

# СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОМИСЛОВОСТІ

## ОПИС КУРСУ

Системи штучного інтелекту у промисловості – вибіркова освітня компонента загальної підготовки докторантів, вивчення якої дозволить здобувачу розуміти сучасний стан та новітні тенденції розвитку технологій аналізу даних та видобування знань, отримати знання перспективних напрямків розвитку ефективних та практичних методів інтелектуального аналізу даних, вміння отримувати, організовувати та готувати дані різної природи та ступеня структурованості для розв'язання задач інтелектуального аналізу і машинного навчання. Здобувач, після оволодіння теоретичними основами реалізації та удосконалення алгоритмів обробки даних і витягу знань, за результатами отримання навичок побудови інформаційних систем для інтелектуального аналізу даних та машинного навчання, зможе працювати під час підготовки дисертаційної роботи як науковець-дослідник та аналітик з організації та аналізу даних, машинного навчання та штучного інтелекту.

Особливістю курсу є розгляд найбільш актуальних напрямків в області аналізу даних, основних методів інтелектуальної обробки даних, підходів та математичних основ побудови ефективних моделей та технологій видобування знань з даних для вирішення прикладних задач прогнозування та підтримки прийняття рішень. Вивчення глибоких теоретичних основ та отримання практичних навичок для розробки, впровадження та критичної оцінки передових систем штучного інтелекту для вирішення складних задач у промислових середовищах (виробництво, енергетика, логістика). Викладання дисципліни побудовано на основі новітньої інформації щодо стану і прогресу у технологіях, методах та моделях та з урахуванням кращих українських і світових практик.

Освітній рівень

PhD

Кількість кредитів

4,0

Назва кафедри, яка пропонує дисципліну

Цифрових технологій та проєктно-аналітичних рішень

## ВИМОГИ

- базові знання із вищої математики та математичного аналізу, теорії ймовірності та математичної статистики;
- знання щодо вибору архітектури програмного рішення та навички проєктування програмного забезпечення;
- знання основ програмування, в тому числі програмування на Python;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до відповідальної особи на факультеті).

**САГАЙДА Павло**

[pavlo.sahaida@mipolytech.education](mailto:pavlo.sahaida@mipolytech.education)  
доктор технічних наук, доцент, фахівець в сфері інтелектуального аналізу даних, обчислювального інтелекту та data science



## ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- використовувати передові концептуальні та методологічні знання з застосування методів штучного інтелекту для розв'язання задач автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки й з дотичних міждисциплінарних напрямів, розуміти відповідну методологію наукових досліджень, застосовувати її у власних дослідженнях, скерованих на отримання нових знань та/або здійснення інновацій, та у викладацькій практиці;

- здатність самостійно проводити оригінальні дослідження, що призводять до нових знань у сфері промислового штучного інтелекту (ШІ), а також застосовувати передові моделі Machine Learning та Deep Learning (ML/DL) для оптимізації виробничих процесів, предиктивного обслуговування та контролю якості;

- отримати та ефективно використовувати під час досліджень поглиблене розуміння архітектур даних в промисловості, принципів ML/DL у контексті підтримки функціонування виробничих систем, проводити критичний аналіз ШІ-рішень та пропонувати ефективні рішення для найбільш критичних промислових функцій;

- розуміти та ефективно використовувати результати найсучасніших дослідницьких напрямків, необхідних для розробки та впровадження систем ШІ в промисловості.

## ТЕМАТИКА

**Змістовий модуль 1. Фундаментальні основи промислового ШІ та Big Data (AI & Big Data Foundations). Промисловість 4.0 та Індустріальний Інтернет Речей (IIoT):** Введення в IIoT, кіберфізичні системи, цифрові двійники (Digital Twins) як основи для ШІ. **Промислові дані (Industrial Big Data):** Типи даних (сенсори, часові ряди, зображення, структурні дані), виклики (незбалансованість, шум, пропуски), сховища та архітектури даних (Data Lakes, Edge Computing). **Передові методи Machine Learning для промисловості:** Поглиблене вивчення класифікації, регресії, кластеризації. Аномалії та виявлення відмов (Anomaly Detection). **Предиктивне технічне обслуговування (Predictive Maintenance, PdM):** Методології прогнозування залишкового терміну служби (RUL), моделі відмов обладнання на основі вібраційних, температурних та акустичних даних. **Deep Learning (DL) для промисловості:** Згорткові нейронні мережі (CNN) для візуального контролю якості, Рекурентні нейронні мережі (RNN/LSTM) та Трансформери для прогнозування часових рядів (наприклад, енергоспоживання, вібрації обладнання). **Автоматизований контроль якості (Automated Quality Control):** Використання комп'ютерного зору (Computer Vision) для детектування дефектів на виробничій лінії. Методи навчання без вчителя для виявлення нових типів дефектів. **Енергоефективність та оптимізація споживання:** Моделі ШІ для прогнозування та динамічного керування енергоспоживанням виробничих об'єктів. **Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning - RL):** Основи RL та його застосування для оптимізації управління складними виробничими процесами (наприклад, планування, робототехніка). **Оптимізація виробничого планування та логістики:** Застосування еволюційних алгоритмів та ШІ для задач планування (Scheduling), оптимізації ланцюжків постачання та управління запасами. **Промислова робототехніка та автоматизація:** Інтеграція ШІ в робототехнічні системи: зір для роботів, навігація, маніпулювання об'єктами. **Змістовий модуль 2. Дослідницькі виклики та передові парадигми (Advanced Research Topics). Generative AI для промисловості.** Генерація синтетичних даних для тренування. Симуляція цифрового двійника з diffusion models. Генеративне проєктування дизайн для оптимізації геометрії деталей. **Large Language Models в промисловості.** Застосування GPT, BERT для промислових документів; автоматичне формування звітів. Розмовний штучний інтелект для технічної підтримки. Генерація коду для автоматизації розробки програмних комплексів; knowledge extraction з технічної документації. **Федеративне навчання (Federated Learning) у промислових мережах:** Методи навчання моделей ШІ на розподілених даних від різних заводів чи пристроїв без централізації конфіденційної інформації. **Навчання з малим обсягом даних (Few-Shot/Zero-Shot Learning):** Вирішення проблеми нестачі маркованих даних у промисловості через трансферне навчання (Transfer Learning) та інші сучасні підходи. **Нейро-символьний ШІ (Neuro-Symbolic AI):**



## Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях	<p>Підготовлений звіт за тематикою занять у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється викладачем. Оцінка за роботу на практичних заняттях оголошується наприкінці заняття на відповідному тижні і може бути оскаржена одразу ж.</p> <p>Мах 10 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- студент дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал демонструє володіння термінологічним апаратом, математичним та алгоритмічним забезпеченням, здатний адаптувати алгоритм або програмну реалізацію під зміни завдання, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність розв'язуваної задачі, визначити ключові складові виконання практичної роботи, критерії якості застосованого алгоритму або програмної реалізації (7 балів);</li> <li>- оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (3 бали)</li> </ul>
Виконання та захист індивідуального завдання	<p>Підготовлений звіт у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі. Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля.</p> <p>Мах 15 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- студент підготував звіт за конкретним завданням з аналізу предметних областей, розробки та удосконалення алгоритмів обробки даних в різних форматах, їх аналізу та візуалізації, витягу з даних моделей, розробки відповідних програмних компонентів, в якому: правильно визначив метод та алгоритм розв'язання задачі, обґрунтував своє бачення теоретичними концепціями або моделями, виконав необхідні розрахунки в разі потреби, представив висновок або власне бачення розв'язання задачі, оцінив якість технічного або програмного рішення і окреслив можливі перспективи і обмеженість такого рішення; звіт структуровано, викладено діловим, науковим або публіцистичним стилем українською (5 балів);</li> <li>- звіт містить комплексну, логічну і оригінальну пропозицію розв'язання задачі; використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки пропозиції відомих застосунків ШІ суттєво залежать від обміркованої постановки питання і уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь, отримана з використанням ШІ, не є комплексною або не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам звіту або завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за цим критерієм знижується (5 балів)</li> <li>- студент під час презентації / захисту звіту демонструє володіння термінологічним апаратом, математичним та алгоритмічним забезпеченням, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати алгоритм або програмну реалізацію під зміни у індивідуальному завданні (5 балів)</li> </ul>
Модульні контрольні роботи	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 година 20 хв. В разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб не обмежується, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота включає блок задач з матеріалу модуля (мах 15 балів). Задачі передбачають обґрунтування порядку розв'язання проблем, виконання розрахунків. При розв'язанні задач оцінюється логіка і обґрунтованість розв'язання, правильність запропонованого алгоритму та програмної реалізації.</p>

### Додаткові зауваження:

- студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та

Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#))

- оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;
- викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

### Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Форма підсумкового контролю	Залік за матеріалом курсу
Умови допуску до підсумкового контролю	Сума оцінок за поточний контроль за семестр становить не менше 35 балів; якщо здобувачі освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнені, що набравши 35 балів за поточну успішність, складуть іспит на 85 балів і вище, то вони мають підвищити власні результати поточного контролю до прийняттого рівня
Порядок визначення підсумкової оцінки	<ul style="list-style-type: none"> <li>– якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях;</li> <li>– в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік».</li> </ul> Порядок оскарження залікової оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу ( <a href="#">Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)</a> )

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	Залік
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки		
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки	Задовільно	
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни		
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

## ОСОБЛИВІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

- В разі, якщо здобувач освіти засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх кваліфікаційних рівнях або інших дисциплінах, то кредити та оцінка з даної дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;
- В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;
- В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики штучного інтелекту та інтелектуального аналізу даних (наприклад, Coursera, Udemy або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;
- В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#).

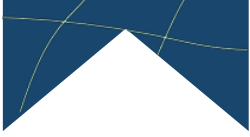
## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Russel S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Fourth Edition. Prentice Hall, 2020. 1115 p.
2. Leskovec J., Rajaraman A., Ullman J. Mining of Massive Datasets. 3rd Edition. Cambridge : Cambridge University Press, 2020. 603 p.
3. Géron Au. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 3rd Edition. O'Reilly Media, Inc., 2022. 861 p.
4. Гороховатський В. О., Творошенко І. С. Методи інтелектуального аналізу та оброблення даних : навч. посібник. Харків : ХНУРЕ, 2021. 92 с.
5. Zaki M. J., Wagner M. Jr. Data Mining and Machine Learning: Fundamental Concepts and Algorithms. 2nd Edition. Cambridge University Press, 2020. 776 p.
6. Сагайда П. І., Зорі А. А., Тарасов О. Ф. Організація комп'ютерних систем для інтелектуальної обробки даних на основі опрацювання формалізованих знань : монографія. Краматорськ : ДДМА, 2020. 191 с.

## АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

- **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагиату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не



передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.

– Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

– Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

– Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)