



Національна академія наук України  
Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця  
Силабус навчальної дисципліни

**"ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В  
БІОМЕДИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ"**

ВК30

Галузь знань	Е «Природничі науки, математика та статистика» (09 Біологія)
Спеціальність	Е1 (091) «Біологія та біохімія»
Ступінь освіти	Доктор філософії
Освітньо-наукова програма	Біологія та біохімія (Біофізика: Фізіологія людини і тварин; Патологічна фізіологія)
Статус	Навчальна дисципліна вибіркового компонента з фахового переліку
Форма навчання	Денна / заочна
Семестровий контроль	Диференційований залік

Курс	1
Семестр	2

ECTS	3
Годин	90

**Розподіл годин**

Аудиторні години		Самостійна робота
Лекції	Практичні/Семінари	
6	20	64

**Інформація про викладача**

	Лекція	Практичні/семінарські
ПІБ	Меженський Олег Русланович	Меженський Олег Русланович
Вчене звання	—	—
Науковий ступінь	Доктор філософії	Доктор філософії
Профіль викладача	<a href="https://orcid.org/0009-0003-1151-3100">https://orcid.org/0009-0003-1151-3100</a>	<a href="https://orcid.org/0009-0003-1151-3100">https://orcid.org/0009-0003-1151-3100</a>
e-mail	olegmezha@biph.kiev.ua	olegmezha@biph.kiev.ua

Розробник доктор філософії Меженський О.Р.

Поточна редакція від «11» вересня 2025 р.

Зав. відділу «Випускова кафедра»

Гарант ОНП, д.б.н.



К.В. Розова

---

## Анотація навчальної дисципліни

---

Навчальна дисципліна "Використання методів машинного навчання в біомедичних дослідженнях" охоплює вивчення основних методів та технологій, аналізу біологічних даних з використанням технології машинного навчання та штучного інтелекту. Аспіранти матимуть змогу ознайомитись з основами програмування та data science. Детально будуть розглянуті такі методи як лінійна регресія, кластеринг, дерева рішення, та симуляції Монте-Карло, а також основи методів глибинного навчання. Крім того, аспіранти дізнаються про використання просунутих методів візуалізації даних. Після завершення курсу аспіранти матимуть достатні знання про основні методи машинного навчання та матимуть змогу використовувати їх у власній роботі.

Загальна мета курсу – забезпечити аспірантів знаннями та практичними навичками, необхідними для використання машинного навчання у сучасних біомедичних дослідженнях.

---

## Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

---

Навчальна дисципліна «Використання методів машинного навчання в біомедичних дослідженнях» є дисципліною за вибором, необхідною для тих аспірантів, чії наукові проекти пов'язані із аналізом експериментальних даних.

---

## Необхідні навички

---

Використання методів машинного навчання в біомедичних дослідженнях - складний курс, який вимагає від аспірантів певних навичок та знань:

Базові знання з біології, анатомії, та біохімії, щодо структур й функції біомолекул, а також механізмів захворювань.

Базові навички програмування: знання мов програмування, таких як Python або R.

---

## Рівень набуття знань

---

В результаті вивчення теоретичного курсу та виконання практичних завдань за обраною тематикою аспірант повинен **знати** та **вміти**:

1. Робота з алгоритмами машинного навчання та обробки біомедичних даних.
2. Здатність працювати з великими наборами даних (геномними, протеомними, медичними зображеннями) і знання інструментів для їх аналізу, таких як Pandas, NumPy, або спеціалізовані бібліотеки для біоінформатики.
3. Знання основних методів і алгоритмів машинного навчання: лінійна регресія, дерева рішень, нейронні мережі, а також їх застосування в біомедичних дослідженнях.
4. Попередня обробка даних: очищення, нормалізація та візуалізація даних для якісного моделювання.
5. Аналіз та оцінка ефективності моделей, інтерпретація результатів, формування висновків для біомедичних контекстів.
6. Планування та виконання проектів, здатність розробляти та реалізовувати дослідницькі проекти, які включають збір, аналіз даних та використання результатів для розв'язання наукових питань.

---

## Загальні компетентності (ЗК)

---

**ЗКЗ** – Здатність застосовувати сучасні цифрові інструменти і технології, створювати цифровий контент у власній професійній діяльності.

**ЗК4** – Здатність проводити наукові дослідження на професійному рівні, управління науковими проєктами та прийняття автономних рішень, дотримуватись норм безпеки, діяти творчо, ініціативно та наполегливо при вирішенні проблем.

**ЗК7** – Здатність критично мислити, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

---

### **Спеціальні (фахові) компетентності (СК)**

---

**СК1** – Здатність планувати і здійснювати комплексні оригінальні біомедичні дослідження, створювати і інтерпретувати нові знання в біології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках. Здатність самостійно формулювати наукову проблему, висувати інноваційні гіпотези на стику біофізики та фізіології, розробляти дизайн дослідження, обирати адекватні біологічні моделі, а також отримувати результати, що мають суттєву наукову новизну та підтверджені публікаціями у провідних міжнародних виданнях (Scopus/WoS).

**СК3** – Компетентність аналізувати дані проведених експериментів по дослідженню біофізичних і молекулярно-фізіологічних механізмів функціонування живих систем. Глибоке розуміння фізико-хімічних принципів організації біомембран, молекулярної фізіології іонних каналів та рецепторів, а також механізмів клітинної сигналізації в нормі та при моделюванні патологічних станів. Вміння застосовувати середовище R/RStudio або Python для статистичного аналізу, візуалізації та математичного моделювання біологічних процесів.

**СК5** – Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень.

**СК7** – Здатність до комерціалізації наукових результатів та управління інноваційними біомедичними проєктами. Вміння формулювати грантові заявки, оцінювати прикладний потенціал фундаментальних досліджень у галузі біології та медицини, дотримуючись норм біоетики та захисту інтелектуальної власності.

---

### **Програмні результати навчання (ПРН)**

---

**ПРН1** – Концептуальні та методологічні знання поглибленого рівня в галузі біології та споріднених областях при застосуванні їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці.

**ПРН2** – Системні знання для інтерпретації основних біологічних механізмів на організмовому, органному, клітинному та молекулярному рівнях.

**ПРН3** – Здатність вибирати, застосовувати та оптимізувати методи дослідження біологічних процесів на різних рівнях біологічної організації, оцінювати їх ефективність і обмеження.

**ПРН4** – Універсальні навички дослідника, зокрема усної та письмової презентації результатів власного наукового дослідження, ясного та деталізованого опису результатів наукової роботи, застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку інформації в спеціалізованій літературі, використовуючи журнали, бази даних, різноманітні інформаційні ресурси.

**ПРН6** – Здатність підготувати та успішно захистити дисертаційну роботу на основі індивідуальних досліджень, а також використати (та визнати) результати інших членів наукової групи.

**ПРН7** – Відповідні знання, розуміння та здатність до використання методів аналізу даних та статистики на сучасному публікаційному рівні.

**ПРН8** – Ініціювання, планування, реалізація послідовного процесу наукового дослідження, що дає можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати важливі теоретичні та практичні проблеми біології з дотриманням норм академічної етики, доброчесності і врахуванням соціальних, економічних, екологічних аспектів.

## **Перелік тем, завдань та терміни виконання**

### **4. Структура навчальної дисципліни**

*"Використання методів машинного навчання в біомедичних дослідженнях"*

№	Тема	Кількість годин					
		Очне відділення			Заочне відділення		
		Л	Пр/С	СР	Л	Пр/С	СР
Змістовий модуль 1. Використання методів машинного навчання в біомедичних дослідженнях							
1	Вступ до машинного навчання <ul style="list-style-type: none"> <li>Структуровані та неструктуровані дані.</li> <li>Типи змінних (безперервні, категорійні) та їх попередня обробка.</li> </ul>	0	2	6	2	0	6
2	Підготовка даних <ul style="list-style-type: none"> <li>Очищення, нормалізація, шкалювання та трансформація змінних.</li> <li>Виявлення та обробка пропущених даних.</li> <li>Методи візуалізації даних</li> </ul>	2	2	10	2	2	10
3	Лінійна регресія <ul style="list-style-type: none"> <li>Принципи та припущення лінійної регресії.</li> <li>Методи оцінки параметрів (метод найменших квадратів).</li> </ul>	2	2	6	2	2	6

Використання методів машинного навчання в біомедичних дослідженнях

4	<p>Логістична регресія</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Використання для класифікації.</li> <li>● Інтерпретація коефіцієнтів логістичної регресії.</li> <li>● Реалізація</li> </ul>	0	2	6	2	0	6
5	<p>Деревоподібні методи</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Рішення дерев (Decision Trees): структура, принцип розбиття вузлів.</li> <li>● Випадковий ліс (Random Forest): використання ансамблів дерев для класифікації та регресії.</li> <li>● Реалізація</li> </ul>	0	2	6	2	0	6
<b>Змістовий модуль 2. Використання методів машинного навчання в біомедичних дослідженнях</b>							
6	<p>Крос-валідація та оцінка моделей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Розбиття даних на тренувальні та тестові набори.</li> <li>● Методологія крос-валідації (LOOCV, K-fold).</li> <li>● Реалізація</li> </ul>	0	2	6	2	0	6
7	<p>Метрики оцінки ефективності моделей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <math>R^2</math>, MSE для регресії.</li> <li>● Accuracy, Precision, Recall, F1-Score для класифікації.</li> <li>● Візуалізація ROC-кривих</li> </ul>	2	2	6	2	2	6
8	<p>Методи підвищення продуктивності моделей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Гіперпараметрична оптимізація (Grid Search, Random Search).</li> <li>● Розуміння принципів регуляризації (L1, L2).</li> <li>● Реалізація регуляризації</li> </ul>	0	2	6	2	0	6
9	<p>Кластеризація та PCA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Використання PCA для зниження вимірності даних.</li> <li>● Методи кластеризації (K-means, Hierarchical Clustering).</li> <li>● Використання tSNE та UMAP для візуалізації.</li> </ul>	0	2	6	2	0	6
10	Виконання практичного проєкту	0	0	8	2	0	6
<b>Всього годин:</b>		<b>6</b>	<b>20</b>	<b>64</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>64</b>

Л – Лекції

Пр/С – Практичні / Семінари

СР – Самостійна робота

**Теми семінарських/практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до машинного навчання	2
2	Підготовка даних	2
3	Лінійна регресія	2
4	Логістична регресія	2
5	Деревоподібні методи	2
6	Крос-валідація та оцінка моделей	2
7	Метрики оцінки ефективності моделей	2
8	Методи підвищення продуктивності моделей	2
9	Кластеризація та PCA	2

**6. Самостійна робота**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до машинного навчання <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	6
2	Підготовка даних <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	10
3	Лінійна регресія <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	6
4	Логістична регресія <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	6
5	Деревоподібні методи <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	6
6	Крос-валідація та оцінка моделей <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	6
7	Метрики оцінки ефективності моделей <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	6

	<i>та розширення уявлень про тему.</i>	
8	Методи підвищення продуктивності моделей <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	8
9	Кластеризація та PCA <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	8
<b>Всього годин</b>		<b>64</b>

## **ПИТАННЯ ДЛЯ ПОТОЧНОГО І ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ**

1. Алгоритми машинного навчання та їх застосування в біомедичних дослідженнях.
2. Методи збору, очищення, оброблення та візуалізації дані, такі як геномні дані, зображення медичних обстежень, результати лабораторних досліджень.
3. Методи класифікації, регресії, кластеризації, а також нейронні мережі для вирішення біомедичних задач.
4. Методи прогнозування та діагностики, створення моделей, які можуть прогнозувати розвиток захворювань або допомагати у їх діагностиці на основі великих наборів даних.
5. Аналіз високорозмірних даних (наприклад, генетичних, протеомних, метаболомних) та їх інтеграції для отримання нових наукових висновків.
6. Методи оптимізації та автоматизації для поліпшення моделей та автоматизації процесів аналізу.
7. Інструменти машинного навчання: бібліотеки TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn, та їхнє використання в проектах.
8. Етичні принципи у роботі з біомедичними даними, таких як забезпечення конфіденційності, інформована згода та уникнення упередженості у моделях.
9. Оцінка ефективності моделей, інтерпретація показників ефективності моделей: точність, чутливість, специфічність, тощо.
10. Програмного забезпечення для аналізу даних, структурування коду та його документування.
11. Практична розробка проектів із інтеграцією машинного навчання у дослідження захворювань, створення нових діагностичних методів або підвищення ефективності лікування.

## **Система оцінювання**

Усне опитування на семінарських/практичних заняттях (1-10 балів), обов'язкові модульні опитування за тестовою системою (0-30 балів за модуль). Заохочуючі бали (1-5 балів) можуть застосовуватись при експрес-опитуванні в процесі лекції (на розуміння її суті), за присутність на лекції 1 бал. Підсумковий тест (залік) – 40 балів. Сумарна оцінка за курс

## Використання методів машинного навчання в біомедичних дослідженнях

формується, виходячи з максимальної кількості балів - 100. Отримана в такий спосіб оцінка є підсумковою заліковою.

### Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточний контроль та самостійна робота										Підсумковий тест (залік)	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T1÷T10	
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	40	100

### Семестрова атестація аспірантів

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	<b>A</b>	зараховано
85-89	<b>B</b>	
75-84	<b>C</b>	
70-74	<b>D</b>	
60-69	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Засвоєння аспірантом програмного матеріалу змістового модуля вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою.

#### Додаткові умови допуску до заліку:

У разі виникнення спірних питань щодо не допуску аспірантів до семестрової атестації, вони вирішуються лектором дисципліни спільно із завідувачем кафедри.

### Політика навчальної дисципліни

Відвідування занять є обов'язковим для всіх аспірантів.

**Пропущені контрольні заходи** можна пересклати у визначений викладачем час з дозволу завідувача відділу «Випускова кафедра». Аспіранти, які в поточному семестрі мали пропуски занять і до початку екзаменаційної сесії не засвоїли матеріал пропущених тем і розділів змістових модулів навчальної дисципліни та не подали обґрунтоване письмове пояснення

причин пропущених занять, до семестрової атестації з відповідної дисципліни не допускаються.

### **Академічна доброчесність. Норми етичної поведінки**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені Законами України.

Норми етичної поведінки аспірантів і працівників визначені Статутом, відповідними законами, підзаконними актами України та відповідними положеннями Інституту.

### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Аспіранти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

---

## **ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

---

### **Python**

- **Базовий рівень:** *Byte of Python* (Swaroop С.Н.)

Дуже дружній для початківців вступ до Python, що охоплює синтаксис, типи даних і базові концепції з чіткими прикладами ([українська версія PDF](#)).

- **Середній рівень:** *Automate the Boring Stuff with Python* (Al Sweigart)

Практичний посібник із застосування Python для щоденних задач — робота з файлами, веб-скрапінг, автоматизація Excel тощо.

[Посилання](#)

- **Просунутий рівень:** *Fluent Python* (Luciano Ramalho)

Зосереджений на написанні ідіоматичного, ефективного коду Python, включно з просунутими структурами даних, метапрограмуванням і багатопотоковістю.

[Посилання](#)

- **Machine Learning:** *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow* (Aurélien Géron)

Покрокове введення в машинне та глибинне навчання в Python із практичними прикладами та проектами.

[Посилання 1](#)

[Посилання 2](#)

- **Machine Learning 2:** *The Orange Book of Machine Learning* (Carl McBride Ellis)

Основи побудови моделей для передбачення за допомогою регресії та класифікації для табличних даних.

[Посилання](#)

### **R**

- **Базовий рівень:** *R for Data Science* (Hadley Wickham & Garrett Grolemund)

Просте й практичне введення в R, зосереджене на обробці даних, візуалізації та філософії tidyverse.

[Посилання](#)

- **Середній рівень:** *Discovering Statistics using R* (Andy Field)

Захопливе та доступне введення в статистику з великою кількістю прикладів та гумору.

[Посилання](#)

- **Просунутий рівень:** *Advanced R* (Hadley Wickham)

Розглядає глибокі внутрішні механізми середовища R, функціональне програмування та об'єктно-орієнтовані системи — для досвідчених програмістів.

### Посилання

- **Застосування статистики в біології:** *Modern Statistics for Modern Biology* (W. Huber)  
Складний, але доступний виклад сучасної статистики, адаптований до біологічних і медичних наук.

### Посилання

- **Матеріали CSAMA школи:** [Посилання](#)
- 

### **Курси**

#### **Python**

- [CS50's Introduction to Programming with Python](#)  
Безкоштовний курс Гарварду — основи Python, розв'язування задач та проекти.
  - [Introduction to Machine Learning with Python](#)  
Офіційні туторіали scikit-learn (з Jupyter-ноутбуками) з навчання під наглядом і без.
  - [DS100 Principles and Techniques of Data Science](#)  
Курс, який охоплює базові та деякі просунуті теми машинного навчання й науки про дані.
  - [TensorFlow Bootcamp](#)  
Основи нейронних мереж з TensorFlow та вступ до комп'ютерного зору.
- 

### **R**

- [Data Science: R Basics](#)  
Чітке безкоштовне введення в синтаксис R, структури даних і логіку програмування.
  - [Introduction to Statistical Learning \(ISLR\)](#)  
Безкоштовна книга + відеолекції; практичне машинне навчання та статистика в R.
- 

### **Bash**

#### [Introduction to Linux \(LFS101\)](#)

Практичне введення в команди Bash та написання скриптів.