

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМІРЬСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК8- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
інформаційно-комп'ютерних
технологій

27 серпня 2023 р.,
протокол № 5

Голова Вченої ради
Тетяна НІКІТЧУК



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Моделювання сигналів та процесів в біосистемах»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»
освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія»
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

Схвалено на засіданні кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях
28 серпня 2023 р.
протокол № 7

В.о. завідувача кафедри
Чухов Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної
програми
Коренівська Оксана КОРЕНІВСЬКА

Розробник: к.т.н, доцент кафедри комп'ютерних технологій
у медицині та телекомунікаціях КОРЕНІВСЬКА Оксана

Житомир
2023 – 2024 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК8 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 2

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»	Нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність 163 «Біомедична інженерія»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		1	-
Загальна кількість годин – 150		Семестр	
		1	—
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 4 самостійної роботи – 5,4	Освітній ступінь «магістр»	Лекції	
		32 год.	-
		Практичні	
		32 год.	-
		Лабораторні	
		год.	-
		Самостійна робота	
86 год.	-		
Вид контролю: екзамен			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 43 % аудиторних занять, 57 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК8 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 3

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни

Дисципліна розглядає принципи й методи побудови моделей процесів в біосистемах та самих біосистем. У ній вивчаються методологія й технологія машинного моделювання систем, формалізація й алгоритмізація процесів функціонування автоматизованих систем обробки інформації й керування, організація статистичного моделювання на ЕОМ, інструментальні засоби моделювання. Значна увага приділяється питанням імітаційного моделювання біосистем.

Мета вивчення дисципліни складається в освоєнні студентами методології й технології моделювання (у першу чергу комп'ютерного) при дослідженні, проектуванні й експлуатації біосистем.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 163 «Біомедична інженерія»:

ЗК-3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

СК-1. Здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосуванням методів математики, природничих та інженерних наук.

СК-2. Здатність розробляти робочу гіпотезу, планувати і ставити експерименти для перевірки гіпотези і досягнення інженерної мети за допомогою відповідних технологій, технічних засобів та інструментів.

СК-3. Здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій.

СК-5. Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»:

РН-2. Аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій.

РН-5. Оцінювати біологічні і технічні аспекти та наслідки взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з біологічними системами, передбачувати їх взаємний вплив, правові, деонтологічні і морально-етичні наслідки використання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК8 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 4

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль. 1. Основні визначення та задачі математичного моделювання біосистем.

Тема 1. Введення в математичне моделювання. Моделювання як метод наукового пізнання.

Поняття моделі та моделювання. Види моделей та моделювання. Об'єкти, цілі, задачі та методи математичного моделювання. Етапи моделювання. Формалізація задач.

Тема 2. Математичні моделі та моделювання

Створення математичної моделі. Методи побудови, класифікація, характеристики математичних моделей. Переваги математичного моделювання. Форми представлення математичних моделей.

Тема №3. Вибір параметрів математичної моделі

Лінійно параметризовані моделі. Перетворення статичних моделей. Перетворення динамічних моделей. Адаптивні моделі та рекурентні методи.

Тема №4. Теорія множин в моделюванні

Поняття та види множин, основні дії над множинами, приклади застосування в моделюванні

Тема №5. Теорія графів в моделюванні

Поняття та види графів, правила складання, приклади застосування в моделюванні

Тема №6. Теорія подібності в моделюванні

Поняття та критерії подібності, теореми подібності, приклади застосування в моделюванні

Змістовний модуль 2. Моделювання властивостей та процесів біосистем

Тема № 7 Моделювання пасивних електричних властивостей тканин організму

Моделі пасивних електричних властивостей тканин організму, їх математичний опис та результати моделювання.

Тема № 8. Математичне моделювання епідемічного процесу.

Види моделювання. Простіша модель. Модель з врахуванням зміни зараження. Модель з періодичною зміною імовірності передачі інфекції.

Тема № 9. Математичне моделювання розподілу в організмі ліків

Опис фармакокінетичної моделі. Математичний апарат. Моделювання при впливі різних факторів.

Тема № 10 Математичне моделювання гемодинаміки.

Цілі моделювання. Модель Франка. Резистивна модель гемодинаміки при зміні розмірів судин. Модель кровотоку при фільтраційно-реадсорбційних процесах

Тема № 11. Моделювання зміни чисельності популяції. Модель природного росту.

Види моделювання зміни чисельності популяції. Модель природного росту. Модель з врахуванням внутрішньовидової боротьби. Модель „хижак-жертва”.

Змістовний модуль 3. Програмні середовища для моделювання процесів в біосистемах

Тема № 12. Математичне моделювання в середовищі Matlab.

Можливості середовища Matlab. Бібліотеки моделювання та функції. Програмування в Matlab.

Тема № 13. . Математичне моделювання в середовищі MathCad.

Можливості середовища MathCad. Бібліотеки моделювання та функції. Програмування в MathCad.

Тема № 14. Знайомство з іншими середовищами моделювання.

Огляд можливостей середовищ Femlab, AutoCad, MicroWave Office, Maple, Mathematica.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК8 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 5

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Кредитні модулі	Змістовні модулі	Кількість годин			
		Денна форма			
		Всього	Лекції	Практичні	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6
№ 1	ЗМ. 1. Основні визначення та задачі математичного моделювання біосистем				
	Тема 1. Введення в математичне моделювання Моделювання як метод наукового пізнання. Поняття моделі та моделювання. Види моделей та моделювання. Об'єкти, цілі, задачі та методи математичного моделювання. Етапи моделювання. Формалізація задач.	4	2	-	2
	Тема 2. Математичні моделі та моделювання Створення математичної моделі. Методи побудови, класифікація, характеристики математичних моделей. Переваги математичного моделювання. Форми представлення математичних моделей.	5	2	-	3
	Тема №3. Вибір параметрів математичної моделі Лінійно параметризовані моделі. Перетворення статичних моделей. Перетворення динамічних моделей. Адаптивні моделі та рекурентні методи.	6	2	-	4
	Тема №4. Теорія множин в моделюванні Поняття та види множин, основні дії над множинами, приклади застосування в моделюванні	7	2	-	5
	Тема №5. Теорія графів в моделюванні Поняття та види графів, правила складання, приклади застосування в моделюванні	7	2	-	5
	Тема №6. Теорія подібності в моделюванні Поняття та критерії подібності, теореми подібності, приклади застосування в моделюванні	7	2	-	5
	Разом змістовий модуль 1	36	12	-	24
№ 2	ЗМ 2. Моделювання властивостей та процесів біосистем				
	Тема № 7 Моделювання пасивних електричних властивостей тканин організму Моделі пасивних електричних властивостей тканин організму, їх математичний опис та результати моделювання.	12	2	-	10
	Тема № 8. Математичне моделювання епідемічного процесу. Види моделювання. Простіша модель. Модель з врахуванням зміни зараження. Модель з періодичною зміною імовірності передачі інфекції.	14	2	4	8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК8 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 6

	Тема № 9. Математичне моделювання розподілу в організмі ліків Опис фармакокінетичної моделі. Математичний апарат. Моделювання при впливі різних факторів.	14	2	4	8
	Тема № 10 Математичне моделювання гемодинаміки. Цілі моделювання. Модель Франка. Резистивна модель гемодинаміки при зміні розмірів судин. Модель кровотоку при фільтраційно-реадсорбних процесах	26	4	12	10
	Тема № 11. Моделювання зміни чисельності популяції. Модель природного росту. Види моделювання зміни чисельності популяції. Модель природного росту. Модель з врахуванням внутрішньовидової боротьби. Модель „хижак-жертва”.	20	4	6	10
	Разом змістовий модуль 2	86	14	26	46
	ЗМ 3. Програмні середовища для моделювання процесів в біосистемах				
№ 3	Тема № 12. Математичне моделювання в середовищі Matlab. Можливості середовища Matlab. Бібліотеки моделювання та функції. Програмування в Matlab.	9	2	2	5
	Тема № 13. Математичне моделювання в середовищі MathCad. Можливості середовища MathCad. Бібліотеки моделювання та функції. Програмування в MathCad.	11	2	4	5
	Тема № 14. Знайомство з іншими середовищами моделювання. Огляд можливостей середовищ Femlab, AutoCad, MicroWave Office, Maple, Mathematica тощо	8	2	-	6
	Разом змістовий модуль 3	28	6	6	16
	ВСЬОГО	150	32	32	86

5. Теми практичних занять

Тема роботи	Години
Практична робота №1 Знайомство з середовищем MathCad	4
Практична робота №2 Знайомство з середовищем Matlab	4
Практична робота №3 Моделювання зміни чисельності популяції. Модель природного росту (модель Мальтуса)	2
Практична робота №4 Моделювання зміни чисельності популяції з врахуванням внутрішньовидової конкуренції (модель Ферхюльста)	2
Практична робота №5 Модель «хижак-жертва» " (модель Вольтерра)	2
Практична робота №6 Математичне моделювання епідемічного процесу	4
Практична робота №7 Математичне моделювання розподілу в організмі ліків. Фармакокінетична модель	2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК8 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 7

Практична робота №8 Математичне моделювання гемодинаміки на прикладі моделі Франка.	4
Практична робота №9 Резистивна модель гемодинаміки при зміні просвіту судин	4
Практична робота №10 Моделювання процесу дифузії. Модель фільтраційно-реабсорбційних процесів в капілярах	4
Разом	32

6. Завдання для самостійної роботи

Самостійна робота включає наступні види робіт:

- опрацювання лекційного матеріалу,
- підготовка до виконання практичних робіт,
- виконання практичних робіт, їх захист ,
- підготовка до контрольних модульних робіт.

7. Самостійна робота студентів

Вид самостійної роботи	Кіл-ть годин	Контрольні заходи	Термін виконання
Опрацювання лекційного матеріалу	16	Усне опитування Проведення контрольних робіт	Протягом семестру
Підготовка до практичних робіт	16	Усне опитування Проведення контрольних робіт	Протягом семестру
Самостійне вивчення матеріалу	39	Усне опитування Проведення контрольних робіт	Протягом семестру
Підготовка до контрольних робіт	15	Проведення 3-х контрольних робіт	Протягом семестру
Разом	86		

Питання, які виносяться на СРС

1. Способи представлення моделей

Представлення моделей. Опис системи у вигляді сукупностей множин. Структурні та функціональні моделі, представлення зв'язків та властивостей в цих видах моделей. Математика в інженерній справі. – 10 год.

Література: основна [3. п.1.1, 1.12], додаткова [4. п.1.2].

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК8 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 8

2. Моделювання систем за допомогою методу розмірності

Основні поняття теорії розмірності. Побудова ММ методом розмірності. Використання теорем подібності для визначення критеріїв розмірності. – 10 год.

Література: основна [3. п.1.3, 1.13], додаткова [4. п.1.3].

3. Основи теорії графів

Графи. Дерева. Анатомія графів Представлення ММ у вигляді графів, побудова графів та дерева графів. Представлення графічної інформації в аналітичному вигляді. Переваги графічного представлення інформації. – 9 год.

Література: основна [1. п.10.1,2, п.10.3,4], додаткова [4. п. 1.4, п.4.1].

4. Моделі оптимізації та їх використання в комп'ютерному середовищі. – 10 год. Література: основна [4. п.11].

7. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

8. Методи навчання

Під час навчання використовуються наступні методи: Словесні – лекції, бесіда, самостійна робота з підручниками. Наочні – демонстрація, ілюстрація. Практичні – практичні роботи.

Використовуються методи дистанційного навчання: відеоконференції в форматі лекцій через платформи Moodle, Google Meet; індивідуальне і групове консультування; он-лайн тестування; відеозаписи лекцій і практичних занять; спільна робота студентів і викладача з додатками, комп'ютерними програмами.

Освітній процес побудований на сполученні лекційних та практичних занять з самостійною роботою студентів. Лекційні заняття призначені для теоретичного осмислення й узагальнення складних розділів курсу. Практичні заняття призначені для детального розв'язку задач з теорії моделювання процесів в біосистемах. На практичних роботах використовуються проблемний, частково-пошуковий та дослідницький методи навчання. Для полегшення засвоєння матеріалу використовуються технічні засоби, інформаційно-комунікаційні технології.

9. Методи контролю

Навчальні досягнення студентів з дисципліни оцінюються за рейтинговою системою, в основу якої покладено принцип поопераційної звітності, накопичувальної системи оцінювання рівня знань, умінь та навичок.

Контроль складається з поточного контролю виконання студентами

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК8 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 9

самостійної роботи, контролю виконання практичних робіт та підсумкового контролю, в тому числі у вигляді комп'ютерних тестів. Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних робіт для перевірки рівня підготовки студента до виконання конкретної роботи. Форма проведення поточного контролю: усне індивідуальне опитування, вирішення ситуаційних задач, виконання практичної роботи. Підсумковий контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу у вигляді тестів. Методи самоконтролю: уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

Контроль успішності студентів з урахуванням поточного і підсумкового оцінювання здійснюється відповідно до таблиці розподілу балів дисципліни, де зазначено види контролю і кількість балів за видами. Систему рейтингових балів для різних видів контролю та порядок їх переведення у національну та європейську (ECTS) шкалу подано нижче у таблиці шкала оцінювання.

10. Розподіл балів

Вид модулю	Вид роботи	Кількість	Оцінювання роботи	Максимальна кількість балів за модулі
Аудиторний модуль	Активна участь у роботі	8	1 бал	8 балів
	Контрольна робота	2	15 балів	30 балів
	Перевірка СРС	1	4 бали	4 бали
Практичний модуль	Активна участь у роботі	8	1 бал	8 балів
	Виконання завдань виданих викладачем	8	5 балів	40 балів
Разом				100 балів

Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Бали
A	Відмінно	90-100
B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FX	Незадовільно	35-59
F		0-34

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК8 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 10

11. Рекомендована література

Основна література

1. Медична і біологічна фізика: Навчальний посібник / Е.І. Сливко, О.З. Мельнікова, О.З.Іванченко, Н.С. Біляк. – Запоріжжя, 2018.- 291 с.
2. Суховірська Л.П., Лунгол О.М. Основи гідродинаміки і гемодинаміки: методичні вказівки – Кропивницький: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2018. – 144 с.
3. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання. Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – К.:КНЕУ.
4. Тиш Є.В., Лупенко С.А. Математичне моделювання, методи аналізу та комп'ютерної імітації серцевого ритму при фізичних навантаженнях пацієнта / Є.В. Тиш, С.А. Лупенко. – Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2020. – 148 с.
5. Чумаченко Д.І., Чумаченко Т.О. Математичні моделі та методи прогнозування епідемічних процесів: монографія. – Харків: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 180 с.
6. Основи біологічної фізики та медична апаратура: навчальний посібник / В. Г. Книгавко, О. В. Зайцева, М. А. Бондаренко та ін.: за ред. проф. В. Г. Книгавка. – Харків : ХНМУ, 2020. – 176 с.
7. Гліненко Л. К., Павлиш В. А., Фаст В. М., Яковенко Є. І. Основи біотехнічних систем та їх моделювання / Гліненко Л. К., Павлиш В. А., Фаст В. М., Яковенко Є. І. /Львів: Львівська політехніка, 2020. – 380 с.
8. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання. Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – К.:КНЕУ.

Додаткова література

1. Павленко П.М., Філоненко С.Ф., Чередніков О.М., Трейтяк В.В./ Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.
2. Моделювання інформаційно-вимірювальних систем: Конспект лекцій. Кравченко І.В. – К.: НТУУ «КПІ», 2017. – 79 с.

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

Освітній портал Житомирської політехніки <https://learn.ztu.edu.ua/>