


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь

Затверджено

На засіданні кафедри математичної
статистики
і диференціальних рівнянь
механіко-математичного
факультету
Львівського національного
університету
імені Івана Франка
(протокол №1 від 28.08.2020 р.)

В.о. завідувача кафедри:

 _____ Олег БУГРІЙ

Силабус з навчальної дисципліни
“ Глибоке навчання ”,
що викладається в межах ОПШ “ Статистичний аналіз даних ”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 112 - Статистика

Львів 2020 р.

Назва дисципліни	Глибоке навчання
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 - Математика та статистика 112 - Статистика
Викладачі дисципліни	Доманська О.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
Контактна інформація викладачів	olena.domanska@lnu.edu.ua , https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/domanska-o-v ;
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 267. м. Львів, вул. Університетська, 1
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Глибоке навчання” є нормативною дисципліною зі спеціальності 112 – Статистика для освітньої програми “Статистичний аналіз даних”, яка викладається в 6-му семестрі в обсязі 3-х кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс розроблено для ознайомлення студентів з підходами до побудови моделей машинного навчання з використанням нейронних мереж
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета:</i> ознайомити з основними поняттями та методами побудови моделей машинного навчання з використанням нейронних мереж <i>Цілі:</i> викласти основні положення глибокого навчання, показати підходи до дизайну архітектур нейронних мереж, оптимізація та регуляризація нейронних мереж, конволюційні нейронні мережі та лінгвістичні моделі.
Література для вивчення дисципліни	1) Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. <i>Deep Learning</i> . MIT Press, 2016 www.deeplearningbook.org 2) Michael A. Nielsen. <i>Neural Networks and Deep Learning</i> . Published online, 2018. neuralnetworksanddeeplearning.com 3) Eugene Charniak. <i>Introduction to Deep Learning</i> . MIT Press, 2019. 4) Eli Stevens, Luca Antiga, Thomas Viehmann. <i>Deep Learning with PyTorch</i> . Manning, 2020. 5) Ovidiu Calin. <i>Deep Learning Architectures: A Mathematical Approach</i> . Springer, 2020. 6) Andrew Ng, Younes Bensouda Mourri, Kian Katanforoosh. <i>Deep Learning Specialisation</i> . DeepLearningAI – Coursera, 2020. https://www.coursera.org/specializations/deep-learning 7) Stanford University, CS230 Deep Learning, 2020.

	https://cs230.stanford.edu/
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 32 год. лекційних та 16 годин практичних занять. Самостійної роботи: 42 год.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення даного курсу студент буде:</p> <p>знати: формулювання основних задач глибокого навчання, методи побудови та тренування глибоких нейронних мереж, застосування глибоких нейронних мереж</p> <p>вміти: використовувати алгоритми глибокого навчання для класифікації табличних даних, текстових та візуальних даних.</p> <p>В результаті засвоєння матеріалу даного курсу студент набуде таких загальних (ЗК) і спеціальних (фахових) (СК) компетентностей:</p> <p>ЗК-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК-3. Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності. ЗК-5. Здатність спілкуватися іноземною мовою. ЗК-6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК-7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК-8. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел. ЗК-10. Здатність працювати в команді. ЗК-11. Здатність до професійного спілкування з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами в інших галузях знань). ЗК-12. Здатність працювати автономно. ЗК-13. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.</p> <p>СК-2. Здатність застосовувати у професійній діяльності знання та навички в галузях теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії випадкових процесів. СК-3. Здатність здійснювати логічні математичні міркування із чітким зазначенням припущень та висновків. СК-4. Здатність до математичного формулювання задач та вибору методів їх розв'язання. СК-5. Здатність до кількісно-статистичного мислення. СК-6. Здатність до ймовірнісного мислення, що передбачає сприйняття стохастичної природи явищ. СК-7. Здатність робити якісні висновки з кількісних даних. СК-8. Уміння працювати з інформаційними базами даних. СК-9. Здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження та аналізувати дані цих досліджень. СК-10. Здатність проводити дослідження ймовірнісно-статистичних моделей та інтерпретувати одержані результати. СК-11. Здатність використання обчислювальної техніки, спеціалізованих мов програмування та програмних засобів для розв'язання задач і здобуття додаткової інформації. СК-12. Здатність застосовувати ймовірнісно-статистичні методи в міждисциплінарному контексті. СК-13. Здатність подавати статистичні процедури та результати їхнього застосування у формі, придатній для цільової аудиторії, до якої звертаються, як усно, так і письмово. СК-14. Здатність до аналізу основ і властивостей статистичних алгоритмів</p>

	<p>та розуміння переваг і обмежень тих чи інших підходів, у тому числі до оцінки їх обґрунтованості й ефективності.</p> <p>СК-15. Здатність аналізувати основи і властивості базових економічних та фінансових структур, інтерпретувати показники фінансової діяльності, користуватися методами оптимального керування економічних та природних процесів.</p> <p>СК-16. Здатність застосовувати у професійній діяльності знання та навички з машинного навчання, обробки зображень і природної мови.</p> <p>СК-17. Здатність моделювати та пояснювати дані просторових і часових вибірок за допомогою знань і навичок з регресійного аналізу.</p> <p>і здобуде такі результати навчання (РН):</p> <p>РН-2. Вміти працювати зі спеціальною літературою іноземною мовою.</p> <p>РН-11. Вміти аналізувати та прогнозувати лінійні статистичні моделі та моделі регресії, оцінювати їхні параметри.</p> <p>РН-12. Вміти збирати та обробляти дані, застосовувати статистичні процедури для аналізу даних за допомогою обчислювальної техніки та програмних засобів.</p> <p>РН-14. Володіти сучасними інформаційними технологіями для створення презентацій, роботи з базами даних, пошуку інформації та обміну нею.</p> <p>РН-17. Знати методи моделювання природничих та/або соціальних процесів.</p> <p>РН-18. Вміти застосовувати ймовірно-статистичні моделі та методи для розв'язання прикладних проблем і задач.</p> <p>РН-19. Вміти оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.</p> <p>РН-20. Вміти використовувати ймовірнісні та статистичні методи аналізу фінансових показників діяльності суб'єктів ринку.</p> <p>РН-21. Вміти застосовувати у професійній діяльності знання та навички з машинного навчання, обробки зображень і природної мови, інших галузей науки про дані.</p>
Ключові слова	Глибоке навчання, нейронна мережа, згорткові нейронні мережі, лінгвістичні моделі, структурування проектів машинного навчання.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Іспит
Пререквізити	Для вивчення даного курсу студенти потрібні базові знання з: <ul style="list-style-type: none"> - Програмування; - Машинного навчання.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія)
Необхідне обладнання	Для проведення лекційних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet, засоби мультимедіа (в т.ч. проектор). Для проведення практичних/лабораторних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4ГБ оперативної пам'яті), доступ

	<p>до мережі Internet. Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Windows 10, програмні додатки (MS Teams, MS Excel, Jupyter Notebook з вбудованим компілятором мови програмування Python).</p>
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 1% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 8% семестрової оцінки за виконання практичних аудиторних завдань, 16% семестрової оцінки за виконання домашніх завдань, максимальна кількість балів 25. • Змістовий модуль 2: 1% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 8% семестрової оцінки за виконання практичних аудиторних завдань, 16% семестрової оцінки за виконання домашніх завдань, максимальна кількість балів 25. • іспит: 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні/лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>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.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного 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.</p> <p>Оцінювання практичних робіт відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення практичної роботи в аудиторії та захисту написаної студентом вдома практичної роботи.</p> <p>Бали оцінювання аудиторного виконання практичних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <p>100% – 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;</p> <p>75% – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки</p>

	<p>у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;</p> <p>50% – 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 з помірними недоліками;</p> <p>25% – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми не функціонує належним чином;</p> <p>0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.</p> <p>Бали оцінювання домашнього завершення виконання практичних робіт та наданого звіту нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <p>100% – звіт цілком і повністю відображає індивідуальне завдання студента, містить правильні висновки, ілюстрований (за потреби) відповідними графіками і таблицями які правильно відображають суть виконаного завдання, студент має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;</p> <p>75% – звіт в достатній мірі відображає індивідуальне завдання студента, містить допустимі висновки, ілюстрований (за потреби) відповідними графіками і таблицями які частково відображають суть виконаного завдання, студент достатньо розуміє принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;</p> <p>50% – звіт містить загальні формулювання завдання, висновки нечіткі, необхідні ілюстрації чи таблиці відсутні, студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та представлений код програми, надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує з помірними недоліками;</p> <p>25% – звіт не містить формулювання завдання, висновки необґрунтовані чи неповні, необхідні ілюстрації чи таблиці відсутні, студент погано розуміє розглянутий матеріал та представлений код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми не функціонує належним чином;</p> <p>0 – звіт відсутній/не відповідає темі, студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.</p> <p>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:</p> <p>Нарахування балів відбувається за публікацію студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, за участь студента у діяльності наукових гуртків, семінарів, круглих столів, конкурсів, участь у заходах неформальної освіти, за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах провідних ІТ компаній за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни</p>
<p>Питання до екзамену.</p>	<p>Основи нейронних мереж, логістична регресія, побудова нейронних мереж з одним та багатьма шарами, оптимізаційні алгоритми, підбір гіперпараметрів, згорткові нейромережі, механізми уваги.</p>

Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.
-------------------	--

**Схема курсу “Глибоке навчання”
для студентів спеціальності 112 - Статистика**

Тижні	Лекційний курс		Практичні заняття		К-сть год СР	Література
	Назва теми	К-сть год	Назва теми	К-сть год		
1	2	3	4	5	6	7
1	Вступ до глибокого навчання. Що таке нейронна мережа.	2				[1], [2], [3], Сайт курсу
2	Основи нейронних мереж.	2	Навчання з учителем з нейронними мережами. Логістична регресія, побудована з використанням нейронних мереж.	2	5	[1], [2], [3], Сайт курсу
3	Неглибокі нейронні мережі.	2				[2], [6], [7], Сайт курсу
4	Глибокі нейронні мережі.	2	Побудова нейронної мережі з одним прихованим шаром. Побудова глибокої нейронної мережі крок за кроком.	2	6	[1], [2], [5], Сайт курсу
5	Практичні аспекти нейронних мереж.	2				[1], [2], [6], Сайт курсу
6	Алгоритми оптимізації нейронних мереж.	2	Dropout & Normalisation. Оптимізаційні алгоритми.	2	5	[1], [5], Сайт курсу
7	Підбір гіперпараметрів для нейронних мереж.	2				[1], [2], [6], [7], Сайт курсу
8	Вступ до PyTorch фреймворку.	2	Підбір гіперпараметрів, нормалізація батчів. Основи бібліотеки PyTorch.	2	6	[4], [6], Сайт курсу
9	Оптимізація та імплементація стратегій проектів машинного навчання.	2				[5], [6], Сайт курсу
10	Основи згорткових нейронних мереж.	2	Поділ тренувального датасету на train/test/dev. Оптимізаційні метрики. Основи ConvNet.	2	5	[1], [3], [4], [5], Сайт курсу
11	Приклади згорткових нейронних мереж.	2				[3], [4], [5], Сайт курсу
12	Розпізнавання об'єктів на зображеннях.	2	Deep Convolutional Networks. Алгоритми ідентифікації	2	5	[2], [4], Сайт курсу

			зображень.			
13	Розпізнавання облич та передача стилю.	2				[2], [6], Сайт курсу
14	Рекурентні нейронні мережі.	2	Face Recognition. LSTM.	2	5	[1], [4], [5], Сайт курсу
15	Механізми уваги для лінгвістичних моделей.	2				[3], [5], Сайт курсу
16	Підсумкове заняття.	2	Sequence Models & Attention Mechanism.	2	5	[1]-[7], Сайт курсу
	Разом	32		16	42	
	Викладач: Доманська О.В.		Викладач: Доманська О.В.			