

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра фізики

«УЗГОДЖЕНО»

Гарантом освітньо-професійної
програми «Біологія»
« 28 » серпня 2024 року

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Головою вченої ради міжнародного
факультету
Протокол від 28 серпня 2024 № 1

СИЛАБУС

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БІОЛОГІЇ

обов'язкова дисципліна

рівень вищої освіти
галузь знань
спеціальність
кваліфікація освітня
освітньо-професійна програма

перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
09 «Біологія»
091 «Біологія»
бакалавр з біології
«Біологія»

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

Заочна
3 курс – 6 семестр

«УХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри фізики
Протокол від 28 серпня 2024 р. № 1

Полтава – 2024

ДАНИ 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 – **6** год.

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:

1. приходити на заняття вчасно;
2. відвідати усі практичні заняття (у разі відсутності – відпрацювати);
3. самостійно освоїти матеріал пропущеного заняття;
4. сумлінно готуватися до заняття;
5. активно працювати на занятті;
6. відключати телефон на занятті (якщо немає потреби у його використанні);
7. бути чемним, толерантним та ввічливим, відкритим до конструктивної дискусії;
8. 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-dokumenty>

Проведення освітнього процесу за дисципліною «Комп'ютерне моделювання в біології» 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.

Цілі сталого розвитку:

ЦСР 3: Міцне здоров'я і благополуччя. Основна мета дисципліни — сприяти розвитку медичних технологій, діагностики, лікування.

ЦСР 4: Якісна освіта. Використання інформаційних технологій для навчання медичних фахівців.

ЦСР 9: Індустріалізація, інновації та інфраструктура. Розробка новітніх медичних пристроїв і технологій.

ЦСР 10: Зменшення нерівності. Надання доступу до якісних медичних технологій в регіонах або для вразливих груп.

ЦСР 12: Відповідальне споживання і виробництво. Створення енергоефективних та екологічних медичних пристроїв.

ЦСР 17: Партнерство заради сталого розвитку. Співпраця між науковими установами, медичними закладами, ІТ-компаніями.

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 в біології» 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 в біології.

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

Згідно з вимогами освітньої програми, дисципліна «Комп'ютерне моделювання в біології» 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:

ЗК 8. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК 10. Здатність працювати в команді.

спеціальні (фахові, предметні):

СК 1. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.

СК 4. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у лабораторних умовах.

СК 5. Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності.

Програмні результати навчання.

ПРН 2. Застосовувати сучасні інформаційні технології, програмні засоби та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення професійної діяльності.

ПРН 7. Володіти прийомами самоосвіти і самовдосконалення. Уміти проектувати траєкторію професійного росту й особистого розвитку, застосовуючи набуті знання.

Результати навчання для дисципліни:

По завершенню вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти повинні:

знати: принципи застосування сучасних інформаційних і комунікаційних технологій у біології; сучасні інструменти та ресурси інформаційних технологій, які застосовуються в біологічних дослідженнях; основні принципи роботи з спеціалізованим програмним забезпеченням для створення та аналізу біологічних моделей; техніки та методи математичного моделювання біологічних процесів за допомогою комп'ютерних програм; етапи планування експерименту в біології, а також різні підходи до цього процесу; основи використання систем управління базами даних для створення та обслуговування біологічних баз даних.

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 та обробки біологічних даних; здійснювати обчислення, сортування, групування даних та візуалізацію інформації, а також представляти результати 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 в біології		
1	<p>Основи комп'ютерного моделювання в біології</p> <p>1. Введення в комп'ютерне моделювання: Визначення моделювання. Класифікація моделей. Типи моделей: математичні, імітаційні, структурні.</p> <p>2. Базовий математичний апарат, що використовується для побудови моделей (математичні функції, лінеаризація, регресія, метод найменших квадратів, глобальний мінімум). Прогноз за моделлю. Основний математичний апарат: теорія диференціальних рівнянь і математична статистика.</p> <p>3. Основні типи моделей: лінійні та нелінійні моделі; моделі з зосередженими і розподіленими параметрами; детерміновані та стохастичні моделі; статичні та динамічні моделі. Диференціальні рівняння в динамічних моделях. Моделі, основані на теорії ігор. Логічні моделі. Ієрархія масштабів у біологічних системах.</p> <p>4. Компоненти математичної моделі: змінні (параметри рішення); константи та параметри калібрування; вхідні параметри та дані; фазові параметри; вихідні параметри; шум і випадкові параметри. Стаціонарний стан, його стабільність.</p> <p>5. Етапи побудови моделі. Числові характеристики адекватності збудованої моделі.</p> <p>6. Програмна реалізація математичної моделі. Програмні засоби для створення математичних моделей. Типи програмного забезпечення та інструментів, що використовуються у моделюванні: огляд популярних програм.</p> <p>7. Значення моделювання в біології. Історія та розвиток комп'ютерного моделювання в біології. Практичне застосування та приклади.</p>	2
2	<p>Застосування комп'ютерного моделювання в біологічних дослідженнях</p> <p>1. Молекулярне моделювання: Моделювання біомолекул. Методи молекулярної динаміки.</p> <p>2. Клітинне та системне моделювання: Моделювання клітинних процесів: метаболічні шляхи, сигнальні каскади. Моделювання органів та систем органів.</p> <p>3. Екологічне та еволюційне моделювання: Моделювання популяцій та екосистем. Еволюційні моделі та їх застосування.</p> <p>4. Приклади успішних моделей у біології.</p> <p>5. Приклади досліджень та напрямки розвитку моделювання. Перспективи та виклики у галузі комп'ютерного моделювання в біології.</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 в біології		

1	Введення в комп'ютерне моделювання Поняття «модель». Види моделей. Моделювання в біології: базові поняття. Основні поняття та інструменти комп'ютерного моделювання. Програмні засоби біометрії. Метод Байєса. Прогнозування на основі дискримінантного аналізу. Оцінка моделей.	2
2	Моделювання роботи органів і систем. Моделювання дихальної системи. Моделювання серцево-судинної системи.	2
3	Моделювання роботи систем. Екологічне моделювання Моделювання епідемій. Модель SIR, що описує поширення інфекційних захворювань.	2
4	Підсумковий модульний контроль	2

Самостійна робота за модулями і змістовими модулями

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 лекційних занять	2
4.	Опрацювання тем, що не входять до плану аудиторних та дистанційних занять (перелік) із зазначенням основних питань, що повинні бути вивчені:	
1.	Основні поняття моделювання. Класифікація моделей. Види моделей і їхні особливості (лінгвістичні, математичні, програмні, імітаційні, натурні, структурні, фізичні). Функції комп'ютера при моделюванні. Етапи комп'ютерного моделювання. Типи моделювання. Статистичне висновування. Методи аналізу вихідних даних на етапі формулювання моделі. Характеристики основних методів моделювання інформаційних процесів та систем. Критичний аналіз припущень та обґрунтованості моделі. Основні тенденції розвитку моделювання систем у біології та медицині.	6
2.	Прогнозування. Байєсові статистичні методи. Математичні моделі в біології. Аналіз даних моделювання. Формула Байєса. Байєсові ймовірності. Діагностична матриця в методі Байєса. Апріорний розподіл ймовірності. Апостеріорний розподіл ймовірності. Гіперпараметри. Розв'язуюче правило (дискримінантна функція). Прогнози на основі класифікації. Умови застосування методу. Недоліки методу Байєса. Приклади застосування обчислювального експерименту.	8
3.	Використання програмного забезпечення для моделювання. Загальні характеристики програмних засобів, що використовуються для моделювання різноманітних процесів і явищ. Загальні характеристики систем комп'ютерної математики, програмних засобів для імітаційного моделювання. Мови програмування. Використання програмного забезпечення для моделювання: бази даних для моделювання.	8

4.	Комп'ютерний експеримент у моделюванні. Обчислювальний експеримент. Етапи обчислювального експерименту. Математичний інструментарій та програмне забезпечення обчислювального експерименту. Лінійність та нелінійність розв'язуваних задач. Циклічність експерименту. Віртуальні експерименти у біології. Використання математичних моделей у комп'ютерному експерименті. Основи моделювання систем. Класифікація моделей складних систем. Математичні моделі в біології. Аналіз даних моделювання. Приклади застосування обчислювального експерименту.	6
5.	Базові моделі у біології. Графічні моделі. Види графічних моделей та їх призначення. Комп'ютерні графічні моделі. Інформаційні моделі в біології. Види інформаційних моделей. Способи створення інформаційних моделей. Імітаційні моделі в біології. Комп'ютерні імітаційні моделі. Задачі, які вирішують за допомогою імітаційних моделей. Способи створення комп'ютерних імітаційних моделей Модель Ходжкіна-Хакслі. Математичні моделі, що описуються системами диференціальних рівнянь (модель Ходжкіна-Хакслі): генерація та розповсюдження потенціалів дії в електрично збуджуваних клітинах. Автохвильові процеси в активних середовищах. Точкова модель Ходжкіна-Хакслі. Моделювання поширення епідемії	8
6.	Моделювання динамічних систем. Моделювання популяційної динаміки. Молекулярна динаміка. Моделювання структури білків. Моделювання нуклеїнових кислот. Методи аналізу молекулярних моделей. Інструменти для комп'ютерного модулювання динамічних систем. Застосування диференціальних рівнянь. Розподіл популяцій (населення, макрофаги та бактерії). Полегшена дифузія кисню. Просторово-часові моделі росту пухлини. Транспорт макромолекул в тканинах. Ангіогенез. Теорія випадкових блукань (два основні біологічні контексти: переміщення та розповсюдження тварин і мікроорганізмів, а також моделі хемотаксису, клітинної сигналізації та руху). Мережеві моделі. Марковські ланцюги. Визначення марковського ланцюга. Стани та переходи між ними. Матриця перехідних ймовірностей. Візуалізація: графі переходів. Застосування в біології.	10
7.	Моделювання роботи органів і систем. Математичні моделі елементів системи кровообігу. Рівняння гемодинаміки. Математичні моделі серця. Методи створення комп'ютерних моделей електромеханічних систем організму. Методи дослідження структури та функцій біологічних мереж. Регуляторні мережі біосистем. Метаболічні мережі, складні сигнальні мережі, нервові мережі, генні регуляторні мережі, мережі взаємодії білків, мережі коекспресії генів; харчові мережі, мережі внутрішньовидових та міжвидових взаємодій. Вплив структури мережі на швидкість поширення захворювань у популяції. Використання динамічних моделей для дослідження поширення захворювань та еволюції патогенів.	6
8	Моделювання роботи систем. Екологічне моделювання. творення 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.	8
9.	Штучний інтелект і моделювання. Методи дослідження структури та функцій біологічних мереж. 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).	12
	Разом	72

Індивідуальні завдання – програмою не передбачено.

Перелік теоретичних питань для підготовки студентів до підсумкового модульного контролю.

Модуль 1. Комп'ютерне моделювання в біології

1. Поняття моделі та моделювання. Типи моделювання.
2. Об'єкти, цілі та методи комп'ютерного моделювання.
3. Класифікація моделей.
4. Математичне моделювання та його застосування, як базису комп'ютерного моделювання.
5. Класифікація комп'ютерних моделей.
6. Етапи побудови комп'ютерної моделі.
7. Етапи побудови комп'ютерної моделі на основі математичної.
8. Методи та принципи комп'ютерного моделювання.
9. Задачі комп'ютерного моделювання в біології та екології.
10. Специфіка моделювання живих систем.
11. Види моделей у біології (біологічні, фізико-хімічні та математичні).
12. Приклади комп'ютерних моделей, що застосовуються в біології та екології.
13. Глобальні моделі в біології.
14. Комп'ютерне моделювання як засіб екологічного прогнозування.
15. Предмет комп'ютерного моделювання. Основні поняття комп'ютерного моделювання біологічних процесів. Історія розвитку комп'ютерного моделювання.
16. Сучасний стан методів комп'ютерного моделювання біологічних процесів. Програмні засоби комп'ютерного моделювання біологічних процесів.
17. Імітаційне моделювання. Структура імітаційних моделей.
18. Визначення поняття системи. Властивості систем. Типи систем. Біологічні системи.
19. Системний аналіз. Виділення компонентів системи. Зв'язки між компонентами системи. Зв'язки системи із зовнішнім середовищем.
20. Особливості моделювання біологічних явищ. Прямі та зворотні класи завдань, пов'язані із моделями.
21. Визначення динаміки системи. Рівноважні стани. Моделювання біохімічних процесів за допомогою диференціальних рівнянь.
22. Моделювання популяційних процесів за допомогою диференціальних рівнянь.
23. Типові динамічні моделі в біології.
24. Моделі росту популяції. Модель Лоткі-Вольтерра.
25. Поняття емпіричної моделі.
26. Поняття регресії. Лінійна та нелінійна регресія. Моделювання біологічних явищ за допомогою нелінійної регресії.
27. Програмні засоби для створення емпіричних моделей.
28. Статистичне висновування. Прогнозування.
29. Байєсові статистичні методи. Байєсові ймовірності. Априорний та апостеріорний розподіли ймовірності. Прогнози на основі класифікації.
30. Лінійний дискримінантний аналіз – концепція, застосування.
31. Комп'ютерний експеримент у моделюванні та його етапи.
32. Математичний інструментарій та програмне забезпечення обчислювального експерименту.
33. Математичні моделі, що описуються системами диференціальних рівнянь.
34. Моделювання морфогенезу та популяційних процесів.
35. Екологічне моделювання. Моделювання популяцій та екосистем. Створення моделей динаміки популяції. Програмне забезпечення для екологічного моделювання.
36. Графічні моделі. Види графічних моделей та їх призначення. Комп'ютерні графічні моделі.
37. Інформаційні моделі в біології. Види інформаційних моделей. Способи створення інформаційних моделей.
38. Імітаційні моделі в біології. Способи створення комп'ютерних імітаційних моделей та задачі, які вирішують за їхньою допомогою.

39. Моделювання роботи органів. Моделювання дихальної системи. Моделювання серцево-судинної системи.
40. Поняття штучного інтелекту. Програмне забезпечення для вирішення задач створення штучного інтелекту.
41. Поняття машинного навчання. Програмне забезпечення з машинного навчання.
42. Штучні нейронні мережі, будова, класифікація. Концепція глибоких нейронних мереж.
43. Принципи навчання нейромереж.
44. Використання нейромереж з метою моделювання біологічних процесів
45. Класифікація біологічних та медичних даних на основі нейронних мереж, лінійного дискримінантного аналізу, байесових моделей.
46. Програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання.

Перелік практичних навичок до підсумкового модульного контролю.

Модуль 1. Модуль 1. Комп'ютерне моделювання в біології

- Трактувати поняття математичної моделі, комп'ютерної моделі та комп'ютерного моделювання.
- Пояснювати об'єкти, цілі та методи комп'ютерного моделювання.
- Трактувати сучасний стан методів комп'ютерного моделювання в біології.
- Трактувати поняття системи та біологічної системи.
- Уміти визначати компоненти і зв'язки біологічних систем.
- Формулювати прямі та зворотні класи завдань, пов'язаних із моделюванням.
- Уміти застосовувати методи аналізу систем.
- Трактувати поняття динаміки системи.
- Уміти пояснювати основні моделі популяційної динаміки.
- Пояснювати принципи моделювання популяційних процесів за допомогою диференціальних рівнянь.
- Здійснювати побудову і аналіз основних популяційних моделей.
- Пояснювати принципи моделювання біохімічних процесів та метаболічних шляхів.
- Пояснювати принципи моделювання роботи органів та систем організму.
- Трактувати принципи застосування теорії випадкових блукань в біології.
- Пояснювати принципи застосування диференціальних рівнянь у частинних похідних в різних задачах біологічного моделювання.
- Інтерпретувати графічні результати моделювання.
- Формулювати принципи дослідження структури та функцій біологічних мереж.
- Аналізувати принципи моделювання поширення епідемій
- Пояснювати особливості використання динамічних моделей для дослідження поширення захворювань та еволюції патогенів.
- Уміти обґрунтувати комп'ютерне моделювання як засіб екологічного прогнозування.
- Пояснювати особливості імітаційного моделювання, доцільність його застосування в екології та структуру імітаційних моделей.

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 потвердження 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 (А)	Бали за поточну успішність з модуля (А * 24)	Бали за ПМК з модуля (А*16)	Бали за модуль та/або екзамен (А*24 + А*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	E	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	B	
3,3	79	53	132		
3,35	80	54	134		
3,4	82	54	136		
3,45	83	55	138		
3,5	84	56	140	C	4 добре
3,55	85	57	142		

3,6	86	58	144		
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	В	
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.

**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.

Таблиця 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.

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);
- письмове опитування;
- комбіноване (уцільнене) опитування;
- контроль практичних умінь та навичок;
- самоконтроль;
- контроль виконання індивідуальних завдань;
- тестовий контроль.

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

1. Барановський Д.І. Біометрія в програмному середовищі MS Excel: навчальний посібник / Д. І. Барановський, О. М. Гетманець, А. М. Хохлов. – Х. : СПД Бровін О. В., 2017. – 90 с.
2. Прилуцький Ю.І. Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О. Статистичні методи в біології.– Київ : Наукова думка, 2017. – 211с.
3. Прилуцький Ю.І., Костерін С.О.. 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>)

Допоміжна

1. 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
2. Кузнєцов 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>)
3. Мережеві організаційні структури управління. Моделювання та візуалізація засобами Excel. / О.Г. Додонов, А.І. Кузьмичов - Київ : Ліра-К, 2021. - 264 с.
4. Осадча Ю.В. Математичні методи в біології. Київ, 2017. 601 с.
5. Systems Biology and Bioinformatics. A Computational Approach. Kayvan Najarian, Siamak Najarian, Shahriar Gharibzadeh, Christopher N. Eichelberger 1st Edition, 2017.- 192p.

Інформаційні ресурси

1. <http://ebooks.git-elt.hneu.edu.ua/babap/1-2-id1-2.html> (Багатовимірний статистичний аналіз)
2. <http://uacm.kharkov.ua/ukr/index.html>
3. 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»)
4. Біоінформатичні бази даних: [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / С. В. Горобець, О. Ю. Горобець, М. О. Булаєвська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,86 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 117 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/e8019880-9ade-413d-9055-12568240fd26/content>
5. http://6years.net/index.php?do=static&page=Matematika_Statistika – вільний доступ до книг з математичної статистики <https://www.tibco.com/products/data-science> – сайт розробника ПЗ Statistica
6. Мислити моделями (навчальний курс, укр. субтитри) <https://www.coursera.org/learn/model-thinking>

Розробники: Лідія КОРОВІНА – старший викладач, кандидат біологічних наук.

Олена СІЛКОВА – завідувачка кафедрою, кандидат педагогічних наук, доцент

Людмила ІСИЧКО – доцент кандидат педагогічних наук.