

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра системного проектування

Затверджено

На засіданні кафедри системного проектування факультету електроніки та комп'ютерних технологій Львівського національного університету імені Івана Франка (протокол № 1 від 28.08.2023 р.)

Завідувач кафедри:



Роман ШУВАР

Силабус з навчальної дисципліни
“Засоби машинного навчання”,
що викладається в межах ОПП
“Інженерія програмного забезпечення”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Засоби машинного навчання
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій Львівський національний університет імені Івана Франка вул. Драгоманова 50, м. Львів, 79005 вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів, 79011
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій Кафедра системного проектування
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 121 – Інженерія програмного забезпечення
Викладачі дисципліни	Парубочий Віталій Олегович, асистент кафедри системного проектування
Контактна інформація викладачів	vitalius.parubochyi@lnu.edu.ua https://electronics.lnu.edu.ua/en/employee/parubochyj-v
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації проводяться в день проведення лекційних та лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 305, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, вул. Драгоманова 50, м. Львів. Також можливі онлайн консультації через платформу BigBlueButton в системі Moodle. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://moodle.elct.lnu.edu.ua/course/view.php?id=266
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Засоби машинного навчання” є вибірковою дисципліною з спеціальності 121 “Інженерія програмного забезпечення” освітньої програми “Інженерія програмного забезпечення”, яка викладається в 6-му семестрі в обсязі 5,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Інформація про дисципліну	В курсі “Засоби машинного навчання” розглядаються основні поняття, цілі та задачі машинного навчання, такі як регресія, класифікація, зменшення розмірності, кластеризація та прогнозування, і підходи опрацювання даних, які можуть бути використані для вирішення поставлених задач. Основна увага приділяється засвоєнню знань та отриманню навичок, відповідних сучасному стану розвитку галузі машинного навчання, умінню практично застосовувати отримані знання. Предметом вивчення навчальної дисципліни є галузь машинного навчання, її поняття, задачі, методи та засоби для вирішення задач машинного навчання. Для закріплення теоретичних відомостей передбачений лабораторний курс.
Мета та цілі дисципліни	<i>Метою дисципліни “Засоби машинного навчання” є надання студентам знань та розуміння термінів машинного навчання, а також навичок та вмінь для вирішення задач регресії, класифікації, зменшення розмірності, кластеризації та прогнозування даних засобами машинного навчання.</i> <i>Цілями дисципліни “Засоби машинного навчання” є забезпечення знайомства студентів з загальною термінологією машинного навчання та формування навичок їхнього практичного використання; отримання студентами знань для аналізу даних та вибору необхідного методу машинного навчання, який дає змогу вирішити поставлену задачу;</i>

	отримання студентами навичок та вмінь для аналізу та оцінки отриманих результатів, використовуючи статистичні методи оцінки.
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. A. C. Muller and S. Guido, <i>Introduction to Machine Learning with Python, First Edition</i>. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2016, ISBN: 978-1-449-36941-5. 2. F. Chollet, <i>Deep Learning with Python, Second edition</i>. Shelter Island, NY, USA: Manning Publications Co., 2021, ISBN: 978-1-61729-686-4. 3. A. Géron, <i>Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow</i>, Third edition. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2023, ISBN: 978-1-098-12597-4. 4. I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Couville, <i>Deep Learning</i>. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 2016. ISBN: 978-0-262-03561-3. Available: https://www.deeplearningbook.org 5. K. P. Murphy, <i>Probabilistic Machine Learning: An Introduction</i>. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 2022. ISBN: 978-0-262-36930-5. Available: https://probml.github.io/pml-book/book1.html 6. J. VanderPlas, <i>Python Data Science Handbook, Second Edition</i>. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2023. ISBN: 978-1-098-12122-8. 7. X. Zhu, "Semi-Supervised Learning Literature Survey," Department of Computer Sciences, University of Wisconsin-Madison, WI, USA, Tech. Rep. TR 1530, Jul. 19, 2008. [Online]. Available: https://pages.cs.wisc.edu/~jerryzhu/research/ssl/semireview.html 8. X. Zhu and A. B. Goldberg, <i>Introduction to Semi-Supervised Learning</i>. Series Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning. Morgan & Claypool Publishers, 2009. ISBN: 978-1-598-29547-4, doi: 10.1007/978-3-031-01548-9. 9. G. Zhong and K. Huang, <i>Semi-Supervised Learning: Background, Applications and Future Directions</i>. Nova Science Pub Inc., 2018. ISBN: 978-1-53613-556-5. 10. C. Piech, "K Means," Based on a handout by Andrew Ng, CS 221, Stanford University. [Online]. Available: https://stanford.edu/~cpiech/cs221/handouts/kmeans.html 11. R. J. Hyndman and G. Athanasopoulos, <i>Forecasting: Principles and Practice, 3rd Edition</i>. Melbourne, AU: OTexts, 2021. ISBN: 978-0-987-50713-6. Available: https://otexts.com/fpp3/ 12. A. Amidi and S. Amidi, "CS 229 - Machine Learning cheatsheets," Stanford University. [Online]. Available: https://stanford.edu/~shervine/teaching/cs-229/ 13. K. P. Murphy, <i>Machine Learning: A Probabilistic Perspective</i>. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 2012. ISBN: 978-0-262-01802-9. Available: https://probml.github.io/pml-book/book0.html 14. K. P. Murphy, <i>Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics</i>. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 2023. ISBN: 978-0-262-04843-9. Available: https://probml.github.io/pml-book/book2.html
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 165 годин. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт та 101 година самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення цього курсу студент буде: знати: основні поняття, визначення і проблеми курсу; вимоги до постановки основних задач машинного навчання; призначення та особливості

застосування основних методів машинного навчання.

ВМІТИ:

володіти математичним апаратом методів машинного навчання; застосовувати методи машинного навчання для розв'язування прикладних задач машинного навчання; виконувати оцінку результатів опрацювання даних методами машинного навчання.

Після вивчення курсу «Засоби машинного навчання» здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Здатність спілкуватися іноземною мовою як усно, так і письмово.

ЗК05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК07. Здатність працювати в команді.

ФК14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

ФК15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.

ФК19. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

ФК22. Здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя.

ФК24. Здатність здійснювати процес інтеграції системи, застосовувати стандарти і процедури управління змінами для підтримки цілісності, загальної функціональності і надійності програмного забезпечення.

ФК25. Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.

ФК26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

ФК27. Здатність використовувати для розробки програмного забезпечення перспективні засоби та технології, зокрема, науки про дані, штучного інтелекту, IoT, вбудованих систем тощо.

ФК28. Володіння методами сучасних веб-технологій, хмарних технологій, великих даних та засобами розробки веб-застосувань.

ПРН01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПРН03. Знати основні процеси, фази та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення.

ПРН05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПРН06. Вміння вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення.

ПРН07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

	<p>ПРН9. Знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до програмного забезпечення.</p> <p>ПРН10. Проводити передпроектне обстеження предметної області, системний аналіз об'єкта проектування.</p> <p>ПРН11. Вибирати вихідні дані для проектування, куруючись формальними методами опису вимог та моделювання.</p> <p>ПРН13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.</p> <p>ПРН15. Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.</p> <p>ПРН17. Вміти застосовувати методи компонентної розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.</p> <p>ПРН23. Вміти документувати та презентувати результати розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН25. Вміти проектувати та реалізовувати програмно- апаратні рішення з використанням технологій програмування вбудованих систем та IoT.</p>
Ключові слова	Машинне навчання, штучний інтелект, спосіб навчання, навчання з вчителем, навчання без вчителя, напівавтоматичне навчання, регресія, класифікація, кластеризація, зменшення розмірності, прогнозування, метод машинного навчання, модель машинного навчання
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру
Пререквізити	<p>Для вивчення цього курсу студентам потрібні базові знання з курсів:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Вища математика; - Основи програмування; - Дискретна математика; - Алгоритми і структури даних; - Прикладна статистика та ймовірнісні процеси; - Методи обчислень; - Засоби інженерії даних.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	<p>Інформаційні методи (лекції, презентації, лабораторні роботи, написання есе, виконання індивідуальних завдань, обговорення, консультації для поглибленого розуміння тем, бесіда, ілюстрація, демонстрація);</p> <p>Дедуктивні методи на основі узагальнень;</p> <p>Евристичні методи (проблемна лекція);</p> <p>Інтерактивні методи (дискусія).</p>
Необхідне обладнання	Для проведення лабораторних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i7 (4 ядра / 8 потоків), 16 ГБ оперативної пам'яті, 50 ГБ вільного місця на диску, відеокарта Nvidia GEFORCE GTX 1050 Ti 2048 MB), мультимедійне обладнання (в т.ч.

	<p>проектор), доступ до мережі Інтернет, Moodle, BigBlueButton.</p> <p>Для проведення лабораторних занять: комп'ютери (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i7 (4 ядра / 8 потоків), 16 ГБ оперативної пам'яті, 50 ГБ вільного місця на диску, відеокарта Nvidia GEFORCE GTX 1050 Ti 2048 MB), комп'ютерний клас, GPU-сервер з підтримкою NVIDIA CUDA (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i7 (4 ядра / 8 потоків), 32 ГБ оперативної пам'яті, 100 ГБ вільного місця на диску, відеокарта Nvidia GEFORCE GTX 1080 Ti 2048 MB), Moodle, BigBlueButton.</p> <p>Необхідне програмне забезпечення: Python 3.9+, NumPy, pandas, matplotlib, scikit-learn, Keras, skforecast, sktime, вільне інтегроване середовище розробки для Python: Jupyter Notebook, Google Colab, PyCharm IDE Community Edition.</p>
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні роботи: 80% семестрової оцінки; максимальна кількість балів - 80. <p>Індивідуальний проект може бути виконаний як альтернатива лабораторним роботам та передбачає розробку комплексного проекту, який охоплює тематику курсу повною мірою, або детально розглядає окрему проблему чи задачу, та передбачає поглиблене самостійне вивчення матеріалу. Індивідуальний проект оцінюється на основі представлення результатів роботи та проміжних (чорнових) звітів кожного місяця навчального семестру або на основі представлення кінцевих результатів роботи в кінці семестру.</p> <ul style="list-style-type: none"> • контрольні заміри (1 модуль): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів - 20. <p>Модульне завдання здається впродовж 14-го тижня у формі есе, написаного на основі аналізу наукової статті з машинного навчання згідно індивідуального завдання об'ємом 8-10 сторінок друкованого тексту стандартного формату А4.</p> <p>Підсумкова максимальна кількість за курс – 100 балів.</p> <hr/> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для</p>

виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

Оцінювання лабораторних робіт (9 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 80) відбувається шляхом оцінки роботи студента шляхом демонстрації виконаної роботи (0-5 балів за одну роботу), та здачі та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-5 балів за одну роботу). Лабораторні роботи №1 та №2 оцінюються в 5 балів (до них застосовується коефіцієнт 0.5), усі інші лабораторні роботи оцінюються по 10 балів.

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;

4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками);

3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує неточно, або з помірними недоліками;

2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми функціонує з суттєвими недоліками;

1 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, код програми не функціонує належним чином;

0 – студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.

Оцінювання модульного завдання (1 модуль, максимальна кількість балів: 20) відбувається шляхом написання студентом есе на основі аналізу наукової статті з машинного навчання згідно індивідуального завдання об'ємом 8-10 сторінок друкованого тексту стандартного формату А4.

	<p>Бали оцінювання модульного завдання нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <p>20-17 – розглянута тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обгрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом. Наведені приклади коду повністю робочі та відповідають темі. Можуть бути присутні несуттєві помилки та невідповідності;</p> <p>17-13 – відтворюється значна частина розглянутої теми. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни, проте присутні неточності та/або невідповідності основній темі. Наведені приклади коду частково робочі, проте в загальному відповідають темі;</p> <p>13-10 – відстежується загальне розуміння розглянутої теми. Виявлені множинні неточності та невідповідності, пояснення наведеного коду відсутні, код функціонує із значними неточностями (або відсутні приклади запуску коду на виконання взагалі);</p> <p>10-5 – студент погано розуміє розглянуту тему. Виявлені суттєві неточності та невідповідності. Наведені приклади коду з суттєвими недоліками, або не відповідають темі;</p> <p>5-0 – студент взагалі не розуміє розглянуту тему. Тему не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи. Наведений код не робочий, або відсутній як такий.</p> <p>Критерії отримання додаткових балів: Нарахування додаткових балів відбувається за написання тез доповідей, наукових статей, участь у діяльності наукового гуртка, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах на провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.</p>
<p>Питання до заліку чи екзамену</p>	<p>Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань певних тем до контрольних робіт розміщені на веб-сторінці курсу.</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

**Схема курсу “Засоби машинного навчання”
для студентів спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення**

Тиж .	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття) **лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література. *** Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1	Машинне навчання. Основні поняття та задачі. Частина 1.	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
1	Вступне заняття. Налаштування середовища та необхідного програмного забезпечення.	Лабораторна робота	[3], [4], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Машинне навчання. Основні поняття та задачі. Частина 2.	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Лабораторна робота №1. Використання бібліотеки NumPy для роботи з багатовимірними масивами даних	Лабораторна робота	[6], Сайт курсу	2	кінець 5-го тижня
3	Регресійний аналіз даних	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
3	Лабораторна робота №2. Використання бібліотек pandas та Matplotlib для попередньої обробки та візуалізації даних	Лабораторна робота	[6], Сайт курсу	2	кінець 6-го тижня
4	Класифікація даних	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
4	Лабораторна робота №3. Прогнозування даних за допомогою методів регресійного аналізу	Лабораторна робота	[6], Сайт курсу	2	кінець 7-го тижня
5	Зменшення розмірності даних	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Лабораторна робота №4. Класифікація даних за допомогою методів машинного навчання	Лабораторна робота	[6], Сайт курсу	2	кінець 8-го тижня
6	Напівавтоматичне навчання та його застосування	Лекція	[1], [3], [7], [8], [9], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
6	Лабораторна робота №5. Використання зменшення розмірності для класифікації даних за допомогою методів машинного навчання	Лабораторна робота	[6], Сайт курсу	2	кінець 9-го тижня
7	Кластерний аналіз даних	Лекція	[1], [3], [5], [10], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
7	Лабораторна робота №6. Заняття 1. Використання методів напівавтоматичного навчання для класифікації даних	Лабораторна робота	[6], [8], [9], Сайт курсу	2	кінець 10-го тижня
8	Прогнозування даних	Лекція	[1], [3], [5], [11],	2	кінець поточного тижня

			Сайт курсу		тижня
8	Лабораторна робота №6. Заняття 2. Використання методів напівавтоматичного навчання для класифікації даних	Лабораторна робота	[6], [8], [9], Сайт курсу	2	кінець 10-го тижня
9	Градiєнтний спуск та його застосування в машинному навчанні	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
9	Лабораторна робота №7. Заняття 1. Кластеризація даних за допомогою методів машинного навчання	Лабораторна робота	[6], [10], Сайт курсу	2	кінець 12-го тижня
10	Техніки покращення точності моделей машинного навчання	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
10	Лабораторна робота №7. Заняття 2. Кластеризація даних за допомогою методів машинного навчання	Лабораторна робота	[6], [10], Сайт курсу	2	кінець 12-го тижня
11	Штучні нейронні мережі та глибинне навчання	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
11	Лабораторна робота №8. Заняття 1. Прогнозування даних за допомогою методів машинного навчання	Лабораторна робота	[6], [11], Сайт курсу	2	кінець 13-го тижня
12	Класифікація штучних нейронних мереж	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
12	Лабораторна робота №8. Заняття 2. Прогнозування даних за допомогою методів машинного навчання	Лабораторна робота	[6], [11], Сайт курсу	2	кінець 13-го тижня
13	Огляд програмних засобів та інфраструктури машинного навчання. Частина 1.	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
13	Лабораторна робота №9. Заняття 1. Дослідження методів машинного навчання для вирішення індивідуальної задачі	Лабораторна робота	[6], Сайт курсу	2	кінець 15-го тижня
14	Огляд програмних засобів та інфраструктури машинного навчання. Частина 2.	Лекція	[1], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
14	Лабораторна робота №9. Заняття 2. Дослідження методів машинного навчання для вирішення індивідуальної задачі	Лабораторна робота	[6], Сайт курсу	2	кінець 15-го тижня
15	Модульне заняття	Лекція	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
15	Захисне лабораторне заняття	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
16	Залікове заняття	Лекція	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
16	Захисне лабораторне заняття	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня