

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Волинський національний університет імені Лесі Українки**  
**Факультет інформаційних технологій і математики**  
**Кафедра комп'ютерних наук та кібербезпеки**

**СИЛАБУС**  
нормативного освітнього компонента  
**МАШИННЕ НАВЧАННЯ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ**  
**В ГАЛУЗІ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ**  
підготовки третього (доктора філософії) рівня вищої  
освіти спеціальності 113 Прикладна математика  
освітньо-наукової програми  
Прикладна математика

Луцьк – 2023

**Силабус освітнього компонента** “Машинне навчання та його застосування в галузі прикладної математики” підготовки докторантів, галузі знань 11 – Математика та статистика, спеціальності 113 – Прикладна математика, за освітньо-науковою програмою “Прикладна математика”

Розробник:

Мамчич Тетяна Іванівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри комп’ютерних наук та кібербезпеки

**Погоджено**

Гарант освітньо-наукової програми:



Пастернак Я.М.

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри комп’ютерних наук та кібербезпеки**

протокол № 1 від 30.08. 2023 р.

Завідувач кафедри:



Гришанович Т. О.

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь, ОКР	Характеристика навчальної дисципліни
		Нормативна
Денна форма навчання	Галузь знань 11 – Математика та статистика, спеціальності 113 – Прикладна математика, за освітньо-науковою програмою “Прикладна математика” рівень “доктор філософії”.	Рік підготовки 2
Кількість годин /кредитів 120/4		Семестр 2 (4)
		Лекції 40 год.
		Лабораторні 20 год.
		Самостійна робота 52 год.
		Консультації 8 год.
ІНДЗ: нема		Форма контролю: екзамен

### II Інформація про викладача

**ППП:** Мамчич Тетяна Іванівна;

**Науковий ступінь:** кандидат фізико математичних наук;

**Вчене звання:** доцент;

**Посада:** доцент кафедри комп’ютерних наук та кібербезпеки;

**Контактна інформація:** [Mamchych.Tetyana@vnu.edu.ua](mailto:Mamchych.Tetyana@vnu.edu.ua)

**Дні занять:** <https://ps.vnu.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

### III. Опис освітнього компонента

**Анотація курсу.** Силабус освітнього компонента складено відповідно до освітньо-наукової програми підготовки третього (доктора філософії) рівня вищої освіти спеціальності 113 Прикладна математика освітньо-наукової програми “Прикладна математика”.

Освітній компонент “Машинне навчання та його застосування в галузі прикладної математики” передбачає вивчення здобувачами освіти основних методів машинного навчання, включаючи лінійний регресійний аналіз, нелінійну регресію, логістичну регресію, дискримінантний аналіз, алгоритми прийняття рішень типу “дерево рішень” та “випадковий ліс”, метод лінійних опорних векторів (SVM) та нейроні мережі (NN). Навчальний курс реалізується із залученням відповідних комп’ютерних технологій.

**Предметом** вивчення освітнього компонента є методи, моделі та технології машинного навчання.

**Мета навчальної освітнього компонента:** формування у слухачів знань, вмінь та навичок використання алгоритмів машинного навчання для класифікації даних у наукових та прикладних задачах.

### *Загальні компетентності*

- ЗК01.** Здатність до критичного аналізу, оцінювання, створення та синтезу нових комплексних науково обгрунтованих ідей.
- ЗК02.** Здатність застосовувати сучасні методи наукових досліджень як в обраній галузі, так і в суміжних дисциплінах.
- ЗК03.** Здатність спілкуватися українською та іноземною (англійською) мовами як усно, так і письмово; уміння представляти отримані результати перед науковою спільнотою обраної предметної галузі та громадськістю.
- ЗК04.** Здатність до самоорганізації, саморозвитку та самовдосконалення.
- ЗК05.** Здатність бути критичним і самокритичним.
- ЗК06.** Відповідальність перед суспільством щодо прийнятих рішень та щодо підготовки і навчання здобувачів вищої освіти.
- ЗК07.** Здатність генерувати нові наукові ідеї та ініціювати дослідно-інноваційні проєкти.
- ЗК08.** Здатність до лідерства та управління командою у сфері наукових досліджень.
- ЗК09.** Здатність до пошуку та обробки наукової інформації.

### *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності*

- СК01.** Знання і розміння сучасних наукових теорій, методів та моделей, уміння застосувати їх до синтезу нових ідей, моделювання та аналізу складних систем, процесів та явищ.
- СК03.** З Уміння створювати нові та адаптувати існуючі обчислювальні методи до вирішення науково-проблемних завдань прикладної математики та суміжних галузей.
- СК04.** Здатність інтегрувати наукові знання із різних розділів математики та інших дисциплін, застосовувати системний підхід при здійсненні наукових досліджень та розв'язуванні відповідних науково-прикладних задач.
- СК06.** Знання та розуміння сучасних технологій нейронних мереж, штучного інтелекту та машинного навчання.
- СК07.** Уміння використовувати сучасний комп'ютерний інструментарій для створення програмних рішень, що реалізують створені математичні моделі, методи та обчислювальні алгоритми.
- СК08.** Здатність проводити числовий комп'ютерний експеримент, критично аналізувати отримані результати.
- СК10.** Уміння аргументувати та відстоювати нові результати власних наукових досліджень, спираючись на апробовані наукові знання у галузі прикладної математики.

### *Програмні результати навчання*

- РН01.** Знання сучасних методів наукових досліджень у галузі математичного моделювання складних процесів, систем та явищ, а також обчислювальних методів їхньої реалізації.
- РН02.** Уміння формулювати завдання та методи власного наукового дослідження, обгрунтовувати його актуальність, мету і значення для розвитку предметної галузі та суміжних дисциплін.
- РН03.** Уміння планувати і виконувати наукові та прикладні дослідження в обраній предметній галузі, робити науково обгрунтовані висновки за їхніми результатами та відстоювати останні.
- РН05.** Уміння здійснювати інноваційні наукові дослідження у предметній галузі, створювати чи синтезувати нові науково обгрунтовані знання.
- РН07.** Уміння шукати, аналізувати та обробляти наукову інформацію з різних джерел
- РН09.** Вмотивованість до навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань.
- РН10.** Уміння математичного формулювання задач, що моделюють складні процеси, системи чи явища.
- РН11.** Уміння створювати математичні моделі складних систем, процесів та явищ.
- РН12.** Уміння створювати обчислювальні методи та алгоритми кількісного аналізу складних процесів та систем.
- РН13.** Уміння застосовувати комплексні підходи, що інтегрують у собі наукові методи обраної та суміжних галузей знань.

**PH14.** Уміння створювати ефективні програмні комплекси, зокрема із використанням розподілених обчислень, адаптивних та експертних схем на основі систем штучного інтелекту чи машинного навчання, що дають можливість здійснювати обчислювальні експерименти для вирішення сформульованих задач чи проблем.

**PH15.** Уміння аналізувати, обробляти та представляти отримані наукові результати, прогнозувати їх застосування, науковий, соціальний, економічний ефекти.

### Структура освітнього компонента

**Змістовий модуль 1. Математичні та статистичні основи штучного інтелекту (ШІ)**

**Змістовий модуль 2. Алгоритми і технології ШІ**

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Лабор.	Сам. роб.	Конс.	*Форма контролю/ Бали
<b>Змістовий модуль 1. Математичні та статистичні основи штучного інтелекту (ШІ)</b>						
Тема 1. Вступ до машинного навчання. Статистичне навчання та байєсівський підхід.		4	2	4		Захист лаб. роботи/4 б.
Тема 2. Математичні засади алгоритмів ШІ. Векторний метричний простір. Метрики для різних типів даних. Індекси.		2	6	4	1	Захист лаб. роботи/4 б.
Тема 3. Методи оптимізації. Чисельні алгоритми. Стохастичні алгоритми. Генетичні (еволюційні) алгоритми.		6	4	6	1	Захист лаб. роботи/4 б.
Тема 4. Регресійні моделі в задачах класифікації та прогнозування. Лінійна регресія. Логістична регресія.		4	2	4	1	Захист лаб. роботи/4 б.
Тема 5. Методи класифікації. Класифікація «з учителем» (Supervised). Класифікація «без учителя» (Unsupervised).		4	2	4	1	Захист лаб. роботи/4 б.
Модульна контрольна робота 1						30 б
Разом за модулем 1	74	20	10	22	4	50

<b>Змістовий модуль 2. Алгоритми і технології ШІ</b>							
Тема 7. Аналіз та прогнозування рядів динаміки. Основні алгоритми у моделях прогнозування часових рядів.		2	2	4	1	Захист лаб. роботи/3 б.	
Тема 8. Метод опорних векторів (SVM).		4	2	4	1	Захист лаб. роботи/3 б.	
Тема 9. Штучні нейронні мережі (ANN).		2	2	8	1	Захист лаб. роботи/4 б.	
Тема 10. Пошук асоціацій. Дерево рішень. Випадковий ліс.		4	2	4		Захист лаб. роботи/4 б.	
Тема 11. Обробка природних мов (NLP)		2	2	6		Захист лаб. роботи/2 б.	
Тема 12. Генеративний штучний інтелект. ChatGPT.		4	2	4	1	Захист лаб. роботи/4 б.	
Модульна контрольна робота 2						30 б	
Разом за модулем 2		64	18	12	30	4	50 б.
<b>Види підсумкових робіт</b>	<b>Поточне оцінювання (70 балів)</b>						
	<b>Модуль 1 (15 балів)</b> <b>Модуль 2 (15 балів)</b> <b>Екзамен (30 балів)</b>						
<b>Всього годин/ Балів 120/ 100</b>		<b>120</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>52</b>	<b>8</b>	<b>100 б.</b>

#### Завдання для самостійного опрацювання

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Підготовка до лабораторних робіт.	20
2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до контрольних робіт.	20
3	Систематизація здобутих знань перед екзаменом	10
	Разом	50

#### IV. Політика оцінювання

**Політика щодо академічної доброчесності.** Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно, а результати раніше зданих робіт анулюються і виконуються повторно у порядку визначеному викладачем. При цьому викладач залишає за собою право змінити завдання.

**Комунікаційна політика.** Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту. Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту, можливе інше (додаткове) джерело комунікації, визначене викладачем для більш оперативного зв'язку зі здобувачами освіти.

**Політика щодо перескладання.** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

**Політика щодо оскарження оцінювання. Політика щодо оскарження оцінки.** Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку згідно «Положення про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у Волинському національному університеті імені Лесі Українки»

**Політика щодо відвідування занять.** Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати відповідними документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту. За об'єктивних причин навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу та деканом факультету.

**Визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній освіті.** Під час вивчення освітнього компонента можливе визнання результатів навчання отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті. Порядок визнання результатів навчання для здобувачів вищої освіти, набутих у: формальній освіті (академічна мобільність здобувачів освіти на території України чи поза її межами, для здобувачів освіти, які переводяться, поновлюються з інших ЗВО (вітчизняних чи іноземних); неформальній та/або інформальній освіті здійснюється згідно «ПОЛОЖЕННЯ про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки».

При оцінюванні може бути врахований курс “Машинне навчання” (30 балів) на платформі відкритих курсів Prometheus.

### **Підсумковий контроль**

Форма контролю – семестровий екзамен. Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою. Оцінка включає в себе поточний контроль (нараховується за якісне виконання лабораторних робіт) та підсумковий модульний контроль (нараховується за виконання модульних контрольних робіт та модульних тестових робіт). Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач освіти під час поточного оцінювання за семестр – 40 балів. Підсумковий модульний контроль за семестр включає в себе оцінки за всі модульні контрольні роботи, тестові завдання і складає 60 балів.

Якщо за результатами семестру накопичено не менше 75 балів і здобувач освіти погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр може виставлятися без складання іспиту. В іншому випадку здобувач освіти складає іспит; максимальна кількість балів, яку можна отримати на іспиті – 60 балів при цьому бали за підсумковий модульний контроль анулюються.

Екзамен проходить в письмовій формі. Оцінка за семестр у випадку складання іспиту є сумою балів поточного контролю та балів, отриманих під час іспиту.

### **Питання, які виносяться на екзамен**

1. Приклади застосування ШІ в різних сферах.
2. Векторний метричний простір. Метрики для різних типів даних. Індекси.
3. Задачі та основні поняття оптимізації в моделюванні. LP, QR,
4. Базові методи оптимізації (на рівні основних ідей): симплекс-метод, метод Лагранжа.
5. Чисельні алгоритми оптимізації: метод найшвидшого спуску, метод дихотомії.
6. Стохастичні алгоритми: метод бджолиного рою (ABC).
7. Генетичні (еволюційні) алгоритми.
8. Регресійні моделі в задачах класифікації та прогнозування.
9. Лінійна регресія.

10. Логістична регресія.
11. Прогнозування часових рядів.
12. Алгоритми обробки текстових даних (NLP).
13. Методи класифікації. Класифікація «з учителем» (Supervised Learning).
14. Методи класифікації. Класифікація «без учителя» (Unsupervised Learning).
15. Бутстрап технології в аналізі даних (Bootstrap).
16. Машинне навчання (ML -- Machine Learning). Постановка задачі.
17. Метод опорних векторів (SVM).
18. Штучні нейронні мережі (ANN).
19. Пошук асоціацій. Дерево рішень. Випадковий ліс.
20. Обробка природних мов (NLP). Поняття корпусу та основні задачі формального аналізу текстів.
21. Генеративний штучний інтелект. Можливості та обмеження доступних інтернет сервісів для обробки мовних запитів (prompts) з текстовими відповідями.
22. Приклади генеративних сервісів ШІ text-to-speech, text-to-image, text-to-video, text-to-music.

Екзамен проходить письмово у вигляді складання звіту з відповідями на теоретичні питання та з результатами виконання практичних завдань за допомогою відповідних комп'ютерних програм (копіювання у звіт виконаних команд).

На обчислення, підготовку відповідей та оформлення звіту відводиться 100 хвилин.

Екзаменаційний білет містить 5 теоретичних питань (це можуть також бути завдання на обчислення без комп'ютерних програм, або завдання тестового типу) та 5 практичних завдань на обчислення за допомогою програми R. Для обчислень кожному здобувачу освіти пропонується індивідуальний набір даних.

#### *Приклад екзаменаційного білета:*

Всі питання по 6 балів.

Теоретичні питання (короткі письмові відповіді):

Всі питання по 6 балів.

Теоретичні питання (короткі письмові відповіді):

1. Приклади генеративних сервісів ШІ.
2. Метод найменших квадратів. Лінія регресії.
3. Метод опорних векторів для класифікації багатовимірних даних.
4. Кластерний аналіз: призначення та умови застосовності.
5. Поняття бутстрап технології в аналізі даних (Bootstrap)

Практичні завдання (виконуються з програмою R):

6. Для заданого набору даних реалізувати метод K-середніх (K-means) за допомогою програми R. Пояснити отриманий результат.
7. Для заданого набору даних побудувати гістограму частот, додати графік щільності.
8. Для заданого набору текстових даних знайти матрицю частот для вказаних лексем (термінів),
9. Обчислити коефіцієнт кореляції для двох заданих документів відносно вживання заданого набору термінів (дані із завд. 8).
10. Для заданого набору даних побудувати лінійну регресію.

#### **Шкала оцінювання (національна та ECTS)**

**Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з освітніх компонентів, де формою контролю є іспит**

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення

90–100	Відмінно	A	відмінне виконання
82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	Необхідне перекладання

### Рекомендована література та інтернет-ресурси

1. Звенігородський О.С., Зінченко О.В., Чичкарьов Є.А., Кисіль Т.М. Штучний інтелект. Вступний курс: Навчальний посібник. – К.: ДУТ, 2022. – 193 с.
2. Кононова К.Ю. (2020) Машинне навчання: методи та моделі. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна. 301с.  
<https://www.scribd.com/document/838252084/Базовий-підручник-2-Кононова-К-Ю-Машинне-навчання-методи-та-моделі>
3. Machine Learning: стартовий курс. Штовба С.Д., Козачко О.М. Вінниця (2020)  
[https://www.researchgate.net/publication/338924246\\_Machine\\_Learning\\_startovij\\_kurs](https://www.researchgate.net/publication/338924246_Machine_Learning_startovij_kurs)
4. Машинне навчання простими словами (2022)  
Частина 1  
<http://www.mmf.lnu.edu.ua/ar/1739>  
Частина 2  
<http://www.mmf.lnu.edu.ua/ar/1743>
5. Sheldon Lee (2021) Mathematical Modeling and Simulation with MATLAB. Viterbo University Megan Buzby, University of Alaska Southeast.  
URL: <http://hdl.handle.net/11122/12246>
6. Майборода Р. Комп'ютерна статистика. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2019. 496 с.  
URL: <https://drive.google.com/file/d/1O6rJ5TOJ5v15gVP5vzLsHzBPCj-BtYqL/view>
7. Інтелектуальний аналіз даних. Частина 1 / М.В. Талах, В.В. Дворжак – Чернівці: Технодрук, 2022. – 367 с. (641.0Kb). URL: <https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/6751>
8. TextMining with R. *SlideShare*. URL: <http://www.slideshare.net/whitish/textmining-with-r> (date of access: 05.09.2022).
9. Моклячук М.П. Лекції з теорії ймовірностей та математичної статистики. КНУ ім. Тараса Шевченка. 2020. 177 с.  
<https://mechmat.knu.ua/wp-content/uploads/2020/05/teor-imovi-mmp.pdf>
10. R: The R Project for Statistical Computing. *R: The R Project for Statistical Computing*. URL: <https://www.r-project.org> (date of access: 05.09.2022).
11. Package "timeSeries". URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/timeSeries/timeSeries.pdf>