

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра системного аналізу та управління

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

Желдак Т.А.

«31» 08 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Машинне навчання»

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	124 Системний аналіз
Освітній рівень.....	другий (магістерський)
Освітньо-професійна програма	ОПП та ОНП спеціальності 124 Системний аналіз
Спеціалізація	-
Статус	вибіркова
Загальний обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	диференційований залік
Термін викладання	2-й семестр
Мова викладання	українська

Викладач: доц. к.т.н. Владико Олександр Борисович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(місяць, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(місяць, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Машинне навчання» для магістрів спеціальності 124 Системний аналіз / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. Системного аналізу та управління – Д. : НТУ «ДП», 2023. – 13 с.

Розробники:

Владико Олександр Борисович – доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри сист. аналізу та упр.,

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- базові дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Робоча програма буде в пригоді для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

ЗМІСТ

стор.

1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	4
3. БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	5
4. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	7
6.1. Шкали	7
6.2. Засоби та процедури	7
6.3. Критерії	9
7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	12
8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	12
8.1. Рекомендована література (базова)	12
8.2. Рекомендована література (допоміжна)	Помилка! Закладку не визначено.
8.3. Інформаційні ресурси	Помилка! Закладку не визначено.

1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – сформувати у магістрів навички застосування та використання сучасних технологій обробки даних для вирішення задач класифікації, регресійного аналізу, прогнозування та ухвалення рішень.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ДРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)
	Зміст
ДРН1	Розробляти та застосовувати методи, алгоритми та інструменти для навчання нейронних мереж
ДРН2	Вміння застосовувати знання машинного навчання з вчителем та без нього в системах підтримки прийняття рішень та повсякденній практиці.
ДРН3	Знати математичну основу, ідею та алгоритми класифікації об'єктів у дійсному, категорійному та змішаному просторах.
ДРН4	Використовувати методи добування знань, кластеризації та класифікації.
ДРН5	Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.
ДРН6	Застосовувати знання машинного навчання в умовах слабо структурованих даних різної природи.
ДРН7	Використовувати алгоритми побудови асоціативних та класифікуючих правил.
ДРН8	Будувати алгоритми AdaBoost для класифікації та навчання нейронних мереж.

3. БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Математика	Вміти застосовувати математичні знання у процесі розв'язання професійних задач, побудови математичних моделей
Big data та хмарні обчислення	Знати сучасні системами програмування баз даних, а також проектування баз даних та побудови систем управління базами даних та розробки баз даних в архітектурі "клієнт-сервер"

4. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	76	38	38	-	-	6	76
практичні	38	17	61	-	-	4	34
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-
контрольні заходи	6	6	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	57	63	-	-	10	110

5. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифр та ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	76
ДРН1 ДРН2	1. Машинне навчання. Вступ. Постановка задачі машинного навчання. Лінійні моделі. Поняття перенавчання. Способи оцінювання ступеня перенавчання моделей.	8

ДРН2 ДРН3	2. Задачі бінарної класифікації. Рівняння гіперплощини у задачах бінарної класифікації. Розв'язання простого завдання бінарної класифікації. Функції втрат у задачах лінійної бінарної класифікації.	8
ДРН4	3. Формула Байєса Формула Байєса під час вирішення конкретних завдань. Байєсовський висновок. Наївна байєсівська класифікація. Гаусівський байєсівський класифікатор. Лінійний дискримінант Фішера.	8
ДРН1, ДРН5, ДРН6	4. Методи SVM, PCA Введення метод опорних векторів (SVM) Реалізація методу опорних векторів (SVM) Метод опорних векторів (SVM) із нелінійними ядрами. Імовірна оцінка якості моделей	9
ДРН4, ДРН5, ДРН6	5. Метод головних компонентів Показники precision та recall. F-міра. Метрики якості ранжирування. ROC-крива. Метод головних компонентів (Principal Component Analysis). Скорочення розмірності простору ознак за допомогою PCA. Сингулярне розкладання та його зв'язок з PCA.	8
ДРН4, ДРН7	6. Методи класифікації Багатокласова класифікація. Методи one-vs-all та all-vs-all. Метричні методи класифікації. Метод k найближчих сусідів. Методи парзенівського вікна та потенційних функцій. Метричні регресійні методи. Формула Надарая-Ватсона.	8
ДРН4	7. Алгоритми кластеризації Завдання кластеризації. Постановка задачі. Алгоритм кластеризації Ллойда (K-середніх, K-means). Алгоритм кластеризації DBSCAN. Агломеративна ієрархічна кластеризація. Дендограма.	9
ДРН6, ДРН7	8. Вирішальні дерева Логічні методи класифікації. Критерії якості для побудови вирішальних дерев. Побудова вирішальних дерев жадібним алгоритмом ID3. Усічення (pruning) дерева, обробка перепусток та категоріальних ознак. Вирішальні дерева у задачах регресії. Алгоритм CART. Випадкові дерева та випадковий ліс. Бутстреп та бегінг.	9
ДРН8	9. Бустінг Введення у бустінг (boosting). Алгоритм AdaBoost під час класифікації. Алгоритм AdaBoost у задачах регресії. Градiєнтний бустінг та стохастичний градiєнтний бустінг. Нейронні сітки. Короткий вступ до теорії. Навчання нейронної мережі. Алгоритм back propagation.	9
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	38
ДРН4	1. Завдання лінійної бінарної класифікації	6

ДРН4	2. Реалізація гаусівського байєсівського класифікатора	6
ДРН6	3. Апроксимація даних ядерним згладжуванням	6
ДРН6	4. Алгоритм кластеризації Ллойда (<i>K</i> -середніх)	7
ДРН4	5. Алгоритм класифікації CART на вирішальних деревах	6
ДРН8	6. Алгоритм класифікації AdaBoost на вирішальних деревах	7
РАЗОМ		120

6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1. Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2. Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у

вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		виконання ККР під час заліку за бажанням студента
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня НРК.

6.3. Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського рівня вищої освіти (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК

Інтегральна компетентність – здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показники оцінки
<i>Знання</i>		
<ul style="list-style-type: none"> • спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи; • критичне осмислення проблем у навчанні та /або професійній 	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; - критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й не достатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
Рівень знань незадовільний	<60	

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показники оцінки
діяльності та на межі предметних галузей		
Уміння		
<ul style="list-style-type: none"> • розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог; • провадження дослідницької та/або інноваційної діяльності 	<p>Відповідь характеризує уміння:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - оновлювати знання; - інтегрувати знання; - провадити інноваційну діяльність; - провадити наукову діяльність 	95-100
	Відповідь характеризує вміння застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує вміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує вміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує вміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує вміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує вміння застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує вміння застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
Комунікація		
<ul style="list-style-type: none"> • зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються; • використання іноземних мов у професійній діяльності 	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. <p>Комунікаційна стратегія:</p> <ul style="list-style-type: none"> - послідовний і не суперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; 	95-100

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показники оцінки
	- здатність робити висновки та формулювати пропозиції; - використання іноземних мов у професійній діяльності	
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
Автономність та відповідальність		
<ul style="list-style-type: none"> • відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди; • здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним 	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використання принципів та методів організації діяльності команди; - ефективний розподіл повноважень в структурі команди; - підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); - стресовитривалість; - саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; - володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань; - належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок 	95-100
	Впевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	74-79

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показники оцінки
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень автономності та відповідальності незадовільний	<60

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання. Комп'ютерний, клас. Інтерактивна дошка. Дистанційна платформа MOODL.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

8. Рекомендована література (базова)

Murphy, K. P. (2012). *Machine Learning: a Probabilistic Perspective*. MIT Press, Cambridge, MA, USA

Farabet, C., LeCun, Y., Kavukcuoglu, K., Culurciello, E., Martini, B., Akselrod, P., and Talay, S. (2011). Large-scale FPGA-based convolutional networks. In R. Bekkerman, M. Bilenko, and J. Langford, editors, *Scaling up Machine Learning: Parallel and Distributed Approaches*. Cambridge University Press.

Кононова К. Ю. *Машинне навчання: методи та моделі: підручник для бакалаврів, магістрів та докторів філософії спеціальності 051 «Економіка»* / К. Ю. Кононова. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – 301 с.

Черняк А. И. *Интеллектуальный анализ данных: учебник* / А. И. Черняк, П. В. Захарченко; Киевский национальный университет имені Т. Шевченко. К.: Знание, 2014. 599 с.

Kevin P. Murphy [«Machine Learning: A Probabilistic Perspective»](#), 2012

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Продуктова аналітика»
для магістрів спеціальності 124 «Гірництво»

Розробник: Олександр Борисович Владико

Авторська редакція

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19