

	<p style="text-align: center;">Силабус навчальної дисципліни «Нейромережеве моделювання та прогнозування у фінансах»</p> <p>Ступінь вищої освіти – доктор філософії Освітньо-наукова програма «Фінанси, банківська справа та страхування» Рік навчання: 2, семестр: 3 Кількість кредитів: 5 (150 год.) Мова викладання: українська Підсумковий контроль – диференційований залік Форма проведення занять – лекції, семінарські заняття</p>
<p>Назва курсу</p>	<p style="text-align: center;">Нейромережеве моделювання та прогнозування у фінансах</p>
<p>Викладач</p>	<p>РЕДИЧ ОЛЕКСАНДОР ВОЛОДИМИРОВИЧ, кандидат економічних наук, доцент</p>
<p>E-mail</p>	<p>redych@dpu.edu.ua</p>
<p>Електронна версія курсу</p>	<p>http://moodle.nusta.edu.ua</p>
<p>Консультації</p>	<p><i>Очні консультації: середа, 13.00-14.00, кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем, к.403</i> <i>Онлайн-консультації – за потребою</i></p>

Коротка анотація курсу. Дисципліна «Нейромережеве моделювання та прогнозування у фінансах» спрямована на формування у здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) теоретичних знань та навичок ефективного використання в наукових дослідженнях та професійній діяльності технологій штучного інтелекту (ШІ), зокрема штучних нейронних мереж (ШНМ). Оволодіння методологією та інструментарієм ШНМ сприятиме кретивному мисленню, розвитку аналітичного мислення, формуванню навичок нейромоделювання та прогнозування в сфері наукових досліджень, практичного застосування ШНМ у фінансовому секторі. Дисципліна орієнтована, також, на формування нового покоління фахівців, здатних до ефективного впровадження штучного інтелекту в сучасні фінансові практики.

Завдання вивчення навчальної дисципліни «Нейромережеве моделювання та прогнозування у фінансах» є:

- ознайомити здобувачів освіти із сутністю та теоретичними основами штучних нейронних мереж (ШНМ);
- надати розуміння сутності нейромоделювання, аналізу та прогнозування, ознайомити із інструментарієм ШНМ;
- навчити здобувачів освіти застосовувати інструментарій ШНМ у різних задачах аналізу та прогнозування інформації у фінансовій сфері;

1. Формат курсу – змішаний з елементами дистанційного навчання.

2. Компетентності, які мають бути сформовані в результаті опанування навчальної дисципліни:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних концептуальних та методологічних знань та/або професійної практики у сфері фінансів, банківської справи, страхування та фондового ринку чи на межі галузей знань або професійної діяльності.

Загальні компетентності:

- Здатність застосовувати спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для виявлення і розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики, генерувати нові наукові ідеї на межі предметних галузей і здійснювати власні дослідження.
- Здатність до мотивації та досягнення спільної мети із безперервним саморозвитком та самовдосконаленням.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

- Здатність обирати методи, необхідні для досягнення поставленої мети дослідження.
- Здатність до виконання наукових досліджень у сфері фінансів, банківської справи, страхування та фондового ринку на відповідному фаховому рівні, досягнення наукових результатів, що створюють нові знання, для розв'язання актуальних проблем.
- Здатність до впровадження результатів власних досліджень у сфері фінансів, банківської справи, страхування та фондового ринку.

3. Результати навчання

- Демонструвати навички самостійного виконання наукового дослідження, гнучкого мислення, відкритості до нових знань, оцінювати результати автономної роботи і нести відповідальність за особистий професійний розвиток та навчання інших.
- Обирати методи для проведення досліджень у сфері фінансів, банківської справи та страхування, що забезпечують досягнення поставленої мети.
- Виконувати оригінальні наукові дослідження у сфері фінансів, банківської справи та страхування на відповідному фаховому рівні, досягати наукових результатів, що створюють нові знання, для розв'язання актуальних проблем.

4. Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	26
семінарські заняття	24
індивідуально-консультативна робота	3
самостійна робота	90

Технічне й програмне забезпечення/обладнання – семінарські заняття передбачають використання ШНМ на різних хмарних платформах, зокрема застосування методів та засобів машинного навчання Oracle Cloud Machine Learning, Microsoft Machine Learning, генеративних попередньо навчених трансформерів (GPT), іншого спеціалізовано ПО. При оф-лайн навчанні лекційні аудиторії повинні бути оснащені мультимедійним устаткуванням, для проведення семінарів персональні комп'ютери в лабораторіях повинні мати доступ до Інтернет.

5. Політика курсу – дотримання академічної доброчесності відповідно до «Положення про академічну доброчесність в ДПУ». Політика курсу спрямована на: запобігання та виявлення академічного плагіату в наукових працях здобувачів освіти та виконаних завданнях; розвиток навичок коректної роботи із джерелами інформації та впровадження практики належного цитування; дотримання вимог наукової етики та поваги до інтелектуальних надбань; активізація самостійності й індивідуальності при створенні авторського продукту і відповідальності за порушення загальноприйнятих правил цитування.

6. Схема дисципліни

Годи-ни, семес-тр	Тема, план	Форма заняття та діяльності	Результати навчання	Вага оцінки (кількість балів)
6	<p>Тема 1. Основні поняття про штучні нейронні мережі</p> <p>План лекційного заняття</p> <p>1. Інформаційне середовище курсу. 2. Основні поняття теорії та інструментарію ШНМ. 3. Біологічний нейрон та модель штучного нейрона. 4. Класифікація ШНМ і приклади їх використання вирішення економічних задач.</p>	<p><i>Лекція-бесіда, лекцій-консультації; Семінарське заняття “Реєстрація на хмарних ресурсах” ; тестові завдання, доповіді, презентації, усні та письмові відповіді на теоретичні запитання, ситуаційні запитання,</i></p>	<p>Знайомство із інформаційним середовищем курсу;</p> <p>Реєстрація на хмарних ресурсах (Oracle Cloud Machine Learning, Microsoft Machine Learning, Google Colaboratory);</p> <p>Розуміння сутності ШНМ;</p> <p>Розуміння моделі штучного нейрона та відмінності його від біологічного нейрона;</p> <p>Розуміння понятійного апарату ШНМ.</p> <p>Розуміння принципів класифікації ШНМ та їх вибору для задач аналізу та прогнозування.</p> <p>Уміння використовувати хмарні ресурси для виконання тренінгів .</p>	2
6	<p>Тема 2. Моделювання та розробка ШНМ</p> <p>План лекційного заняття</p> <p>1. Поняття передавальної функції нейрона (функції активації); 2. Моделювання ШНМ та вибір її структури для фінансових задач; 3. Структури сучасних ШНМ; 4. Інструментарій розробки моделей ШНМ. Бібліотеки Python, Matlab, Statistica; 5. Структура мовних нейромержних моделей типу GPT.</p>	<p><i>Лекції-бесіди, лекцій-консультації; Семінарські заняття - тренінги “Аналіз моделей ШНМ та вибір їх структури для фінансових задач”; тестові завдання, доповіді, презентації, усні та письмові відповіді на теоретичні запитання, ситуаційні запитання, запитання понятійного апарату, розв’язання ситуаційних завдань та кейсів,</i></p>	<p>Розуміння передавальної функції нейрона (функції активації);</p> <p>Розуміння структури сучасних ШНМ;</p> <p>Розуміння структури мовних нейромержних моделей типу GPT;</p> <p>Уміння аналізувати моделі ШНМ та здійснювати вибір їх структури для фінансових задач;</p> <p>Уміння використовувати інструментарій (бібліотеки Python, Matlab, Statistica) для нейроаналізу;</p>	2

		<i>обговорення наукових публікацій</i>		
6	<p>Тема 3. Алгоритми навчання та вибір структури ШНМ</p> <p>План лекційного заняття</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття машинного навчання ШНМ (machine learning); 2. Поняття навчальних та тестових даних; 3. Пряме контрольоване навчання, навчання з «учителем» та без «учителя»; 4. Робота з даними, типи даних та підготовка фінансових даних для нейроаналізу; 5. Як навчався GPT. 	<p><i>Лекції; Семинарське заняття-тренінги “Різні типи даних, підготовка фінансових даних для нейроаналізу”: тестові завдання, доповіді, презентації, усні та письмові відповіді на теоретичні запитання, ситуаційні запитання, запитання понятійного апарату, розв’язання ситуаційних завдань, обговорення наукових публікацій</i></p>	<p>Розуміння суті машинного навчання ШНМ (machine learning);</p> <p>Розуміння та уміння формувати навчальні та тестові масиви даних для нейроаналізу;</p> <p>Розуміння суті прямого контрольоване навчання ШНМ, навчання з «учителем» та без «учителя» і їх застосування у фінансовій сфері;</p> <p>Розуміння суті функціонування і навчання GPT.</p> <p>Уміння працювати з різними типами даних, здійснювати підготовку фінансових даних для нейроаналізу;</p> <p>Уміння застосовувати GPT для аналітичних задач.</p>	6
6	<p>Тема 4. Нейромережі глибокого навчання</p> <p>План лекційного заняття</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про нейромережі зі згорткою; 2. Поняття нейромережного комп’ютерного зору; 3. Архітектура конвулятивної нейронної мережі; 4. Інструментарій конвулятивних нейромереж (TensorFlow); 5. Інструментарій конвулятивних нейромереж у фінансових задачах; 6. Використання GPT в аналізі фінансових даних. 	<p><i>Лекції; Семинарське заняття - тренінги “Інструментарій конвулятивних нейромереж та GPT у фінансових задачах”: тестові завдання, доповіді, презентації, усні та письмові відповіді на теоретичні запитання, розв’язання ситуаційних завдань, обговорення наукових публікацій</i></p>	<p>Розуміння суті нейромереж зі згорткою та їх застосування в аналітичних задачах;</p> <p>Розуміння суті нейромережного комп’ютерного зору;</p> <p>Розуміння архітектури конвулятивних ШНМ та сфери їх застосування у фінансовій сфері;</p> <p>Розуміння принципів застосування інструментарію конвулятивних нейромереж (TensorFlow);</p> <p>Уміння застосовувати інструментарій конвулятивних нейромереж у фінансових задачах;</p> <p>Уміння використовувати GPT в аналізі фінансових даних.</p>	2
6	<p>Тема 5. Рекурентні ШНМ, та використання їх у прогнозуванні</p> <p>План лекційного заняття</p> <p>Лекція 7. План лекційного</p>	<p><i>Лекції-бесіди, лекції-консультації; Лекції-тренінг;</i></p>	<p>Розуміння суті рекурентних ШНМ;</p> <p>Розуміння принципів використання бібліотек рекурентних мереж у</p>	2

	<p align="center">заняття</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Суть рекурентних ШНМ . 2. Приклад рекурентної ШНМ . 3. Бібліотеки рекурентних мереж; 4. Переваги і недоліки VDG-архітектури ШНМ; 5. Бібліотеки машинного навчання: Theano, TensorFlow; 6. LSTM-архітектура нейронних мереж; 7. Бібліотеки машинного навчання. Pandas; 8. Бібліотеки машинного навчання. Keras. Anaconda Python; 9. Приклад прогнозування часових рядів фінансових даних за допомогою ШНМ; 10. ШНМ в аналізі інформації децентралізованих фінансових установ (блокчейн транзакції); 11. ШНМ, Web3 та економіка метавсесвітів; 	<p align="center"><i>Семінарські заняття - тренінги</i></p> <p align="center"><i>“Інструментарій конвулятивних нейромереж та GPT у фінансових задачах”:</i> тестові завдання, доповіді, презентації, усні та письмові відповіді на теоретичні запитання, розв’язання ситуаційних завдань, обговорення наукових публікацій</p>	<p>фінансових задачах; Розуміння переваг і недоліків VDG-архітектури ШНМ; Розуміння принципів використання бібліотек машинного навчання: Theano, TensorFlow;</p> <p>Розуміння LSTM-архітектури нейронних мереж;</p> <p>Розуміння принципів використання бібліотек машинного навчання. Pandas;</p> <p>Розуміння принципів використання бібліотек машинного навчання Keras. Anaconda Python;</p> <p>Уміння сформулювати постановку задачі використання рекурентної ШНМ у фінансовому аналізі.</p> <p>Уміння використання моделей ШНМ для прогнозування часових рядів фінансових даних.</p>	
8	<p>Тема 6. ШНМ у фінансових класифікаційних задачах</p> <p>План лекційного заняття</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методи класифікації і їх реалізація за допомогою ШНМ; 2. Методи дерев рішень (ID3); 3. Ознайомлення із інструментарієм SVM методу; 4. Метод кластеризації картами Кохонена; 5. Класифікаційні моделі Oracle Cloud ML. Параметри нейромоделей; 6. Ознайомлення із інструментарієм методів дерев рішень (ID3); 7. Використання SVM методу для виявлення аномальних явищ у фінансових даних; 8. Використання ШНМ для аналізу поведінки клієнтів. фінансових установ; 9. Оцінювання якості класифікації нейромоделей (ROC аналіз тощо); 	<p align="center"><i>Лекція-бесіда, лекція-консультація, семінарські заняття-тренінги</i></p> <p align="center"><i>“Методи класифікації і їх реалізація за допомогою ШНМ”:</i> тестові завдання, доповіді, презентації, усні та письмові відповіді на теоретичні запитання, ситуаційні запитання, запитання понятійного апарату, розв’язання ситуаційних завдань, обговорення наукових публікацій</p>	<p>Розуміння методів класифікації і їх реалізації за допомогою ШНМ;</p> <p>Розуміння принципів застосування методів дерев рішень (ID3);</p> <p>Розуміння принципів використання інструментарію SVM методу;</p> <p>Уміння використовувати метод кластеризації картами Кохонена;</p> <p>Уміння встановлювати параметри нейромоделей та використовувати класифікаційні моделі Oracle Cloud ML;</p> <p>Уміння використовувати інструментарій методів дерев рішень (ID3);</p> <p>Уміння використовувати SVM метод для виявлення аномальних явищ у фінансових даних;</p> <p>Уміння використовувати ШНМ для аналізу поведінки клієнтів фінансових установ;</p> <p>Уміння оцінювання якості класифікації нейромоделей за допомогою ROC аналізу;</p>	2

6	<p>Тема 7. ШНМ у задачах аналізу часових рядів</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особливості прогнозування часових рядів економічних даних; 2. Основні методи прогнозування часових рядів (ARIMA, експоненційне згладжування, Дженкінса Хота Вінтерса); 3. Інструментарій прогнозування часових рядів; 4. Інструментарій для нейромереж прогнозування часових рядів; 5. Використання LSTM мереж для прогнозування економічних часових рядів; 6. Реалізація та навчання нейромережної моделі LSTM; 7. Оцінка результатів прогнозування даних ШНМ; 8. Ознайомлення із інструментарієм методу LSTM; 9. Порівняння методів прогнозування часових рядів на основі ARIMA, Дженкінса та LSTM. 	<p><i>Лекція-бесіда, лекція-консультація, семінарські заняття-тренінги “Методи класифікації і їх реалізація за допомогою ШНМ ”: тестові завдання, доповіді, презентації, усні та письмові відповіді на теоретичні запитання, ситуаційні запитання понятійного апарату, розв’язання ситуаційних завдань, обговорення наукових публікацій</i></p>	<p>Розуміння показників та особливостей часових рядів економічних даних, зокрема у фінансовій сфері;</p> <p>Розуміння методів прогнозування часових рядів (ШНМ, ARIMA, експоненційне згладжування, Дженкінса Холта Вінтерса) та їх відмінностей;</p> <p>Розуміння принципів роботи LSTM ШНМ у прогнозуванні економічних часових рядів;</p> <p>Уміння постановки задачі для використання інструментарію LSTM;</p> <p>Уміння оцінювати результати прогнозування даних ШНМ;</p> <p>Уміння підбирати інструментарій для прогнозування часових фінансових рядів;</p> <p>Уміння використовувати ШНМ для прогнозування часових рядів фінансових даних.</p>	2
6	<p>Тема 8. Генеративні попередньо навчені трансформери (GPT) в аналізі і прогнозуванні фінансових даних</p> <p>План лекційного заняття</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технології та інструментарій генеративних попередньо навчених трансформерів (GPT); 2. Менеджмент ШІ та особливості практики формування запитів до GPT . 3. Економіка чату GPT: аналіз фінансових наслідків вдосконаленого ШІ; 4. Дослідження впливу GPT на економічне зростання; 5. Роль чату GPT у зменшенні нерівності та створенні економічних можливостей; 6. Вивчення впливу GPT на створення робочих місць і автоматизацію; 	<p><i>Лекція-бесіда, лекція-консультація; Семінарські заняття - тренінги: тестові завдання, доповіді, презентації, усні та письмові відповіді на теоретичні запитання, ситуаційні запитання, запитання понятійного апарату, розв’язання ситуаційних завдань, обговорення наукових публікацій</i></p>	<p>Розуміння технології генеративних попередньо навчених трансформерів (GPT);</p> <p>Розуміння економіки чату GPT: розуміння фінансових наслідків вдосконаленого ШІ;</p> <p>Розуміння впливу ШНМ типу GPT на економічне зростання та децентралізацію фінансів;</p> <p>Роль чату ШІ та GPT у зменшенні нерівності та створенні економічних можливостей;</p> <p>Розуміння впливу ШІ та GPT на створення робочих місць і автоматизацію;</p> <p>Розуміння впливу GPT на майбутнє високопродуктивних обчислень і аналізу Великих даних;</p>	2

	<p>7. Вплив GPT на майбутнє високопродуктивних обчислень і аналізу Великих даних;</p> <p>8. Виклики та можливості GPT для високопродуктивних обчислень і аналізу великих даних;</p>		<p>Розуміння викликів та можливостей GPT для високопродуктивних обчислень і аналізу великих даних;</p> <p>Розуміння потенціалу GPT для високопродуктивних обчислень і аналізу великих даних.</p>	
--	---	--	--	--

7. Система оцінювання

Модулі	Модуль 1 (17 балів)				Загальна сума балів = 50 + 50 = 100 балів
Теми	Т.1	Т.2	Т.3	Т.4	
Кількість балів за змістовні модулі	1	2	2	2	
Відповідь на семінарському занятті	1	2	2	2	
Контрольний захід	10				
Самостійна робота	Оцінювання самостійної роботи здійснюється під час семінарських занять та виконання контрольної роботи				
	Модуль 2 (28 балів)				
Теми	Т.5	Т.6	Т.7	Т.8	
Кількість балів за змістові модулі	2	2	2	12	
Відповідь на семінарському занятті	2	2	2	2	
Індивідуальна робота				10	
Контрольний захід	10				
Самостійна робота	Оцінювання самостійної роботи здійснюється під час семінарських занять та виконання контрольної роботи				
Підсумковий тестовий контроль на платформі дистанційного навчання MOODLE ДПУ	5				
Залік	50				

8. Шкала оцінювання

Сума балів за 100-бальною шкалою	Оцінка в ЄКТС	Значення оцінки ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
			Екзамен	Залік
90-100	A	відмінно	Відмінно/	зараховано
80-89	B	дуже добре	Добре	
70-79	C	добре		
60-69	D	задовільно	Задовільно	
50-59	E	достатньо		
35-49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	Незадовільно	Не зараховано
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу		

9. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Завдання, які виконуються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (- 0,5 бали). Перескладання

модулів відбувається із дозволу деканату Факультету за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Наукові роботи перевіряються на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше 20%. Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів).

Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання.

Загальна система оцінювання курсу	Виконання всіх видів навчальних робіт впродовж семестру / залік – 50/50%
Вимоги до письмової роботи	Вивчення окремих питань, що передбачені для самостійного опрацювання. Оцінюється робота з тими матеріалами, які не задіяні в виконанні здобувачами домашніх завдань. Оцінка проводиться за складовою системи, в тому числі: коментарів до певних тем з зазначених матеріалів; презентацій, участі у науково-практичних конференціях.
Семінарські заняття	<p>Семінарські заняття - тренінги проводяться згідно з розкладом у відповідності з планами семінарських занять на основі виконання практичних вправ з використанням інструментарію ШНМ, опрацювання основної, додаткової літератури, додаткового інструментарію програмних засобів ШНМ, оцінюється звіт про виконану самостійну роботу, демонстрація отриманих практичних навичок з використання ШНМ тощо.</p> <p>Поточний контроль (засвоєння окремих тем) проводиться у формі усного опитування або експрес тестування на лекціях та семінарських заняттях, демонстрація здобувачами результатів використання інструментарію ШНМ у різних фінансових задачах, доповіді при обговоренні навчальних питань на семінарських заняттях.</p> <p>При оцінці роботи здобувача на семінарському занятті враховується: відвідуваність занять, активна і продуктивна участь на заняттях, освоєння інструментарію ШНМ, вивчення літературних джерел, своєчасне виконання всіх завдань.</p>
Умови підсумкового контролю	<p>Підсумковий семестровий контроль з дисципліни є обов'язковою формою контролю навчальних досягнень здобувачів. Він проводиться у вигляді заліку, при якому враховується автоматизоване тестування теоретичних питань та звіти про виконання завдання тренінгів. Терміни проведення підсумкового семестрового контролю встановлюються графіком навчального процесу, а обсяг навчального матеріалу, який виноситься на підсумковий семестровий контроль, визначається робочою програмою дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється під час проведення навчальних занять і має на меті перевірку засвоєння здобувачами навчального матеріалу. Форми оцінювання поточної навчальної діяльності стандартизовані і включають контроль теоретичної підготовки та практичних навичок.</p> <p>Максимальна кількість балів, яку може набрати здобувач за поточну навчальну діяльність, становить 50 балів. Сумарна кількість балів за вивчення дисципліни за семестр розраховується як сума балів, отриманих за результатами поточного контролю та балів, отриманих за результатами заліку. Максимальна сума балів за семестр складає 100 балів.</p>

10. Рекомендована література

Основна

1. С.В.Ткаліченко. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. – Кривий Ріг: Державний університет економіки і технологій, 2023. –150 с.
2. І.А. Терейковський, Д.А. Бушуєв, Л.О. Терейковська. Штучні нейронні мережі : базові положення. Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. –123 с.
3. Субботін С. О. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. / С. О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.
4. Могильний С. Б.Машинне навчання з використанням мікрокомп'ютерів: навч.-метод. посіб. / за ред. О. В. Лісового та ін. – К., 2019. – 226 с.

Допоміжна

5. «Машинне навчання». Електронний курс Prometheus. Ініціатива з розвитку аналітичних центрів в Україні": МФ «Відродження». URL: https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/ML101/2016_T3/
6. Редич О.В. Інформаційно-аналітичні технології в оподаткуванні. Навчальний посібник / О.В. Редич. –Ірпінь: Університет ДФС України,– 2019. – 438 с. (Серія «податкова та митна справа в Україні, т.127).
7. Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. Науково-аналітичний журнал. КНЕУ, 2017. №6/2017. –201 с.

Зарубіжні видання:

8. Hilpisch, Y. (2020). Artificial Intelligence in Finance. O'Reilly Media. URL: <http://surl.li/phgxe>
9. Creamer, Germán, Gary Kazantsev, and Tomaso Aste, eds. Machine learning and AI in finance. Routledge, 2021. URL: <http://surl.li/phgqx>
10. Irene AldridgeMarco Avellaneda. Neural Networks in Finance: Design and Performance. (2019) The Journal of Financial Data Science Fall 2019, 1 (4) 39 -62 doi 10.3905/jfds.2019.1.4.039

Інформаційні ресурси Інтернет

11. Ресурси Oracle з технологій Oracle Machine Learning. URL: <http://www.oracle.com/technetwork/database/options/advanced-analytics/odm/overview/index.html>
12. Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. Науково-аналітичний журнал. КНЕУ, –2019. URL: <http://nfmte.com/archive/>
13. Ресурс Microsoft з машинного навчання та Big Data. 2021. URL: Microsoft Azure Machine Learning Studio
14. Хмарний ресурс MATLAB Online. URL: <https://matlab.mathworks.com/>
15. Генеративні попередньо навчені трансформери (GPT): аналіз наступного покоління мовних моделей. URL: <http://surl.li/mwhka> (
16. Економіка генеративних попередньо навчених трансформерів (GPT): аналіз фінансових наслідків вдосконаленого III. URL: <http://surl.li/mwhkj>
17. Генеративні попередньо навчені трансформери GPT і майбутнє високопродуктивних обчислень і аналізу великих даних. URL: