

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра біомедичних та радіоелектронних комп'ютеризованих засобів і
технологій (№ 502)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

А.І. Трунова

(ініціали та прізвище)

«29» серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Моделювання в біології та медицині

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 16 «Хімічна та біоінженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 163 «Біомедична інженерія»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Біомедична інженерія»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна, денна скорочена

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

Робоча програма дисципліни «Моделювання в біології та медицині»

(назва дисципліни)

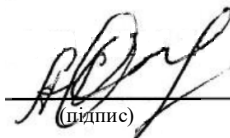
для студентів за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»

освітньою програмою «Біомедична інженерія»

«29» серпня 2022 р. – 11 с.

Розробник: Порван А.П., доцент кафедри № 502, к.т.н.,

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

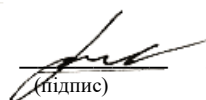
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри біомедичних та радіоелектронних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2022 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

О.В. Висоцька

(ініціали та прізвище)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5,0	Галузь знань <u>16 «Хімічна та біоінженерія»</u> <small>(шифр і найменування)</small> Спеціальність <u>163 «Біомедична інженерія»</u> <small>(код і найменування)</small> Освітня програма <u>«Біомедична інженерія»</u> <small>(найменування)</small> Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки Обов'язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2022/2023
Індивідуальне завдання <small>(назва)</small>		Семестр
Загальна кількість годин – 64/150		4-й, (2-й)
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0 самостійної роботи студента – 5,4		Лекції*
		32
		Практичні, семінарські*
		32
		Лабораторні*
	-	
	Самостійна робота	
	86	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/86 (кількість годин аудиторних занять/ кількість годин самостійної роботи).

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на дві години залежно від розкладу занять.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення: розглянути теоретичну та прикладну спрямованість математичного моделювання як необхідної умови дослідження та вирішення завдань у біології та медицині, дати знання про основні принципи створення, аналізу, дослідження і застосування математичних моделей для вирішення прикладних задач біомедичної інженерії.

Завдання: засвоїти загальні поняття теорії моделювання, основні задачі розробки математичних моделей, принципи моделювання біологічних процесів та систем та аналітичні (неформального) і експериментально-статистичні (формальних) підходи до вирішення завдань біомедичної інженерії.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. (ІК).

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1).

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК6).

Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення аналізу, обробки та представлення результатів моделювання. (ФК1).

Здатність застосовувати фізичні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем (ФК5).

Здатність формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами (ФК9).

Програмні результати навчання:

Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, механіки, властивості газів і рідин, інформатики на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії (ПРН 1).

Вміти використовувати математичне і програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання біотехнічних систем (ПРН 5).

Міждисциплінарні зв'язки:

Курс «Моделювання в біології та медицині» пов'язаний з такими дисциплінами, які передують цей курс, а саме «Анатомія, фізіологія та патологія людини», «Вища математика», «Основи комп'ютерних технологій», «Біофізика та біомеханіка».

Дисципліни, які можуть використовувати матеріали з цього курсу, є «Основи теорії управління», «Діагностичні і терапевтичні апарати та системи», «Штучні органи та імпланти», «Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра».

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. *Загальні принципи моделювання біологічних процесів та систем*

Тема 1. Основні поняття теорії моделювання.

Вступ. Поняття моделі. Принципи моделювання. Види моделей. Етапи моделювання. Фізичне моделювання. Імітаційне моделювання. Біологічне моделювання. Математичне моделювання. Класифікація математичних моделей. Засоби математичного моделювання. Дослідження математичних моделей. Поняття про адекватність математичної моделі. Загальна характеристика методів складання математичних моделей. Диференціальні рівняння як засіб моделювання.

Тема 2. Формально-статистичні методи моделювання

Загальна характеристика формально-статистичних методів. Пасивний експеримент: загальна характеристика. Побудова лінійної моделі статистики. Побудова множинної лінійної моделі. Побудова нелінійних моделей, що описують статичний режим роботи біологічного об'єкта. Моделювання стохастичних систем.

Змістовний модуль 2. *Популяційна динаміка*

Тема 3. Моделювання динаміки популяцій

Історія популяційних досліджень. Форма і структура популяцій. Лінійне моделювання: модель Мальтуса. Ємність екологічної ніші. Нелінійне моделювання: модель Ферхюльста. Її інтерпретація та узагальнення. Модель «хижак-жертва» (модель Вольтерра). Модель екологічної піраміди. Багатопараметричні моделі. Моделювання зв'язків у біоценозі.

Тема 4. Моделювання розповсюдженості захворюваності

Моделювання демографічної динаміки у країні та у світі в цілому. Тригерні системи в біології. Класична модель епідемії грипу. Математична модель гуморального імунітету. Прогнозування захворюваності.

Модульний контроль 1

Змістовний модуль 3. *Моделювання процесів функціонування елементів біологічного об'єкту*

Тема 5. Моделювання біофізичних процесів та явищ

Особливості моделювання біофізичних процесів та явищ. Проходження та відбивання хвиль на стрибку потенціалу. Ламінарне обтікання рідини навколо тіла сталої форми. Моделювання органів слуху. Моделі зовнішнього та середнього вуха.

Тема 6. Моделювання обмінних процесів в організмі людини

Поняття про компартментну систему. Синергетика. Однокомпартментна та двокомпартментна фармакокінетичні моделі. Кількісні закони всмоктування та елімінації ліків. Рівноважна концентрація лікарського засобу. Моделювання реакції організму на повторну дію хімічних речовин. Побудова математичної моделі на прикладі моделі руху йоду в організмі ссавців. Проста ферментативна реакція. Моделювання ферментативних реакцій. Фазовий перехід в

автокаталітичних реакціях. Модель процесів газообміну у дихальній системі людини. Моделювання кровообігу людини.

Модульний контроль 2.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Модуль 1.					
Змістовний модуль 1. Загальні принципи моделювання біологічних процесів та систем					
Тема 1. Основні поняття теорії моделювання	16	4	2		10
Тема 2. Формально-статистичні методи моделювання	22	6	4		12
<i>Разом за змістовним модулем 1</i>	<i>38</i>	<i>10</i>	<i>6</i>		<i>22</i>
Змістовний модуль 2. Популяційна динаміка					
Тема 3. Моделювання динаміки популяцій	18	4	4		10
Тема 4. Моделювання розповсюдженості захворюваності	18	2	4		12
<i>Разом за змістовним модулем 2.</i>	<i>36</i>	<i>6</i>	<i>8</i>		<i>22</i>
Модульний контроль 1	2	-	2	-	-
Змістовний модуль 3. Моделювання процесів функціонування елементів біологічного об'єкту					
Тема 5. Моделювання біофізичних процесів та явищ	42	10	6		26
Тема 6. Моделювання обмінних процесів в організмі людини	30	6	8		16
<i>Разом за змістовним модулем 3</i>	<i>72</i>	<i>16</i>	<i>14</i>		<i>42</i>
Модульний контроль 2	2	-	2	-	-
Усього годин	150	32	32	-	86

5. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

не передбачено навчальним планом

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання біологічних ритмів людини засобами MS Excel	2

2	Побудова математичних моделей і розв'язання медико-біологічних задач на основі нелінійних й трансцендентних рівнянь	2
3	Застосування чисельних методів до дослідження моделей, заданих диференціальними рівняннями.	2
4	Чисельний розв'язок диференціальних рівнянь, що описують динаміку біологічних процесів засобами MathCAD	2
5	Дослідження імовірісно-статистичної моделі зміни функціонального стану людини	2
6	Дослідження зміни популяції мікроорганізмів за допомогою моделей Ферхюльста та Лотки-Вольтерри	2
7	Моделювання поширеності епідемії ОРВІ засобами MathCAD	2
8	Модульний контроль 1	2
9	Моделювання біофізичних процесів у середовищі табличного процесора	2
10	Моделювання біофізичних процесів зорової системи	2
11	Моделювання функціонального стану людини та соціальної взаємодії	2
12	Моделювання кінетики оборотної хімічної реакції засобами MathCAD	2
13	Моделювання взаємодії лікарських засобів засобами MathCAD	2
14	Моделювання гідродинаміки потоку біологічної речовини за допомогою коміркової моделі	2
15	Дослідження температурних режимів проходження ферментативних реакцій засобами MathCAD	2
16	Модульний контроль 2	2
Разом		32

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

не передбачено навчальним планом

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення лекційного матеріалу	16
2	Підготовка до практичних занять	16
3	Вивчення теоретичного матеріалу за додатковою літературою	54
Разом		86

9. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

не передбачено навчальним планом

10. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Практичний (практичні роботи); наочний (метод ілюстрацій і метод демонстрацій); словесний (лекція, дискусія, тощо); робота з навчально-методичною літературою; відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання (мультимедійний). Технологія змішаного та дистанційного навчання.

11. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Проведення поточного контролю під час практичних занять, письмового та модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТА РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	16	0...8
Виконання практичних робіт	0...4	14	0...56
Модульний контроль	0...18	2	0...36
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку (виконання та захист усіх практичних завдань). Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного завдання. Кожне теоретичне завдання оцінюється максимум в 30 балів, виконання практичного завдання – максимум 40 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки.

– знати загальну класифікацію математичних моделей, етапи моделювання та дослідження математичних моделей;

– знати загальну характеристику формально-статистичних методів моделювання, особливості побудови лінійної та нелінійної моделі, стохастичних процесів та систем;

- знати особливості застосування моделей Мальтуса, Ферхюльста та Лотки-Волтерра для опису динаміки популяцій;
- знати класичну модель епідемії грипу та методи прогнозування захворюваності;
- знати особливості моделювання біофізичних процесів та явищ, обмінних процесів в організмі людини
- знати методи та засоби комп'ютерного моделювання біологічних процесів та систем, дій на них та чинників.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки.

- вміти надавати формалізований опис математичної моделі біологічного об'єкта, процесів всередині нього та дії внутрішніх і зовнішніх чинників;
- вміти розробляти, аналізувати та застосовувати математичні моделі для вирішення прикладних задач біомедичної інженерії;
- вміти обґрунтовувати математичну модель об'єкта, явища, дії та чинників, що впливають на біотехнічні системи;
- вміти використовувати математичне і програмне забезпечення для моделювання біологічних процесів та систем.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Виставляється, якщо студент відпрацював та захистив всі практичні роботи, засвоїв основні поняття навчального матеріалу, може самостійно відтворити значну частину навчального матеріалу і робити певні узагальнення, ознайомився з основною літературою, рекомендованою програмою, вміє виконувати навчальні завдання, передбачені програмою.

Добре (75 - 89). Виставляється, якщо студент відпрацював та захистив всі практичні роботи, вільно володіє навчальним матеріалом, вміє застосовувати вивчений матеріал у стандартних ситуаціях, узагальнювати та систематизувати навчальну інформацію, самостійно виконує передбачені програмою навчальні знання, самостійно знаходить і виправляє допущені помилки, може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання навчального завдання.

Відмінно (90 - 100). Виставляється, якщо студент відпрацював та захистив всі практичні роботи, його знання, вміння і навички повністю відповідають вимогам програми, володіє глибокими, міцними знаннями, самостійно визначає проміжні цілі і вміє планувати особисту навчальну діяльність, оцінювати результати власної практичної роботи, вміє знаходити додаткову інформацію та самостійно використовує її для реалізації поставлених перед ним навчальних цілей, судження його логічні і достатньо обґрунтовані, засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності, вміє вільно використовувати сучасні програмні засоби для поповнення власних знань та розв'язування задач.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Моделювання в біології та медицині: навч. посіб. до практ. занять / А. П. Порван ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків, 2021. - 168 с.

2. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Моделювання в біології та медицині" для бакалаврів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. А. В. Попов. - Харків, 2019. - 95 с.

14. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Моделювання біофізичних процесів. Вступ до синергетики: навч. посіб. / П. П. Лошицький, М. О. Ніколов. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 412с.

2. Комп'ютерне моделювання в біології / Упорядники О. В. Оглобля, М. С. Мірошніченко, С. О. Костерін. – К.: Видавничий центр «Азбука», 2012. – 120 с.

3. Шиян А.А. Основи моделювання біологічних та ергатичних систем. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 131 с.

4. Малюк В. Г., Борзенков Б. І. Моделювання в біології та медицині: Навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2005. – 212с.

Допоміжна

1. Методи обчислення та моделювання на EOM=Computational Methods and Simulation Techniques : навч. посіб. до лаб. практикуму / В. І. Барсов, О. Ю. Костерна ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків, 2020. - 168 с.

2. Беспалова С. В. Математичні моделі біологічних процесів: навчальний посібник / С. В. Беспалова, О. А. Гусєв. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – 152 с.

3. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь засобами MathCAD : навчальний посібник / І. В. Богач, О. Ю. Краковецький, Л. В. Крилик. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 106 с.

4. Леонова Н.Л., Кушнеров А.И. Математические методы в биологии и экологии: учебное пособие. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД. 2019. – 43 с.

5. Филатова Н.Н. Моделирование биотехнических систем: учебное пособие / Н.Н. Филатова. Тверь: ТГТУ, 2008. 144 с.

15. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни <http://k502.khai.edu/>; <http://mentor.khai.edu/>

2. Бейли Н. Математика в біології і медицині [Електронний ресурс] / Н. Бейли. – Режим доступу: <http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1156624>.