актуальних завдань сучасної біотехнології та біоінженерії.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни «Математичні методи в біології» є формування теоретичних знань та практичних умінь з використання основних математичних методів, зокрема методів систематизації, аналізу та порівняння біологічних даних залежно від їх типу, розмірності та задачі дослідження, що дозволяють вирішувати типові завдання діяльності відповідно до кваліфікаційної характеристики спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія».

1.2. Основними **завданнями** навчальної дисципліни «Математичні методи в біології» є формування у здобувача вищої освіти системи знань і навичок з теорії і практики: викладання загальних закономірностей планування біологічних експериментів; набуття компетентностей щодо використання математичних знань та аргументів вибору математичних методів і необхідного програмного забезпечення для вирішення актуальних практичних завдань біотехнології та біоінженерії.

1.3. Кількість кредитів – 3.

1.4. Загальна кількість годин – 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
2-й	2-й
Лекції	
16 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	8 год.
Лабораторні заняття	
-	-
Самостійна робота, у тому числі	
42 год.	78 год.
Індивідуальні завдання	
-	-

1.6. Заплановані результати навчання:

- вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. Використовувати знання фізики для аналізу біотехнологічних процесів (ПРН1*);

- вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва 9 біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва) (ПРН13*);

- вміти складати матеріальний баланс на один цикл виробничого процесу, специфікацію обладнання та карту постнадійного контролю з наведенням контрольних точок виробництва (ПРН17*).

(* Програмні результати навчання з ОПП)

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Наближені значення функцій. Чисельне інтегрування

Тема 1. Введення до курсу математичні методи в біології. Наближені обчислення та похибки.

Точність вимірювання та показник точності. Шкали вимірювань. Наближені обчислення та похибки. Невизначеність результату вимірювання. Елементи теорії похибок. Абсолютна та відносна похибки. Пряма та обернена задачі теорії похибок.

Тема 2. Наближені значення функцій.

Формули Тейлора та Маклорена для наближених обчислень. Остаточний член та його оцінка. Розклад за формулою Маклорена елементарних функцій. Застосування формул Тейлора та Маклорена для наближених обчислень значення функції. Приклади.

Тема 3. Метод найменших квадратів.

Поняття апроксимації. Вибір емпіричної формули та його критерії.

Поняття методу найменших квадратів.

Обробка даних та апроксимація за методом найменших квадратів (лінійна залежність). Обробка даних та апроксимація за методом найменших квадратів (параболічна, експоненціальна, логарифмічна та гіперболічна залежність). Приклади.

Тема 4. Наближене обчислення визначених інтегралів.

Задачі чисельного інтегрування. Квадратурна формула прямокутників, квадратурна формула трапецій, квадратурна формула Сімпсона, квадратурна формула Гауса. Порівняльний аналіз. Приклади.

Тема 5. Чисельне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь 1-го порядку.

Класифікація методів розв'язку звичайних диференціальних рівнянь 1-го порядку. Чисельне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь 1-го порядку. Метод Ейлера. Метод Рунге-Кутта. Приклади.

Розділ 2. Теорія ймовірностей.

Тема 6. Основи теорії ймовірностей. Алгебра подій. Основні теореми.

Випадкові події та випробування. Класичне та статистичне визначення ймовірності. Геометричні ймовірності. Сумісні та несумісні події.

Теорема додавання ймовірностей. Повна група подій, протилежні події. Незалежні та залежні події. Умовна ймовірність. Теорема добутку ймовірностей для незалежних та залежних подій. Формула повної ймовірності, повторення випробувань, формула Бернуллі.

Тема 7. Поняття випадкової величини: дискретна, неперервна. Числові характеристики.

Дискретні та неперервні випадкові величини. Закон розподілу ймовірностей дискретної випадкової величини. Дії над випадковими величинами.

Визначення та властивості інтегральної та диференціальної функцій розподілу. Ймовірність попадання неперервної випадкової величини до заданого проміжку. Числові характеристики випадкової величини: математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення.

Тема 8. Закони розподілу випадкових величин.

Закони розподілу дискретних випадкових величин: біноміальний розподіл; розподіл Пуассона. Поняття потоку подій. Основні параметри законів розподілу дискретної випадкової величини.

Закони розподілу неперервних випадкових величин: рівномірний розподіл; показниковий (експоненційний) розподіл; нормальний розподіл. Основні параметри розподілу неперервної випадкової величини.

Нормальна крива, вплив параметрів нормального розподілу на форму нормальної кривої. Локальна функція Лапласа, інтегральна функція Лапласа. Ймовірність потрапляння нормальної випадкової величини до заданого інтервалу. Правило трьох сигм, ймовірність відхилення нормальної випадкової величини від її математичного сподівання. Оцінка відхилення теоретичного розподілу від нормального розподілу.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	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
Розділ 1. Наближені значення функцій. Чисельне інтегрування												
Тема 1. Введення до курсу математичні методи в біології. Наближені обчислення та похибки.	10	2	4			4	8,75	0,25	0,5			8
Тема 2. Наближені значення функцій.	10	2	4			4	8,75	0,25	0,5			8
Тема 3. Метод найменших квадратів.	10	2	4			4	9,5	0,5	1			8
Тема 4. Наближене обчислення визначених інтегралів.	10	2	4			4	9,5	0,5	1			8
Тема 5. Чисельне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь 1-го порядку. Контрольна робота.	10	2	4			4	9,5	0,5	1			8
Разом за розділом 1	50	10	20			20	46	2	4			40
Розділ 2. Теорія ймовірностей												
Тема 6. Основи теорії ймовірностей. Алгебра подій. Основні теореми.	12	2	4			6	15,5	0,5	1			14
Тема 7. Поняття випадкової величини: дискретна, неперервна. Числові характеристики.	14	2	4			8	15,5	0,5	1			14
Тема 8. Закони розподілу випадкових величин.	14	2	4			8	13	1	2			10

Разом за розділом 2	40	6	12			22	44	2	4			38
Усього годин	90	16	32			42	90	4	8			78

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна/Заочна
1	Введення до курсу математичні методи в біології. Наближені обчислення та похибки.	4/0,5
2	Наближені значення функцій.	4/0,5
3	Метод найменших квадратів.	4/1
4	Наближене обчислення визначених інтегралів.	4/1
5	Чисельне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь 1-го порядку. Контрольна робота.	4/1
6	Основи теорії ймовірностей. Алгебра подій. Основні теореми.	4/1
7	Поняття випадкової величини: дискретна, неперервна. Числові характеристики	4/1
8	Закони розподілу випадкових величин.	4/2
Разом		32/8

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна/Заочна
1	Підготовка до лекції «Введення до курсу математичні методи в біології». Розв'язання завдань на наближені обчислення та похибки.	4/8
2	Розв'язання завдань щодо знаходження наближених значень функцій.	4/8
3	Опрацювання лекційного матеріалу та розв'язання завдань на тему «Використання методу найменших квадратів».	4/8
4	Опрацювання лекційного матеріалу та розв'язання завдань на тему «Наближене обчислення визначених інтегралів».	4/8
5	Чисельне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь 1-го порядку. Контрольна робота.	4/8
6	Підготовка до лекції та розв'язання задач на тему «Основи теорії ймовірностей. Алгебра подій. Основні теореми».	6/14
7	Опрацювання лекційного матеріалу та розв'язання завдань на тему «Поняття випадкової величини: дискретна, неперервна. Числові характеристики».	8/14
8	Опрацювання лекційного матеріалу та розв'язання завдань на тему «Закони розподілу випадкових величин».	8/10
Разом		42/78

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

7. Методи навчання

При проведенні визначених планом видів занять використовуються такі методи:

- Під час викладання навчального матеріалу:
 - словесні (бесіда, пояснення, розповідь, інструктаж);
 - наочні (ілюстрування, демонстрація, самостійне спостереження);
 - практичні (вправи, практичні роботи, дослідні роботи).

2. За організаційним характером навчання:
 - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності;
 - методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності;
 - методи контролю та самоконтролю у навчанні;
 - бінарні (поєднання теоретичного, наочного, практичного) методи навчання.
3. За логікою сприймання та засвоєння навчального матеріалу: індуктивно-дедукційні, репродуктивні, аналітичні, прагматичні, дослідницькі, проблемні тощо.
4. За ступенем управління навчальним процесом: навчання під керівництвом викладача, самостійна робота з підручниками і науковою літературою, текстами лекцій, лабораторно-практичних, виконання завдань з використанням комп'ютера.

8. Методи контролю

Поточні контрольні роботи, експрес-опитування, самостійні роботи, письмовий залік з практичним виконанням розрахункового завдання на комп'ютері.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота								К/Р	Разом	Залік	Сума
Розділ 1					Розділ 2						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8				
5	5	5	5	5	5	5	5	20	60	40	100

T1, T2, ..., T8 – теми розділів

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 20 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
	для заліку
90 – 100	зараховано
70-89	
50-69	
1-49	не зараховано

Критерії оцінювання навчальних досягнень з кожної теми

Оцінка в балах	Пояснення
<i>Критерії оцінювання завдання у 5 балів</i>	
5 балів	Бездоганно виконане завдання.
4 бали	Надання правильних відповідей на теоретичні питання з ілюстрацією їх прикладами, відповідей на додаткові запитання з теми, чим демонструє вільне володіння навчальним матеріалом; вміння застосовувати набуті теоретичні знання для вирішення практичних завдань, коли студент демонструє здатність застосовувати сучасні математичні методи для програмування і дослідження біотехнологічних процесів; вільного володіння методами обчислювальної математики і засобами програмного забезпечення для вирішення фахових задач, майже не припускається помилок при розв'язанні практичних завдань.
3 бали	Наявності незначних помилок і неточностей у відповідях на теоретичні питання теми, які студент виправляє при відповіді на уточнюючі запитання; або при виникненні труднощів з наведенням прикладів чи при відповіді на додаткові запитання з теми; коли студент демонструє здатність застосовувати су-

	часні математичні методи для програмування і дослідження біотехнологічних процесів, у більшості випадків може застосовувати набуті теоретичні знання для вирішення практичних завдань; коли студент демонструє достатній рівень навичок використання програмних засобів і методів обчислювальної математики для вирішення фахових задач, при вирішенні практичних завдань припускається незначних помилок, які може виправити самостійно після зазначення на них і/або мінімальних пояснень.
2 бали	Наявність суттєвих помилок та неточностей у відповідях на теоретичні питання теми, які студент виправляє при відповіді на уточнюючі запитання; коли студент демонструє здатність застосовувати сучасні математичні методи для програмування і дослідження біотехнологічних процесів, у більшості випадків не в повному обсязі застосовує набуті теоретичні знання для вирішення практичних завдань; при вирішенні практичних завдань студент припускається значних помилок, але таких, що може виправити самостійно після зазначення на них і/або пояснень.
1 бал	Коли відповіді на теоретичні питання теми містять багато помилок, виникають труднощі з наведенням прикладів, наданням відповідей на більшість додаткових і уточнюючих запитань з теми; коли у більшості випадків у студента виникають труднощі зі застосуванням теоретичних знань для вирішення практичних завдань, використанням сучасних математичних методів для програмування і/або дослідження біотехнологічних процесів; наявності багатьох помилок при виконанні практичних завдань, при посередньому рівні навичок з використання програмних засобів і методів обчислювальної математики для вирішення фахових задач.
0,5 бали	Коли відповіді на теоретичні питання з теми не надано, або надано з грубими помилками; студент дуже слабо або зовсім не орієнтується у теоретичному матеріалі теми; коли у більшості випадків студент не може застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних завдань, не розуміє і не може використовувати методи обчислювальної математики і програмування при дослідженні біотехнологічних процесів; коли більшість практичних завдань з теми студент не здатен розв'язати взагалі або розв'язок містить багато грубих помилок, при дуже слабкому рівні навичок з використання математичних методів і програмних засобів у професійних задачах біотехнології.
0 балів	Якщо студент не приступав до вирішення завдань.

Критерії оцінювання контрольної роботи

Бездоганно виконане завдання оцінюється у 20 балів.

Якщо при вирішенні завдання допущено одну несуттєву помилку – задача оцінюється у 18-19 балів.

Якщо студентом допущено 2 несуттєвих помилки, але рішення у цілому було логічно правильним – 16-17 балів.

При вирішенні завдання допущено 1 логічну помилку, яка несуттєво вплинула на остаточний результат – оцінка 15 балів.

Завдання у цілому вирішувалась правильно, але було допущено 2 логічних помилки, відповідь завдання отримана (з урахуванням допущених помилок) – задача оцінюється у 12-14 балів.

Студент правильно використовує теоретичний матеріал, хід виконання завдання у цілому правильний, задача майже виконана, але не отримана остаточна відповідь – 10-11 балів.

Студент знає, які теоретичні знання необхідні для вирішення завдання, більшість з них правильно використовує, у цілому розуміє хід рішення завдання, але припускається логічних помилок, остаточна відповідь не отримана – 7-9 балів.

Студент правильно вирішує окремі частини завдання, деякі з них правильно логічно пов'язує, правильно використовує теоретичні знання – 4-6 бали.

Студент знає теорію частково, правильно їх використовує, але не до кінця розуміє логіку вирішення завдання – 2-3 бали.

Студент знає теорію частково, невірно застосовує її знання для вирішення практичного завдання – 1 бал.

Студент частково продемонстрував лише знання теоретичного матеріалу – 0,5 бали.

Критерії оцінювання залікової роботи

Оцінка в балах	Критерії оцінки	Пояснення
36-40	90-100%	Теоретичний зміст курсу засвоєно цілком, сформовано необхідні практичні навички з освоєним матеріалом, усі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконано в повному обсязі, відмінна робота без помилок або роботи з однією незначною помилкою
28-35	70-89%	Теоретичний зміст курсу засвоєно цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовано, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконано, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконано з помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією-двома значними помилками
20-27	50-69%	Теоретичний зміст курсу засвоєно неповністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовано, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки, робота з трьома значними помилками
0-19	0-49%	Теоретичний зміст курсу не засвоєно, необхідні практичні навички роботи з навчальним матеріалом не сформовано, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткову самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значного підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

10. Рекомендована література

Основна література:

1. Дика М.В., Тарновська М.М., Яремчук М.М., Генег А.Б., Санагурський Д.І. Біометрія: теоретичні відомості та лабораторний практикум. - Львів : ЛНУ, 2016. - 100 с.
2. Гумецький Р.Я., Паляниця Б.М., Чабан М.Є. Математичні методи в біології: Теоретичні відомості, практикум, комп'ютерні тести. - Львів: ЛНУ, 2004. - 112 с.
3. Статистичні методи у фармації : Навчально-методичний посібник / І.М. Жовтоніжко, С.В. Погорелов С.В., Красовський І.В. та ін. - Харків : НФаУ, 2021. - 152 с.
4. Кутова О.В. Сагайдак-Нікітюк Р.В., Юр'єва К.С. Математичне моделювання біотехнологічних процесів. Розв'язання завдань з використанням електронних таблиць Microsoft Excel : метод. рек. для самост. роботи / за ред. О.В. Кутової. - Харків : НФаУ, 2018. - 34 с.

Допоміжна література:

1. Хусаїнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Введення в моделювання динамічних систем. - Київ : КНУ імені Тараса Шевченка, 2010. - 130 с.
2. Мірошніченко М.С. Методичні вказівки до курсу «Інформатика» для студентів біологічного факультету. - Київ : ВПЦ КУ, 2002. - 67 с.

3. Терещук В.І. Основи теорії інформації. - Київ, 2004. - 33 с.
4. Осадча Ю.В. Математичні методи в біології. - Київ, 2017. - 601 с.
5. Прилуцький Ю.І. Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О. Статистичні методи в біології. - Київ : Наукова думка, 2017. - 211 с.

**11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції,
інше методичне забезпечення**

1. Математична біологія // Енциклопедія сучасної України. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-66927>.
2. Математичні методи і продуктивність їх застосування. – Режим доступу: <http://surl.li/fvnrg>.