

41

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
 Володимир ОЛІЙНИК
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« _____ » _____ 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

МОДЕЛЮВАННЯ В БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 16 Хімічна інженерія та біоінженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 163 Біомедична інженерія
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Біомедична інженерія
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник (и): Порван А. П., доцент кафедри 502, канд. тех. наук
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№502)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Олена ВИСОЦЬКА
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:


(підпис)

Анастасія ДУБІНА
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Порван Андрій Павлович

Посада: доцент кафедри 502

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Перелік дисциплін, які викладає: Системи управління базами даних в медицині, Основи програмування та комп'ютерних технологій, Біофізика, Комп'ютерні мережі та телемедицина

Напрями наукових досліджень: медична кібернетика; медичні інформаційні технології та системи; чисельні методи оптимізації; методи і засоби проектування та розробки медичних баз і сховищ даних.

Контактна інформація: тел. 050-083-41-39,
e-mail: a.porvan@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна, заочна
Семестр	4-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 5,0 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 86); <u>заочна</u> : 5,0 кредитів ЄКТС / 150 годин (10 аудиторних, з яких: лекції – 4, практичні – 6; СРЗ – 140);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, розрахункова робота (2-й семестр), самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Вища математика, Анатомія, фізіологія та патологія людини, Біофізика та біомеханіка
Кореквізити	Біофізика та біомеханіка
Постреквізити	Апаратні методи медико-біологічних досліджень, Основи теорії управління, Основи проєктування біомедичних засобів

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – 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 біології та медицини.

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 біології та медицини.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати спеціалізовані задачі під час професійної діяльності у галузі хімічної та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів біомедичної інженерії для проведення досліджень та/або розроблення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК6);
- здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності (ЗК14).

Спеціальні компетентності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

- здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем (ФК1);
- здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем (ФК5);
- здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами (ФК9).

Програмні результати навчання (ПРН):

- застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу

сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії (ПРН 1);

– вміти використовувати бази даних, математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання біотехнічних систем (ПРН 5).

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

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

Тема 1. Основні поняття теорії моделювання.

Лекційне заняття.

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. Диференційні рівняння як засіб моделювання. Способи рішень диференціальних рівнянь..

Практичні заняття.

Моделювання біологічних ритмів людини засобами MS Excel. Побудова математичних моделей і розв'язання медико-біологічних задач на основі нелінійних й трансцендентних рівнянь. Застосування чисельних методів до дослідження моделей, заданих диференціальними рівняннями. Чисельний розв'язок диференціальних рівнянь, що описують динаміку біологічних процесів засобами MathCAD.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 2. Формально-статистичні методи моделювання.

Лекційне заняття.

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.

Практичні заняття.

Дослідження імовірісно-статистичної моделі зміни функціонального стану людини.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Змістовний модуль 2. Популяційна динаміка.

Тема 3. Моделювання динаміки популяцій

Лекційне заняття.

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.

Практичне заняття.

Дослідження зміни популяції мікроорганізмів за допомогою моделей Ферхюльста та Лотки-Вольтерри.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції.

Тема 4. Моделювання розповсюдженості захворюваності

Лекційне заняття.

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

Практичне заняття.

Моделювання поширеності епідемії ОРВІ засобами MathCAD.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт, підготовка до модульного контролю.

Модульний контроль 1.

МОДУЛЬ 2

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

Тема 5. Моделювання біофізичних процесів та явищ.

Лекційне заняття.

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.

Практичні заняття.

Моделювання біофізичних процесів у середовищі табличного процесора. Моделювання біофізичних процесів зорової системи.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 6. Моделювання обмінних процесів в організмі людини

Лекційне заняття.

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.

Практичні заняття.

Моделювання функціонального стану людини та соціальної взаємодії. Моделювання кінетики оборотної хімічної реакції засобами MathCAD. Моделювання взаємодії лікарських засобів засобами MathCAD. Моделювання гідродинаміки потоку біологічної речовини за допомогою коміркової моделі. Дослідження температурних режимів проходження ферментативних реакцій засобами MathCAD.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт; підготовка до модульного контролю.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

6. Методи навчання

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

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях, письмового та модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модулі 1			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	7	0...35
Модульний контроль	0...15	1	0...15

Модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	7	0...35
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Усього за 4-й семестр			0...100

Семестровий контроль (*іспит*) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту (виконання усіх практичних робіт). Під час складання семестрового іспиту здобувач освіти 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.

Таблиця 8.3 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

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

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Виставляється, якщо студент відпрацював та захистив всі практичні роботи, засвоїв основні поняттями 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.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnudobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchidokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

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.

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.

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

11. Рекомендована література

Базова

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

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

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

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

Допоміжна

Методи обчислення та моделювання на ЕОМ=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.

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

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

Чумаченко Д. І., Чумаченко Т. О. Математичні моделі та методи прогнозування епідемічних процесів: монографія. – Харків: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 180 с.

12. Інформаційні ресурси

Інформаційний портал кафедри 502, <https://new.nk502.xai.edu.ua/>