

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра фізики

«УЗГОДЖЕНО»

Гарант освітньо-професійної програми
«Біологія»

_____ **Галина ЄРОШЕНКО**

« _____ » _____ 2024 року

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Голова вченої ради міжнародного
факультету

_____ **Л. В. Буря**

Протокол від _____ 2024 № _____

СИЛАБУС

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

нормативна дисципліна

(дисципліна нормативна/ вибіркова)

рівень вищої освіти

галузь знань

спеціальність

кваліфікація освітня

освітньо-професійна програма

форма навчання

курс(и) та семестр(и) вивчення навчальної
дисципліни

другий (магістерський) рівень вищої освіти

09 «Біологія»

091 «Біологія та біохімія»

магістр з біології

«Біологія»

Заочна (дистанційна)

I курс – I семестр

«УХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри фізики

Зав. кафедри _____ **Олена СІЛКОВА**

Протокол від _____ 20__ № _____

Полтава – 2024 рік

ДАНІ ПРО ВИКЛАДАЧІВ, ЯКІ ВИКЛАДАЮТЬ НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ

Прізвище, ім'я, по батькові викладачів, науковий ступінь, учене звання	Сілкова Олена Вікторівна – к. пед. н., доцент Ісичко Людмила Володимирівна – к. пед. н., доцент Коровіна Лідія Дмитрівна – к. б. н., старший викладач Макаренко Олександр Володимирович – к. пед. н., доцент
Профайл викладача (викладачів)	https://www.pdmu.edu.ua/fakultets/foreign-students/kafedry/med-inform/workers
Контактний телефон	(0532)68-73-86
E-mail:	med_inform@pdmu.edu.ua
Сторінка кафедри на сайті ПДМУ	https://www.pdmu.edu.ua/fakultets/foreign-students/kafedry/med-inform

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Обсяг навчальної дисципліни

Кількість кредитів / годин – **3,0 / 90**, із них:

Лекції (год.) – **4**

Практичні (год.) – **8**

Консультації (год.) – **6**

Самостійна робота (год.) – **72**

Вид контролю: **Підсумковий модульний контроль**

Політика навчальної дисципліни

Для успішного проходження курсу та складання підсумкового модульного контролю необхідним є відвідування та прослуховування лекцій, вчасне вивчення навчального матеріалу у повному обсязі згідно з планом практичних занять та виконання самостійної роботи.

Для успішного засвоєння навчального матеріалу студент зобов'язаний:

- приходити на заняття вчасно;
- відвідати усі практичні заняття (у разі відсутності – відпрацювати);
- самостійно освоїти матеріал пропущеного заняття;
- сумлінно готуватися до заняття;
- активно працювати на занятті;
- відключати телефон на занятті (якщо немає потреби у його використанні);
- бути чемним, толерантним та ввічливим, відкритим до конструктивної дискусії;
- не допускати порушення академічної доброчесності під час проектної, індивідуальної та самостійної діяльності.

При організації освітнього процесу в ПДМУ викладачі і здобувачі освіти діють відповідно до «Положення про організацію освітнього процесу в Полтавському державному медичному університеті», «Положення про академічну доброчесність» та інших діючих нормативних документів, розташованих на сайті університету: <https://www.pdmu.edu.ua/n-process/department-npr/normativni-dokumenti>

Проведення освітнього процесу за дисципліною «Комп'ютерне моделювання біологічних процесів» відбувається з використанням технологій дистанційного навчання, зокрема лекції та практичні заняття проводяться з використанням платформи ZOOM, Google Meet, Google Classroom та ін.

Опис навчальної дисципліни.

Навчальна дисципліна присвячена вивченню ролі сучасних інформаційних технологій та комп'ютерного моделювання у біології. Надаються знання теоретичних і прикладних аспектів використання комп'ютерних програм, баз даних і сучасних інформаційних технологій, а також комп'ютерного моделювання в біологічних дослідженнях. Студенти отримують практичні навички застосування цих інструментів для отримання, аналізу, представлення і зберігання біологічної інформації, а також для створення і валідації комп'ютерних моделей, які допомагають в розумінні складних біологічних процесів і прогнозуванні їхнього перебігу.

Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни:

- базується на вивченні навчальних дисциплін: біофізика, математичні методи в біології, інформатики й інтегрується з цими дисциплінами;
- передбачає формування умінь застосовувати знання інформаційних технологій в процесі подальшого навчання та у професійній діяльності та сприяє вивченню молекулярної біології, популяційної біології та екології.

Мета та завдання навчальної дисципліни.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання біологічних процесів» є:

1. Формування у студентів розуміння сутності інформації, інформатики та інформаційних процесів в контексті їх застосування у біології.
2. Надання студентам знань про сучасні інформаційні технології і їх роль у біологічних дослідженнях.
3. Вивчення принципів створення та використання комп'ютерних моделей у біології, включаючи засоби зберігання та пошуку інформації.
4. Навчання студентів побудові інформаційних моделей для обробки та аналізу біологічних даних, а також застосуванню сучасних інформаційних технологій у професійній діяльності в галузі біології.

– основними завданнями вивчення дисципліни є:

1. Розвиток знань, умінь і навичок, необхідних для ефективного використання системного та прикладного програмного забезпечення у біологічних дослідженнях.
2. Ознайомлення з можливостями нових інформаційно-комунікаційних технологій у біології та перспективами розвитку цифрових технологій у майбутньому.
3. Розвиток навичок використання Інтернету для пошуку інформації та аналізу складних біологічних проблем, що потребують сучасних методів вирішення.
4. Вивчення математичних методів, програмних і технічних засобів для математичної статистики та інформатики, які застосовуються на різних етапах моделювання та аналізу біологічних даних.
5. Ознайомлення здобувачів вищої освіти зі сучасними комп'ютерними технологіями, що використовуються в біології.
6. Опанування студентами комп'ютерними технологіями візуалізації та

статистичного аналізу даних біологічних досліджень.

7. Ознайомлення здобувачів вищої освіти з основними вимогами інформаційної безпеки в контексті комп'ютерного моделювання біологічних процесів.

Компетентності та результати навчання згідно з освітньо-професійною програмою, формуванню яких сприяє дисципліна.

Згідно з вимогами освітньої програми, дисципліна «Комп'ютерне моделювання біологічних процесів» забезпечує набуття здобувачами освіти таких компетентностей:

інтегральні: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування законів, теорій та методів біологічної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальні:

ЗК02. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК06. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

спеціальні (фахові, предметні):

СК01. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та інноваційної діяльності.

СК02. Здатність формулювати задачі моделювання, створювати моделі об'єктів і процесів на прикладі різних рівнів організації живого із використанням математичних методів й інформаційних технологій.

СК03. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.

СК04. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.

СК05. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи з використанням сучасних методів та обладнання.

Програмні результати навчання.

ПР1. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для спілкування з професійних питань та презентації результатів власних досліджень.

ПР4. Розв'язувати складні задачі в галузі біології, генерувати та оцінювати ідеї.

ПР6. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організменному, популяційно-видовому та біосферному рівнях з точки зору фундаментальних загальнонаукових знань, а також за використання спеціальних сучасних методів досліджень.

ПР7. Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників.

ПР14. Дотримуватись норм академічної доброчесності під час навчання та провадження наукової діяльності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності.

Результати навчання для дисципліни:

По завершенню вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти повинні:

знати: принципи застосування сучасних інформаційних технологій у біології; сучасні інструменти та ресурси інформаційних технологій, які застосовуються з метою моделювання у біологічних дослідженнях; основні принципи роботи з спеціалізованим програмним забезпеченням для створення та аналізу біологічних моделей; техніки та методи математичного моделювання біологічних процесів різних системних рівнів за допомогою комп'ютерних програм; етапи планування модельного експерименту в біології, а також різні підходи до цього процесу.

вміти: ефективно використовувати інформаційні технології в щоденній роботі біолога; застосовувати програми для автоматизації математичних обчислень з метою моделювання біологічних процесів та вирішення завдань у біології; використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для аналізу біологічних даних; здійснювати обчислення, сортування, групування даних та візуалізацію інформації, а також представляти результати модельних експериментів в біології за допомогою програмних засобів.

Тематичний план лекцій (за модулями) із зазначенням основних питань, що розглядаються на лекції

№ п/п	Назва теми	К-ть годин
Модуль 1. Комп'ютерне моделювання біологічних процесів		
1	<p>Основи комп'ютерного моделювання біологічних процесів</p> <p>1. Введення в комп'ютерне моделювання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Визначення та значення моделювання. - Історія та розвиток комп'ютерного моделювання біологічних процесів. <p>2. Основні поняття та методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Типи моделей: математичні, імітаційні, структурні. - приклади успішних моделей у біології. <p>3. Програмне забезпечення та інструменти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - огляд популярних програм (GROMACS, COPASI та інші). - Практичне застосування та приклади. 	2
2	<p>Застосування комп'ютерного моделювання в біологічних дослідженнях</p> <p>1. Молекулярне моделювання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Моделювання біомолекул: білків, нуклеїнових кислот. - методи молекулярної динаміки. <p>2. Клітинне та системне моделювання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Моделювання клітинних процесів: метаболічні шляхи, сигнальні каскади. - Моделювання органів та систем органів. <p>3. Екологічне та еволюційне моделювання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Моделювання популяцій та екосистем. - Еволюційні моделі та їх застосування. <p>4. Приклади досліджень та майбутні напрямки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приклади з реальних досліджень. <p>5. Перспективи та виклики у галузі комп'ютерного моделювання біологічних процесів.</p>	2
Разом		4

Тематичний план семінарських занять за модулями і змістовими модулями із зазначенням основних питань, що розглядаються на семінарському занятті – семінарські заняття програмою не передбачено.

Тематичний план практичних занять за модулями і змістовими модулями із зазначенням основних питань, що розглядаються на практичному занятті

№ п/п	Назва теми	К-ть годин
Модуль 1. Комп'ютерне моделювання біологічних процесів		
1	<i>Введення в комп'ютерне моделювання</i> Поняття «модель». Види моделей. Моделювання біологічних процесів: базові поняття. Ознайомлення з основними поняттями та інструментами комп'ютерного моделювання.	2
2	<i>Молекулярне моделювання</i> Вивчення методів молекулярної динаміки. Створення простої моделі біологічного процесу. Моделювання структури білків та нуклеїнових кислот. Проведення симуляцій молекулярної динаміки. Аналіз результатів. Приклади моделей.	2
3	<i>Моделювання систем клітинних процесів.</i> Створення моделей метаболічних шляхів та сигнальних каскадів. Використання програмного забезпечення для клітинного моделювання. Аналіз та інтерпретація даних. Приклади клітинних моделей.	2
4	Підсумковий модульний контроль	2

План проведення консультацій

№ п/п	Назва теми	К-ть годин
1.	Консультація №1	2
2.	Консультація №2	2
3.	Консультація №3	2

Самостійна робота.

Самостійна робота включає в себе теоретичне вивчення і аналіз навчальної літератури та розрахункові завдання, що доповнюють роботу на практичних заняттях. Завдання для самостійного опрацювання входять в структуру практичних занять та оцінюються в процесі виконання навчальних завдань.

№ п/п	Назва теми	К-ть годин
1.	Підготовка до практичних занять – теоретична підготовка та опрацювання практичних навичок	14
2.	Підготовка до підсумкового модульного контролю	6
3.	Підготовка до консультацій	12
4.	Опрацювання тем, що не входять до плану аудиторних занять.	40

Тематичний план самостійних занять за модулями і змістовими модулями із зазначенням основних питань, що розглядаються на занятті

№ п/п	Назва теми	К-ть годин
Модуль 1. Комп'ютерне моделювання біологічних процесів		
<i>Змістовний модуль №1. Загальні питання комп'ютерного моделювання біологічних процесів</i>		
1.	<i>Введення в комп'ютерне моделювання</i> Основні поняття комп'ютерного моделювання та моделювання систем. Класифікація моделей. Види моделей і їхні особливості (лінгвістичні, математичні, програмні, імітаційні, натурні, структурні, фізичні). Теоретичні та методологічні основи моделювання в біології. Моделювання в біології та біоінформатика. Функції комп'ютера при моделюванні. Особливості комп'ютерного моделювання. Етапи комп'ютерного моделювання. Методологічні аспекти моделювання. Типи моделювання. Характеристики основних методів моделювання інформаційних процесів та систем. Критичний аналіз припущень та обґрунтованості моделі. Основні тенденції розвитку моделювання систем у біології та медицині. Графічні моделі в біології. Види графічних моделей та їх призначення. Комп'ютерні графічні моделі. Програмне забезпечення BOO3 Health Mapper. Засоби 3D-моделювання.	6
2.	<i>Основи моделювання систем.</i> Класифікація моделей складних систем. Математичні моделі в біології. Аналіз даних моделювання. Приклади застосування обчислювального експерименту. Приклади успішних моделей у біології.	6

3.	<p>Практична реалізація та комп'ютерний експеримент у моделюванні. Етапи обчислювального експерименту. Математичний інструментарій та програмне забезпечення обчислювального експерименту. Лінійність та нелінійність розв'язуваних задач. Циклічність експерименту. Віртуальні експерименти у біології. Загальні характеристики програмних засобів, що використовуються для моделювання різноманітних процесів і явищ. Загальні характеристики систем комп'ютерної математики, програмних засобів для імітаційного моделювання.</p>	6
Змістовний модуль №2. Типові задачі моделювання біологічних процесів		
4.	<p>Моделювання популяційної динаміки. Екологічне моделювання. Модель природного росту чисельності популяції (модель Мальтуса). Модель зміни чисельності популяції з урахуванням конкуренції між особинами (модель Ферхюльста). Стохастична модель "хижак-жертва" (модель Вольтерра). Чисельний аналіз моделі «хижак-жертва»: побудова фазових діаграм. Моделювання популяцій та екосистем. Створення моделей динаміки популяції. Аналіз впливу різних факторів на екосистеми. Приклади екологічних моделей. Програмне забезпечення для екологічного моделювання (наприклад, NetLogo та Health Mapper). Використання комп'ютерного моделювання в екології для розрахунків впливу людської діяльності на довкілля.</p>	6
5.	<p>Молекулярне моделювання. Молекулярна динаміка. Моделювання структури білків. Моделювання нуклеїнових кислот. Методи аналізу молекулярних моделей. Моделювання метаболічних шляхів. Сигнальні каскади у клітинах. Автономні диференціальні рівняння в біологічному моделюванні. Фармакокінетична модель</p>	5
6.	<p>Моделювання роботи органів і систем. Моделювання серцево-судинної системи. Реологічні властивості крові. Основні закони гемодинаміки. Біофізичні функції елементів серцево-судинної системи. Кінетика кровотоку в еластичних судинах. Пульсова хвиля. Модель Франка. Динаміка руху крові в капілярах. Фільтраційно-реабсорбційні процеси.</p>	5

7.	<p>Штучний інтелект і моделювання. Поняття штучного інтелекту, його особливості, методи реалізації. Експертні системи. Моделювання нервової системи. Модель нейрона. Нейромережі. Мови програмування, що застосовуються для створення засобів штучного інтелекту (R, Python). Нейромережі як моделі функціонування відділів центральної нервової системи.</p> <p>Нейромережі як моделі когнітивної діяльності людини.</p> <p>Нейромережі та віртуальна реальність у біології. Їх застосування у галузі біології.</p> <p>Перспективні напрямки досліджень у галузі комп'ютерного моделювання.</p> <p>Етичні питання у комп'ютерному моделюванні.</p>	6
Разом		40

Індивідуальні завдання – програмою не передбачено.

Перелік теоретичних питань для підготовки студентів до підсумкового модульного контролю.

Модуль 1. Комп'ютерне моделювання біологічних процесів

1. Поняття моделі та моделювання.
2. Об'єкти, цілі та методи моделювання.
3. Моделі у різних науках. Фізичні та математичні моделі.
4. Види моделей.
5. Комп'ютерне моделювання та галузі його застосування.
6. Класифікація комп'ютерних моделей.
7. Етапи побудови комп'ютерної моделі.
8. Методи та принципи комп'ютерного моделювання.
9. Комп'ютерне моделювання в біології та екології.
10. Специфіка моделювання живих систем.
11. Приклади різних комп'ютерних моделей, що застосовуються в біології та екології.
12. Глобальні моделі.
13. Комп'ютерне моделювання як засіб екологічного прогнозування.
14. Предмет комп'ютерного моделювання. Основні поняття комп'ютерного моделювання біологічних процесів. Історія розвитку комп'ютерного моделювання.
15. Сучасний стан методів комп'ютерного моделювання біологічних процесів. Програмні засоби комп'ютерного моделювання біологічних процесів.
16. Визначення поняття системи. Властивості систем. Типи систем. Біологічні системи. Системний аналіз.
17. Виділення компонентів системи. Системний аналіз
18. Зв'язки між компонентами системи. Системний аналіз
- 19.3. Зв'язки системи із зовнішнім середовищем.
20. Визначення мети комп'ютерного моделювання. Основні вимоги до комп'ютерного моделювання.
21. Особливості комп'ютерного моделювання біологічних явищ. Поняття

комп'ютерної моделі.

22. Етапи створення комп'ютерної моделі. Приклади моделей біологічних явищ.
23. Визначення динаміки системи. Рівноважні стани. Моделювання біологічних процесів за допомогою диференціальних рівнянь.
24. Моделювання популяційних процесів за допомогою диференціальних рівнянь.
25. Типові динамічні моделі в біології.
26. Модель Лоткі-Вольтерра.
27. Моделювання морфогенезу та популяційних процесів.
28. Екологічне моделювання. Моделювання популяцій та екосистем. Створення моделей динаміки популяції. Програмне забезпечення для екологічного моделювання.
29. Моделювання структури білків, нуклеїнових кислот.
30. Методи аналізу молекулярних моделей.
31. Моделювання метаболічних шляхів.
32. Моделювання ракових клітин та росту пухлин.
33. Моделювання роботи органів.
34. Моделювання серцево-судинної системи.
35. Поняття штучного інтелекту. Програмне забезпечення для вирішення задач створення штучного інтелекту.
36. Штучні нейронні мережі, будова, класифікація. Концепція глибоких нейронних мереж.
37. Нейромережі, принципи навчання нейромереж.
38. Використання нейромереж з метою моделювання біологічних процесів
39. Класифікація біологічних та медичних даних на основі нейронних мереж, лінійного дискримінантного аналізу, баєсових моделей.
40. Програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання.

Перелік практичних навичок до підсумкового модульного контролю.

Модуль 1. Комп'ютерне моделювання біологічних процесів

1. Трактувати поняття моделі та моделювання.
2. Пояснювати об'єкти, цілі та методи моделювання.
3. Трактувати сучасний стан методів комп'ютерного моделювання біологічних процесів.
4. Трактувати поняття системи.
5. Уміти визначати компоненти і зв'язки біологічних систем.
6. Формулювати прямі та зворотні класи завдань, пов'язані із моделями.
7. Трактувати поняття динаміки системи.
8. Уміти пояснювати основні моделі популяційної динаміки.
9. Пояснювати принципи моделювання популяційних процесів за допомогою диференціальних рівнянь.
10. Пояснювати принципи моделювання біохімічних процесів та метаболічних шляхів.
11. Здійснювати побудову і аналіз основних популяційних моделей.
12. Пояснювати принципи моделювання роботи органів та систем організму.
13. Аналізувати принципи моделювання поширення епідемій
14. Інтерпретувати графічні результати моделювання.
15. Формулювати принципи дослідження структури та функцій біологічних

мереж.

16. Пояснювати особливості використання динамічних моделей для дослідження поширення захворювань та еволюції патогенів.
17. Уміти обґрунтувати математичне моделювання як засіб екологічного прогнозування.
18. Пояснювати особливості імітаційного моделювання, доцільність його застосування в екології та структуру імітаційних моделей.
19. Пояснювати принципи побудови та навчання нейромереж.

Методи навчання

У процесі навчання використовується широкий спектр традиційних та інноваційних методів навчання. Виходячи з домінуючої у сучасній дидактиці класифікації методів навчання за типом пізнавальної діяльності, рекомендується використовувати такі методи:

- пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) метод;
- репродуктивний;
- метод проблемного викладу;
- частково-пошуковий (евристичний) метод;
- дослідницький метод;
- інтерактивний метод.

Методи контролю

- усне опитування (індивідуальне та фронтальне);
- комбіноване (ущільнене) опитування;
- контроль практичних умінь та навичок;
- самоконтроль;
- контроль виконання індивідуальних завдань;
- тестовий контроль.

Форма підсумкового контролю успішності навчання

Підсумковий модульний контроль

Система поточного та підсумкового контролю

На кожному практичному занятті здійснюється поточний контроль знань відповідно конкретним цілям теми. На практичних заняттях оцінюються теоретична, практична підготовка та СРС (самостійна робота студента) як підготовка до аудиторних занять.

Оцінка успішності є інтегрованою (оцінюються всі види роботи студента як під час підготовки до заняття, так і під час заняття) за критеріями, які доводяться до відома студентів на початку вивчення відповідної дисципліни.

Критерії оцінювання знань студентів з дисципліни визначаються згідно стандартизованих узагальнених критеріїв оцінювання знань здобувачів вищої освіти в ПДМУ (таблиця 1).

Стандартизовані узагальнені критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти в ПДМУ

За 4-бальною шкалою	Оцінка в ЕКТС	Критерії оцінювання
5 (відмінно)	А	Здобувач освіти виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили, володіє не менш ніж 90% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
4 (добре)	В	Здобувач освіти вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартизованих ситуаціях, самостійно виправляє помилки, кількість яких незначна, володіє не менш ніж 85% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
	С	Здобувач освіти вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом науково-педагогічного працівника, в цілому самостійно застосовувати її на практиці, контролювати власну діяльність, виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок, володіє не менш ніж 75% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
3 (задовільно)	D	Здобувач освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень з допомогою науково-педагогічного працівника може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих, володіє не менш ніж 65% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
	E	Здобувач освіти володіє навчальним матеріалом на рівні вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, володіє не менш ніж 60% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
2 (незадовільно)	FX	Здобувач освіти володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину матеріалу, володіє менш ніж 60% знань з теми як по час опитування, та усіх видів контролю.

F	Здобувач освіти володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, володіє менш ніж 60% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
---	---

Конвертація поточної оцінки, виставленої за традиційною 4-бальною шкалою, в багатобальну на кожному занятті не проводиться.

Конвертація оцінки за традиційною 4-бальною шкалою у багатобальну (максимум 120 балів) проводиться лише після поточного заняття, яке передує підсумковому модульному контролю. Конвертація проводиться за таким алгоритмом:

- підраховується середня оцінка студента за традиційною 4-бальною шкалою, отримана протягом поточних занять, що належать до цього модулю (з точністю до сотих балу);
- середній бал поточної успішності розраховується на загальну кількість занять у модулі, а не на фактично відвідану студентом;
- для одержання конвертованої багатобальної сумарної оцінки поточної успішності за модуль використовується підрахована середня оцінка за модуль, отримана за традиційною 4-бальною шкалою, помножена на коефіцієнт 24. Винятком є випадок, коли середня за традиційною 4-бальною шкалою оцінка становить 2 бали. У цьому разі студент отримує 0 балів за багатобальною шкалою, або для одержання конвертованої багатобальної сумарної оцінки поточної успішності за модуль використовують таблицю 2.

Мінімальна конвертована сума балів поточної успішності для всіх модулів складає **72 бала**.

Таблиця 2

Уніфікована таблиця відповідності балів за поточну успішність, балам за ПМК, екзамен, та традиційній чотирьохбальній оцінці

Середній бал за поточну успішність (A)	Бали за поточну успішність з модуля (A * 24)	Бали за ПМК з модуля (A*16)	Бали за модуль та/або екзамен (A*24 + A*16)	Категорія ЄКТС	За 4-бальною шкалою
2	48	32	80	F FX	2 незадовільно
2,1	50	34	84		
2,15	52	34	86		
2,2	53	35	88		
2,25	54	36	90		
2,3	55	37	92		
2,35	56	38	94		
2,4	58	38	96		
2,45	59	39	98		
2,5	60	40	100		
2,55	61	41	102		
2,6	62	42	104		
2,65	64	42	106		

2,7	65	43	108		
2,75	66	44	110		
2,8	67	45	112		
2,85	68	46	114		
2,9	70	46	116		
2,95	71	47	118		
3	72	50	122	Е	3 задовільно
3,05	73	50	123		
3,1	74	50	124		
3,15	76	50	126		
3,2	77	51	128		
3,25	78	52	130		
3,3	79	53	132	Б	
3,35	80	54	134		
3,4	82	54	136		
3,45	83	55	138		
3,5	84	56	140		
3,55	85	57	142		
3,6	86	58	144	С	
3,65	88	58	146		
3,7	89	59	148		
3,75	90	60	150		
3,8	91	61	152		
3,85	92	62	154		
3,9	94	62	156		
3,95	95	63	158		
4	96	64	160		
4,05	97	65	162		
4,1	98	66	164		
4,15	100	66	166		
4,2	101	67	168		
4,25	102	68	170		
4,3	103	69	172		
4,35	104	70	174		
4,4	106	70	176		
4,45	107	71	178		
4,5	108	72	180	А	5 відмінно
4,55	109	73	182		
4,6	110	74	184		
4,65	112	74	186		
4,7	113	75	188		
4,75	114	76	190		
4,8	115	77	192		
4,85	116	78	194		
4,9	118	78	196		
4,95	119	79	198		
5	120	80	200		

Підсумковий контроль засвоєння модулю відбувається по завершенню вивчення блоку відповідних змістових модулів шляхом тестування та виконання завдань.

До підсумкового модульного контролю допускаються студенти, що відвідали всі лекційні і практичні заняття (або відпрацювали пропущені заняття у встановленому порядку), виконали усі вимоги навчального плану і набрали конвертовану суму балів не меншу за мінімальну – 72 бали. Якщо за результатами поточної успішності студент набрав 72 бали, він допускається до складання ПМК.

Наявність оцінки «2» за поточну успішність не позбавляє студента права допуску до підсумкового модульного контролю з допустимою мінімальною кількістю балів за поточну успішність.

Студент не має право перескладати поточні оцінки «2» якщо він має мінімальну суму балів для допуску до контрольних заходів. Поточні оцінки «3» або «4» не перескладаються. Студент зобов'язаний перескладати «2», у разі, якщо середній бал поточної успішності за модуль не досягає мінімального (3,0 бали). Дозвіл на відпрацювання поточної оцінки «2» надає завідувач кафедри лише з метою досягнення студентом мінімальної кількості балів для допуску до підсумкового контролю.

Студентам, які під час навчання з медичної інформатики мають середній бал успішності від 4,5 до 5,0 звільняються від складання ПМК і автоматично (за згодою) отримують підсумкову оцінку відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3

Критерії відповідності середнього балу поточної успішності результатам складання ПМК

Середній бал поточної успішності	Відповідність балам за ПМК
4,5	72
4,55	73
4,6	74
4,65	74
4,7	75
4,75	76
4,8	77
4,85	78
4,9	78
4,95	79
5	80

Оцінювання знань під час проведення ПМК відбувається у два етапи.

Перший – проходження тестового контролю, який містить лише теоретичні питання згідно з програмою дисципліни. Загальна кількість питань у тестовому контролі складає – 25 шт. За кожне питання студент має можливість отримати 2 бали. Якщо кількість балів, яку отримав студент за тестовий контроль становить більше 20 балів, то тест вважається пройденим успішно. В іншому випадку вважається тест не пройденим і виставляється загальна незадовільна оцінка за ПМК,

яка дорівнює кількості балів правильних відповідей.

Наступний етап – вирішення типових завдань. За вичерпне розв'язання яких студент може отримати максимум 30 балів.

Отже, в випадку успішного проходження тесту сумарна оцінка за ПМК складається за схемою:

Загальна оцінка ПМК виставляється відповідно до наступних положень.

ПМК = бали за тестовий контроль + оцінка за завдання

71-80 балів отримує студент, який виконав тестові завдання та виявив всебічні, систематичні і глибокі знання, здатність самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, ознайомлений з основною і додатковою літературою, рекомендованою програмою. Знання студента є міцними, узагальненими; студент вміє застосовувати знання творчо, його навчальна діяльність позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію.

61-70 балів отримує студент, який виконав тестові завдання та засвоїв навчально-програмний матеріал у повному обсязі, успішно виконує передбачені програмою завдання, опрацював основну літературу, рекомендовану програмою. Тобто студент знає істотні ознаки понять, явищ, закономірностей, зв'язків між ними, а також самостійно застосовує знання в стандартних ситуаціях, володіє розумовими операціями, вміє робити висновки, виправляти допущені помилки. Відповідь повна, правильна, логічна, обґрунтована.

50-60 балів отримує студент, який виконав тестові завдання та виявив знання основного навчального матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання і майбутньої роботи за професією, здатний виконувати елементарні завдання за зразком, передбачені програмою, ознайомлений з основною літературою, рекомендованою програмою. Як правило, відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу стисла, зумовлюється початковими уявленнями про предмет вивчення. Студент відтворює основний навчальний матеріал та володіє елементарними вміннями навчальної діяльності.

0-49 балів отримує студент, який не виконав тестові завдання та у знаннях якого є прогалини, який припустився принципових помилок у виконанні передбачених програмою завдань, тобто студент, який неспроможний описати явища, не виявляє знання і розуміння основних положень теми.

Результат підсумкового модульного контролю оцінюється у балах (традиційна 4-бальна оцінка не виставляється). Максимальна кількість балів підсумкового модульного контролю складає 80 балів. Мінімальна кількість балів підсумкового модульного контролю, за якої контроль вважається складеним, є 50 балів.
Максимальна кількість балів за модуль складає 200 балів.

Оцінка з дисципліни виставляється кафедрою за традиційною (національною) 4-бальною шкалою на основі середньої кількості балів за два модулі, що передбачені програмою дисципліни.

Шкала переводу середньої кількості балів за модулі, що передбачені програмою з дисципліни, у традиційну оцінку за 4-бальною шкалою дисциплін представлена у таблиці 4.

Переведення середньої кількості балів за всі модулі, що передбачені програмою з дисципліни, у традиційну оцінку за 4-бальною шкалою

Середня кількість балів за всі модулі дисципліни	Традиційна оцінка за 4-бальною шкалою
122 – 139,99	3
140 – 179,99	4
180 – 200	5

Оцінка з дисципліни виставляється лише в тому разі, якщо студент має всі зараховані модулі.

Методичне забезпечення

1. Робоча навчальна програма
2. Методичні розробки лекцій
3. Навчально-методичні посібники
4. Методичні вказівки для самостійної роботи здобувачів вищої освіти під час підготовки до практичного заняття та на занятті.
5. Список рекомендованої літератури
6. Матеріали для контролю знань, умінь і навичок студентів: тести різних рівнів складності, ситуаційні задачі, комп'ютерні контролюючі програми.
7. Мультимедійні презентації.
8. Обладнання для проведення практичної частини занять.

Рекомендована література

Основна

- Ю.І.Прилуцький, С.О.Костерін. Комп'ютерне моделювання в біології. Підручник.- Київ: Наукова думка, 2024.- 196 с.
(<https://www.biochemistry.org.ua/images/kosterin/monograf/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BB%D1%83%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9.pdf>)
- Кузнецов І.П. Біокібернетика : практикум / уклад. І. Я. Коцан, І. П. Кузнецов ; Волинський національний університет імені Лесі Українки, біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин. – Луцьк, 2011. – 32 с.
(<https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/2560/3/BiocybPract.pdf>)
- Комп'ютерне моделювання в біології / Упорядники О.В. Оглобля, М.С. Мірошніченко, С.О. Костерін. – К.: Видавничий центр «Азбука», 2012. – 120 с.
(<https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Kafedry/biofiziki/Library/KompModOgloblya.pdf>)
- Хусайнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Введення в моделювання динамічних систем. К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2010. 130 с. (<https://www.csc.knu.ua/uk/library/books/khusainov-17.pdf>)

Допоміжна

- Аршинова О. І. Системний аналіз: [навч. посібник] / О. І. Аршинова, А. В. Шевченко. – К.: НАУ, 2008. – 128 с.

- Біостатистика та біометрія. Комп'ютерний практикум, розрахунково–графічна робота. Навчальний посібник / Укладачі: В.С. Жукова, С.В. Кисляк. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023.- 94 с. Електронне мережне навчальне видання. Режим доступу:
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/57385/1/Biostatystyka_Praktykum_RHR_2023.pdf
- Гойко О.В. Практичне використання пакета STATISTICA для аналізу медикобіологічних даних: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (Рекомендовано МОН України, ISBN 966-8326-31-8) / О.В. Гойко. - Київ, 2004. - 76 с.
- Горкавий, В. К. Статистика : підручник / В. К. Горкавий. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 511 с
- Гумецький, Р. Я. Математичні методи в біології : Теоретичні відомості, програмований практикум, комп'ютерні тести: Навч. посібник / Р. Я. Гумецький, Б. М. Паляниця, М. Є. Чабан.– Львів: ЛНУ, 2004. – 112 с.
- Кузнецов І. П., Качинська Т. В. Лабораторний практикум з нейроінформатики / Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, медико-біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин. – Луцьк, 2020. – 92 с. (<https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/18454/1/NeuroinformaticsLab.pdf>)
- Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. - К.: Фітосоціоцентр, 1998.- 132 с. 17
- Мережеві організаційні структури управління. Моделювання та візуалізація засобами Excel. / О.Г. Додонов, А.І. Кузьмичов - Київ : Ліра-К, 2021. - 264 с.
- Петрик М., Баб'юк М. Основи математичного моделювання та застосування математичних методів у наукових дослідженнях. - Тернопіль: Підручники і посібники, 1998.
- Прилуцький Ю.І., Оглобля О.В., Склярів Ю.П., Богуцька К.І. Математичні моделі в біології. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2002.
- Руденко В.М. Математична статистика. Навчальний посібник.- Київ: «Центр учбової літератури», 2012.- 304 с.
- Тарасова В.В. Екологічна статистика. - К.: Центр учбової літератури, 2008.
- Чепур С.С. Біометрія: Методичний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2015. – 40 с.
- Allman E.S., Rhodes J.A. Mathematical models in biology an introduction / Cambridge University Press, 2004. - 385 p.
- An Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological Circuits. Uri Alon, 2006, Chapman & Hall/CRC Mathematical & Computational Biology, 320p.
- Keener J., Sneyd J. 1998 Mathematical Physiology. New York: Springer. - 766 p.
- Methods of Mathematical Modelling / Thomas Witelski, Mark Bowen. - Springer New York.-2015. Безкоштовне завантаження на сайті Springer:
<http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-23042-9>
- Kitano H., Computational Systems Biology. Nature. 420, 206-210, 2002.
- Murray J.D. 2001 Mathematical Biology. I. An Introduction. / J.D. Murray. - 3-d edition. Springer. - P. 551
- Systems Biology and Bioinformatics. A Computational Approach. Kayvan Najarian, Siamak Najarian, Shahriar Gharibzadeh, Christopher N. Eichelberger 1st

Edition, 2017.- 192p.

- Systems Biology: A Textbook, 2nd Edition Edda Klipp, Wolfram Liebermeister, Christoph Wierling, Axel Kowald, 2016.- 504 p.
- Systems Biology. E.Klipp, W.Liebermeister, C.Wierling, A.Kowald, H.Lehrach, and R.Herwig. 2009. Systems Biology. A Textbook. Wiley-VCH, Weinheim, 592p.

Інформаційні ресурси

- <http://ebooks.git-elt.hneu.edu.ua/babap/1-2-id1-2.html> (Багатовимірний статистичний аналіз)
- <http://uacm.kharkov.ua/ukr/index.html>
- https://www.biochemistry.org.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=5975:komputerne-modeluvanna-v-biologii&catid=978&lang=uk&Itemid=101 (підручник проф. Ю.І.Прилуцького та академіка НАН України проф. С.О.Костеріна «Комп'ютерне моделювання в біології»)

Розробники: Коровіна Л.Д. – старший викладач, кандидат біологічних наук;
Сілкова О.В. – завідувачка кафедру, кандидат педагогічних наук,
доцент;
Ісичко Л.В. – доцент кандидат педагогічних наук.