

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра вищої математики та інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної  
роботи

\_\_\_\_\_ Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

### Програма навчальної дисципліни

#### Обчислювальна математика і програмування

(назва навчальної дисципліни)

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

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету математики і інформатики  
“27” серпня 2021 року, протокол № 9

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Жовтоніжко Ірина Миколаївна, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри вищої математики та інформатики

Програму схвалено на засіданні кафедри вищої математики та інформатики

Протокол від “27” серпня 2021 року № 9

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 від “15” червня 2021 року № 10

Голова науково-методичної комісії

\_\_\_\_\_ (Віра МАРТИНЕНКО)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Обчислювальна математика і програмування» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки бакалавр;

спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»;

освітньо-професійна програма «Біотехнології».

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни «Обчислювальна математика і програмування» є методи обчислювальної математики і алгоритми програмування, 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 «Обчислювальна математика і програмування» є формування теоретичних знань та практичних умінь використання методів обчислювальної математики, засобів інформаційних технологій та можливостей прикладного програмного забезпечення для програмування моделей біотехнологічних процесів та їх оптимізації.

1.2. Основними **завданнями** навчальної дисципліни «Обчислювальна математика і програмування» є набуття здобувачами вищої освіти компетентностей щодо використання знань з обчислювальної математики, навичок застосування засобів інформаційних технологій і прикладного програмного забезпечення для вирішення актуальних практичних завдань біотехнології та біоінженерії.

1.3. Кількість кредитів – 4.

1.4. Загальна кількість годин – 120.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	2-й
Семестр	
4-й	4-й
Лекції	
32 год.	10 год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	10 год.
Лабораторні заняття	
-	-
Самостійна робота, у тому числі	
56 год.	100 год.
Індивідуальні завдання	
-	-

1.6. Компетентності та заплановані результати навчання

Дисципліна «Обчислювальна математика і програмування» забезпечує набуття здобувачами освіти **компетентностей**:

– *інтегральна*: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні

проблеми, що характеризуються комплексністю і невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів біотехнології та біоінженерії;

– загальні:

КЗ 1. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (К04\*);

КЗ 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, примножувати наукові цінності суспільства на основі розуміння предметної області та її місця у загальній системі знань (К05\*, К09\*);

КЗ 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (К01\*);

– спеціальні (фахові, предметні):

КФ 1. Здатність застосовувати методи обчислювальної математики і програмування для розробки і дослідження моделей біотехнологічних процесів і біологічних агентів *in silico*, ґрунтуючись на знаннях з математики, фізики, хімії та біології (К10\*, К11\*, К14\*);

КФ 2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу, обґрунтувати вибір відповідного обладнання, інструментів і способів для проектування і контролю виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, в т.ч. з урахуванням комерційного і економічного ефекту, використовуючи математичні методи чисельної оптимізації та програмні засоби для їх здійснення (К22\*, К18\*, К16\*);

КФ 3. Здатність використовувати знання з обчислювальної математики і програмування для розуміння принципів роботи алгоритмічного, інформаційного і програмного забезпечення автоматизованих систем проектування і управління виробництвом біотехнологічних продуктів різного призначення (К21\*, К23\*).

Примітка. \* – компетентності зі Стандарту.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### *Розділ 1. Закони розподілу випадкових величин.*

*Тема 1. Дискретні випадкові величини. Деякі закони розподілу дискретних випадкових величин.*

Поняття дискретної випадкової величин. Закон і функція розподілу дискретної випадкової величин та їх властивості. Основні числові характеристики дискретних випадкових величин та їх властивості. Застосування дискретних випадкових величин у біосистемах. Біноміальний закон розподілу та його характеристики. Апроксимаційні формули функції ймовірностей біноміального розподілу: локальна та інтегральна формули Муавра-Лапласа. Закон розподілу Пуассона. Характеристики розподілу Пуассона. Розподіл Пуассона як апроксимація біноміального закону розподілу рідкісних подій. Використання законів розподілу дискретних випадкових величин для визначення біосистем.

*Тема 2. Неперервні випадкові величини. Деякі закони розподілу неперервних випадкових величин.*

Поняття неперервної випадкової величини. Функція та щільність розподілу неперервної випадкової величини та їх властивості. Числові характеристики неперервних випадкових величин. Рівномірний розподіл та його характеристики. Показниковий розподіл та його характеристики. Розподіли Ст'юдента, Фішера, розподіл  $\chi^2$ .

*Тема 3. Нормальний розподіл випадкової величини.*

Нормальний закон розподілу. Дослідження кривої Гауса. Характеристики нормального розподілу. Стандартний нормальний розподіл: функція щільності, функція розподілу. Таблиці стандартного нормального розподілу. Визначення відповідності розподілу досліджуваних експериментальних даних певному закону розподілу неперервних випадкових величин.

*Розділ 2. Характеристики та оцінка невідомих параметрів статистичного розподілу.*

*Тема 9. Методи попередньої обробки та розвідувальний аналіз кількісних даних експериментальних досліджень. Описова статистика. Аналіз варіаційних рядів.*

Аналіз розподілу ознаки за вибіркою. Генеральна та вибіркова сукупності. Дискретний варіаційний ряд. Графічне представлення дискретного варіаційного ряду. Емпірична функція розподілу для дискретної ознаки. Інтервальний варіаційний ряд. Побудова гістограм. Емпірична функція щільності розподілу. Емпірична функція розподілу неперервної ознаки. Графічне представлення емпіричної функції щільності та емпіричної функції розподілу досліджуваної ознаки. Використання варіаційних рядів для опису біосистем.

*Тема 5. Точкові та інтервальні оцінки невідомих параметрів розподілу.*

Оцінювання параметрів розподілу досліджуваної ознаки. Точкові оцінки характеристик розподілу досліджуваної ознаки. Застосування відповідних описових статистик для оцінки якості вибіркової сукупності. Критичні точки розподілу, рівень значущості. Довірча ймовірність та довірчий рівень. Двобічні та однобічні критичні області. Статистичні критерії ( $\chi^2$ -розподіл, розподіли Стьюдента і Фішера). Оцінювання випадкових похибок сукупності прямих вимірювань. Оцінювання випадкових похибок сукупності опосередкованих вимірювань.

*Тема 6. Перевірка статистичних гіпотез. Критерій Пірсона щодо гіпотези про нормальний та біноміальний розподіли вибіркової сукупності.*

Загальні засади статистичної перевірки гіпотез. Перевірка вибірки на однорідність та виявлення промахів. Перевірка методу аналізу на наявність систематичної помилки. Схема перевірки статистичної гіпотези. Перевірка гіпотези про рівність середніх значень двох нормальних генеральних сукупностей у випадку відомих стандартних відхилень. Перевірка гіпотези про рівність середніх значень двох нормальних генеральних сукупностей у випадку невідомого стандартного відхилення. Перевірка гіпотези про рівність стандартних відхилень двох нормальних генеральних сукупностей у випадку невідомих параметрів розподілів. Перевірка гіпотези про закон розподілу за допомогою критерію Пірсона.

**Розділ 3. Кореляційний аналіз, побудова і дослідження прогностичних моделей у завданнях біотехнології та біоінженерії.**

*Тема 7. Задачі кореляційного і регресійного аналізу в біотехнології та біоінженерії. Коефіцієнти кореляції: загальні риси і відмінності. Поняття про апроксимацію.*

Кореляційний аналіз. Статистичний зв'язок між неперервними ознаками. Коефіцієнт кореляції. Оцінка коефіцієнта кореляції та аналіз його значущості. Встановлення кореляційної залежності між двома і більше параметрами та станом біосистеми. Регресійний аналіз. Моделювання рівняння регресії. Лінійна модель регресії. Аналіз значущості лінійного кореляційного зв'язку на основі дисперсійного аналізу. Коефіцієнт детермінації як універсальна міра залежності однієї випадкової величини від безлічі інших. Оцінка значущості коефіцієнта кореляції для стану біосистеми. Пов'язування стану біосистеми з величинами певних її параметрів.

**Розділ 4. Методи лінійного програмування у задачах біотехнології та біоінженерії.**

*Тема 8. Методи чисельного розв'язку диференціальних рівнянь та їх програмування у задачах дослідження біотехнологічних процесів.*

Чисельне розв'язання диференціальних рівнянь. Метод Ейлера. Реалізація методу Ейлера для розв'язку диференціальних рівнянь засобами табличного процесору Microsoft Excel, у системах комп'ютерної математики та іншими програмними засобами. Дослідження розв'язку на підставі чисельних результатів та графічної інтерпретації.

*Тема 9. Методи лінійного програмування у задачах біотехнології та біоінженерії.*

Задача лінійного програмування та її формальна постановка. Побудова математичної моделі задачі лінійного програмування за текстовим описом проблеми: визначення незалежних змінних, цільової функції, обмежень. Чисельні методи розв'язання задач лінійного програмування та програмні засоби, що їх реалізують. Розрахунок оптимального складу поживних середовищ, харчових і лабораторних сумішей методами лінійного програмування. Техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення на підставі оптимізаційних моделей лінійного програмування.

## 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
<b>Розділ 1. Закони розподілу випадкових величин.</b>												
Тема 1. Дискретні випадкові величини. Деякі закони розподілу дискретних випадкових величин.	10	2	2			6	12	1	1			10
Тема 2. Неперервні випадкові величини. Деякі закони розподілу неперервних випадкових величин.	10	2	2			6	12	1	1			10
Тема 3. Нормальний розподіл випадкової величини.	10	2	2			6	12	1	1			10
<b>Разом за розділом 1.</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			<b>30</b>
<b>Розділ 2. Характеристики та оцінка невідомих параметрів статистичного розподілу.</b>												
Тема 4. Методи попередньої обробки та розвідувальний аналіз кількісних даних експериментальних досліджень. Описова статистика. Аналіз варіаційних рядів.	14	2	2			6	12	1	1			10
Тема 5. Точкові та інтервальні оцінки невідомих параметрів розподілу.	10	4	4			6	12	1	1			10
Тема 6. Перевірка статистичних гіпотез. Критерій Пірсона щодо гіпотези про нормальний та біноміальний розподіли вибіркової сукупності.	14	4	4			6	12	1	1			10
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>38</b>	<b>10</b>	<b>10</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			<b>30</b>
<b>Розділ 3. Кореляційний аналіз, побудова і дослідження прогностичних моделей у завданнях біотехнології та біоінженерії.</b>												
Тема 7. Задачі кореляційного і регресійного аналізу в біотехнології та біоінженерії. Коефіцієнти кореляції: загальні риси і відмінності. Поняття про апроксимацію.	18	6	6			6	18	2	2			14

<b>Разом за розділом 3</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			<b>6</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>14</b>
<b>Розділ 4. Методи лінійного програмування у задачах біотехнології та біоінженерії.</b>												
Тема 8. Методи чисельного розв'язку диференціальних рівнянь та їх програмування у задачах дослідження біотехнологічних процесів.	14	4	4			6	16	1	1			14
Тема 9. Методи лінійного програмування у задачах біотехнології та біоінженерії.	20	6	6			8	14	1	1			12
<b>Разом за розділом 4</b>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>10</b>			<b>14</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>26</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			<b>56</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>10</b>			<b>100</b>

#### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дискретні випадкові величини. Деякі закони розподілу дискретних випадкових величин.	2
2	Неперервні випадкові величини. Деякі закони розподілу неперервних випадкових величин.	2
3	Нормальний розподіл випадкової величини.	2
4	Методи попередньої обробки та розвідувальний аналіз кількісних даних експериментальних досліджень. Описова статистика. Аналіз варіаційних рядів.	2
5	Точкові оцінки невідомих параметрів розподілу.	2
6	Інтервальні оцінки невідомих параметрів розподілу.	2
7	Загальні засади статистичної перевірки гіпотез. Перевірка вибірки на однорідність та виявлення промахів. Перевірка методу аналізу на наявність систематичної помилки. Схема перевірки статистичної гіпотези.	2
8	Критерій Пірсона щодо гіпотези про нормальний та біноміальний розподіли вибіркової сукупності. Контрольна робота № 1	2
9	Кореляційний аналіз. Коефіцієнт кореляції. Оцінка коефіцієнта кореляції та аналіз його значущості. Встановлення кореляційної залежності між двома і більше параметрами та станом біосистеми.	2
10	Регресійний аналіз. Моделювання рівняння регресії. Лінійна модель регресії. Аналіз значущості лінійного кореляційного зв'язку на основі дисперсійного аналізу.	2
11	Коефіцієнт детермінації як універсальна міра залежності однієї випадкової величини від безлічі інших. Оцінка значущості коефіцієнта кореляції для стану біосистеми. Пов'язування стану біосистеми з величинами певних її параметрів.	2
12	Чисельне розв'язання диференціальних рівнянь. Метод Ейлера. Реалізація методу Ейлера для розв'язку диференціальних рівнянь засобами табличного процесору Microsoft Excel.	2
13	Застосування методів чисельного розв'язку диференціальних рівнянь та їх програмування у задачах дослідження біотехнологічних процесів.	2
14	Задача лінійного програмування та її формальна постановка. Побудова математичної моделі задачі лінійного програмування за текстовим описом проблеми: визначення незалежних змінних, цільової функції, обмежень.	2
15	Чисельні методи розв'язання задач лінійного програмування та програмні засоби, що їх реалізують. Розрахунок оптимального складу поживних середовищ, харчових і лабораторних сумішей методами лінійного програмування.	2

16	Техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення на підставі оптимізаційних моделей лінійного програмування. Контрольна робота № 2.	2
<b>Разом</b>		<b>32</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Використання законів розподілу дискретних та неперервних випадкових величин у завданнях біотехнологічного характеру.	12
2	Визначення відповідності розподілу досліджуваних експериментальних даних певному закону розподілу неперервних випадкових величин у завданнях біотехнології та біоінженерії.	6
3	Методи попередньої обробки та розвідувальний аналіз кількісних даних експериментальних досліджень.	6
4	Точкові та інтервальні оцінки невідомих параметрів розподілу.	6
5	Критерій Пірсона щодо гіпотези про нормальний та біноміальний розподіли вибіркової сукупності.	6
6	Засоби комп'ютерних технологій для здійснення кореляційного аналізу, побудови і дослідження прогнозних моделей у завданнях біотехнології та біоінженерії	6
7	Методи чисельного розв'язку диференціальних рівнянь та їх програмування у задачах дослідження біотехнологічних процесів	6
8	Програмування і дослідження моделей протікання хімічних і біологічних процесів на основі систем диференціальних рівнянь. Методи лінійного програмування у задачах біотехнології та біоінженерії.	8
<b>Разом</b>		<b>56</b>

### 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).
- 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.
- За логікою сприймання та засвоєння навчального матеріалу: індуктивно-дедукційні, репродуктивні, аналітичні, прагматичні, дослідницькі, проблемні тощо.
- 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									Разом	Залік	Сума
Розділ 1			Розділ 2			Розділ 3	Розділ 4				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9			
5	5	5	5	5	5	10	10	10	60	40	100

### Критерії оцінювання навчальних досягнень

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 сучасні 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
<i>Критерії оцінювання завдання у 10 балів</i>	
10 балів	Бездоганно виконане завдання.
8-9 балів	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.
7-6 балів	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 сучасні 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.
5-4 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.
3-2 бали	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 середньому рівні навичок з використання програмних засобів і методів обчислювальної математики для вирішення фахових задач.
1-0,5 бала	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

#### Шкала оцінювання

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

### 10. Рекомендована література

#### Основна література:

1. Кутова О.В. Загальна хімічна технологія. Приклади вирішення задач з використанням MathCad та MS Excel : навч. посібник для студ. закладів вищої освіти / О.В. Кутова, Р.В. Сагайдак-Нікітюк, І.В. Ковалевська; за ред. к.т.н. доц. О.В. Кутової. – Х. : НФаУ : Золоті сторінки, 2019. – 128 с.

2. Кутова О.В. Математичне моделювання біотехнологічних процесів. Розв'язання завдань з використанням електронних таблиць Microsoft Excel : метод. рек. для самост. роботи / О.В. Кутова, Р.В. Сагайдак-Нікітюк, К.С. Юр'єва; за ред. О.В. Кутової. – Х. : НФаУ, 2018. – 34 с.

3. Ковалюк Т.В. Основи програмування / Т.В. Ковалюк. – К. : ВНБ, 2005. – 400 с.

4. Осипова Т.Ю. Практикум з обчислювальної математики та програмування : Навчальний посібник / Т.Ю. Осипова, Я.А. Савицька. – К. : ЦП «Компринт», 2007. – 405 с.

5. Статистичні методи у фармації : Навчально-методичний посібник / І.М. Жовтоніжко, С.В. Погорелов С.В., Красовський І.В. та ін. – Х.: НФаУ, 2021. – 152 с.

#### Допоміжна література:

1. Пенкін Ю.М. Основи моделювання фармацевтичних задач засобами MathCAD: практикум / Ю.М. Пенкін, О.А. Рижов, М.М. Нессонова, В.М. Зефіров, Н.А. Іванькова. – Запоріжжя : Вид-во ЗДМУ, 2014. – 89 с.

2. Обчислювальна математика та програмування : Навчальний посібник / С.В., Брановицька, Р.Б. Медведєв Р.Б., Ю.Я. Фіалков. 2004. -220с.

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

1. <http://spkurdyumov.ru/education/kurs-lekcij-matematicheskie-modeli-v-biologii/> – курс лекцій «Математичні моделі в біології».

2. <https://www.ptc.com/ru/products/mathcad> – офіційний сайт про систему комп'ютерної математики MathCAD.