НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки
Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор із науково-педагогічної роботи
_____ Богдан КОРОБКО
«29» 08 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Робототехніка та комп'ютерне моделювання»
(назва навчальної дисципліни)

Підготовки — Бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

Освітньої програми — Робототехніка та автоматизовані системи керування
(назва освітньої програми)

Спеціальності — 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
(код і назва спеціальності)

Полтава
2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Робототехніка та комп'ютерне моделювання» для студентів спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Складена відповідно до освітньої програми «Робототехніка та автоматизовані системи керування», 2024 року.

Розробник: Лактіонов Олександр Ігорович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій

Погоджено:

Гарант освітньої програми _____ Богдан БОРЯК

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій

Протокол від «28» серпня 2025 року № 1

Завідувач кафедри автоматики,
електроніки та телекомунікацій _____ Олександр ШЕФЕР

«28» серпня 2025 року

Схвалено навчально-методичною комісією Навчально-наукового інституту інформаційних технологій та робототехніки

Протокол від «28» серпня 2025 року № 1

Голова навчально-методичної комісії
навчально-наукового інституту
інформаційних технологій та робототехніки _____ Олександр ШЕФЕР

«28» серпня 2025 року

© Лактіонов О.І., 2025 рік
© Національний університет
імені Юрія Кондратюка, 2025 рік

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="3">Найменування показників</td><td rowspan="3">Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти</td><td colspan="3">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td colspan="3">Форма здобуття освіти</td></tr>
<tr><td>денна</td><td>заочна</td><td>дистанційна</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="2">Галузь знань

17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»</td><td colspan="3" rowspan="2">обов’язкова</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 150</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Модулів – 1</td><td rowspan="6">Спеціальність

174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»</td><td colspan="3">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>4-й</td><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Змістових модулів – 1</td><td colspan="3">Семестр</td></tr>
<tr><td>8-й</td><td>8-й</td><td>8-й</td></tr>
<tr><td colspan="3">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Індивідуальне завдання РГР№1 «Розробка моделі робота ін-струментами навчання з підк-ріпленнями», 10 год.</td><td>38 год.</td><td>12 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Практичні</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ступінь вищої освіти

<u>бакалавр</u></td><td>22 год</td><td>6 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>0 год.</td><td>0 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>80 год.</td><td>122 год.</td><td>140 год.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Індивідуальна робота: 10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Вид контролю: екзамен</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми здобуття освіти – 60/90
для заочної форми здобуття освіти – 18/132
для дистанційної форми здобуття освіти – 0/150

2. Мета навчальної дисципліни

Мета – формування у студентів теоретичних знань і практичних умінь щодо моделювання роботів за допомогою сучасних систем.

Визначені освітньою програмою компетентності, для формування яких використовується ця навчальна дисципліна:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

К01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

К03. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

К04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

К05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

К11. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

К12. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

К13. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

К14. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

К15. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

К16. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

К17. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

К19. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно- інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

К22. Здатність до розуміння передових методів робототехніки, проектування, програмування та використання робототехнічних засобів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Перелік дисциплін, які мають бути вивчені раніше: «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Технологія виготовлення механічних компонентів робототехніки, «Штучний інтелект в робототехніці», «Мікропроцесорна техніка та програмування контролерів»

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Компетентності, для формування яких використовується ця навчальна дисципліна базується на результатах навчання:

ПР03. Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси.

ПР06. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій

ПР08. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основ і аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПР12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки

ПР15. Вміти проектувати, програмувати, налаштовувати робототехнічні системи та використовувати робототехнічні засоби для автоматизації складних технологічних процесів і операцій.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	ЄКТС Значення	Оцінка за національною шкалою	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	**A**	**Відмінно**	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	**Високий**, що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.

82 – 89	**B**	**Добре**	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	**Достатній**, що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	**C**	**Добре**	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	**Достатній**, конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	**D**	**Задовільно**	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядались з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	**Середній**, що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	**E**	**Достатньо**	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень і володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	**Середній,** що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.
35 - 59	**FX**	**Незадовільно** з можливістю повторного складання екзамену/ диф.заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є неправильними, необгрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	**Низький**, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.

0 – 34	**F**	**Незадовільно** з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	**Незадовільний**, здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

✓ **Поточний контроль**

- виконання практичних робіт
- тестування
- опитування
- контрольні роботи (для дистанційної форми)

✓ **Підсумковий контроль**

- екзамен

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Професійний стек технологій для розробки роботів.

Тема 1. Загальні основи використання штучного інтелекту для моделювання роботів.
Розглядаються базові відомості про штучний інтелект.
Практичне заняття 1

Тема 2. Базові задачі штучного інтелекту для моделювання роботів.
Розглядаються основні задачі штучного інтелекту, зокрема регресії, класифікації, кластеризації.
Практичне заняття 2

Тема 3. Навчання з підкріпленнями. Алгоритм State-Action-Reward-State-Action
Розглядається один із базових on-policy алгоритмів навчання з підкріпленням, де агент оновлює свою стратегію на основі фактично обраних дій. Вивчається структура кортежу «стан-дія-нагорода-стан-дія» та умови збіжності алгоритму. Особлива увага приділяється відмінностям між навчанням у процесі реальної взаємодії та теоретичним оптимумом.
Практичне заняття 3

Тема 4. Навчання з підкріпленнями. Алгоритм Temporal Difference Learning
Тема присвячена методу навчання на основі часових різниць, що поєднує ідеї методів Монте-Карло та динамічного програмування.
Практичне заняття 4

Тема 5. Model-based RL, Dyna-Q та планування дій
Вивчається підхід, при якому агент будує внутрішню модель середовища для симуляції досвіду. Алгоритм Dyna-Q демонструє, як поєднувати реальний досвід із «уявним» плануванням для прискорення навчання. Такий підхід дозволяє значно зменшити кількість необхідних взаємодій із реальним світом.

Тема 6. Формування винагороди
Лекція розкриває методи розробки ефективних функцій винагороди для складних завдань, де цільовий сигнал є розрідженим. Розглядаються небезпеки «злому винагороди» (reward hacking) та математичні принципи додавання проміжних бонусів, що не змінюють оптимальну стратегію. Це критично для успішного навчання агентів у реальних умовах.
Практичне заняття 5

Тема 7. Policy-based та Actor–Critic підходи
Перехід від оцінки цінності станів до прямого навчання стратегії (Policy Gradient). Розглядається архітектура Actor–Critic, де «Актор» обирає дії, а «Критик» оцінює їхню ефективність. Такий підхід забезпечує стабільніше навчання в середовищах із безперервним простором дій.

Тема 8. Зменшення шуму в процесі навчання
Аналізуються джерела стохастичності та шуму в градієнтах, які заважають збіжності моделі. Вивчаються методи регуляризації, фільтрації та використання м'яких оновлень параметрів для згладжування процесу навчання. Лекція допомагає зрозуміти, як зробити поведінку агента більш передбачуваною.
Практичне заняття 6

Тема 9. Ієрархічне навчання з підкріпленнями та Options Framework
Розглядається розбиття складних завдань на високорівневі цілі та низькорівневі макродії (опції). Options Framework дозволяє агенту оперувати абстракціями, що значно полегшує навчання у довготривалих епізодах.

Тема 10. Навчання з логів і записів взаємодії для безпечного застосування
Тема присвячена безпечному навчанню агентів на основі заздалегідь зібраних наборів даних без прямої взаємодії з середовищем. Розглядаються методи мінімізації розбіжностей між зібраним досвідом та новою стратегією.
Практичне заняття 7

Тема 11. Ефективне навчання на послідовностях
Вивчаються методи обробки часових рядів та послідовних даних у контексті RL. Розглядається використання архітектур, здатних запам'ятовувати попередні стани для прийняття рішень у середовищах з неповною спостережуваністю. Велика увага приділяється ефективності використання пам'яті та обчислювальних ресурсів.

Тема 12. Прискорення навчання агентів
Лекція пояснює механізм, який дозволяє поширювати винагороду на декілька кроків назад у часі. Використання слідів придатності (eligibility traces) допомагає прискорити навчання за рахунок швидшого оновлення ланцюжка дій, що призвели до результату. Це поєднує переваги TD-навчання та методів Монте-Карло.
Практичне заняття 8

Тема 13. Уникнення завищених оцінок Q
Розглядається проблема систематичного завищення цінності дій у класичному Q-learning через оператор максимуму. Студенти вивчають алгоритм Double DQN, який використовує дві незалежні мережі для вибору та оцінки дії. Це рішення дозволяє уникнути помилкового оптимізму моделі та покращує стабільність.

Тема 14. Розділення цінності стану та переваги дії

Вивчається архітектура Dueling Network, яка розділяє оцінку того, наскільки гарним є стан сам по собі, від оцінки переваги кожної конкретної дії. Це дозволяє моделі швидше розуміти цінні стани, навіть якщо вибір дії в них не є критичним. Підхід забезпечує кращу генералізацію в середовищах з великою кількістю подібних дій.
Практичне заняття 9

Тема 15. Пріоритизація корисних кадрів у навчанні
Замість випадкового вибору досвіду з пам'яті, агент вчиться частіше повторювати ті переходи, де помилка прогнозу була найбільшою. Лекція пояснює, як ефективно реалізувати структуру даних для пріоритизації без втрати швидкості навчання. Це значно підвищує ефективність використання наявних даних.

Тема 16. Застосування нейронних мереж для великих станів
Розглядається застосування глибоких нейромереж (Deep RL) для апроксимації функцій цінності в середовищах з величезною кількістю станів, наприклад, в іграх або симуляторах. Вивчаються методи стабілізації, такі як використання цільових мереж (target networks) та буферів відтворення досвіду.
Практичне заняття 10

Тема 17. Мовне керування роботом за допомогою засобів Python
Лекція присвячена передовим методам інтеграції великих мовних моделей для керування робототехнічними системами. Студенти вчаться перетворювати текстові команди природною мовою у послідовність дій для робота за допомогою Python-скриптів. Розглядаються архітектури взаємодії між високорівневим «інтелектом» мовної моделі та низькорівневим керуванням.

Тема 18. Вивчення системи Edge-AI та інтеграція з платформою Arduino
Тема охоплює перенесення навчених моделей штучного інтелекту на енергоефективні мікроконтролери. Розглядаються інструменти квантування та оптимізації моделей для роботи в обмежених умовах пам'яті Arduino.
Практичне заняття 11

Тема 19. Інтеграція інтелектуальних робототехнічних систем у сучасному кіберфізичному виробництві
Розглядається інформація щодо інтеграція інтелектуальних робототехнічних систем у сучасному кіберфізичному виробництві

8. Структура навчальної дисципліни

а) для денної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	**Кількість годин**					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Загальні основи використання штучного інтелекту для моделювання роботів	8	2	2			4
Тема 2. Базові задачі штучного інтелекту для моделювання роботів	8	2	2			4
Тема 3. Навчання з підкріпленнями. Алгоритм State-Action-Reward-State-Action	8	2	2			4
Тема 4. Навчання з підкріпленнями. Алгоритм	8	2	2			4

Temporal Difference Learning						
Тема 5. Model-based RL, Dyna-Q та планування дій	6	2				4
Тема 6. Формування винагороди	8	2	2			4
Тема 7. Policy-based та Actor–Critic підходи	6	2				4
Тема 8. Зменшення шуму в процесі навчання	8	2	2			4
Тема 9. Ієрархічне навчання з підкріпленнями та Options Framework	7	2				5
Тема 10. Навчання з логів і записів взаємодії для безпечного застосування	8	2	2			4
Тема 11. Ефективне навчання на послідовностях	7	2				5
Тема 12. Прискорення навчання агентів	8	2	2			4
Тема 13. Уникнення завищених оцінок Q	6	2				4
Тема 14. Розділення цінності стану та переваги дії	8	2	2			4
Тема 15. Пріоритизація корисних кадрів у навчанні	7	2				5
Тема 16. Застосування нейронних мереж для великих станів	8	2	2			4
Тема 17. Мовне керування роботом за допомогою засобів Python	6	2				4
Тема 18. Вивчення системи Edge-AI та інтеграція з платформою Arduino	8	2	2			4
Тема 19. Інтеграція інтелектуальних робототехнічних систем у сучасному кіберфізичному виробництві	7	2				5
РГР№1	10				10	
Усього годин за модулем 1	150	38	22		10	80

б) для заочної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	**Кількість годин**					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Загальні основи використання штучного інтелекту для моделювання роботів	10	2	2			6
Тема 2. Базові задачі штучного інтелекту для моделювання роботів	6					6
Тема 3. Навчання з підкріпленнями. Алгоритм State-Action-Reward-State-Action	6					6
Тема 4. Навчання з підкріпленнями. Алгоритм Temporal Difference Learning	7					7
Тема 5. Model-based RL, Dyna-Q та планування дій	6					6
Тема 6. Формування винагороди	11	2	2			7
Тема 7. Policy-based та Actor–Critic підходи	6					6
Тема 8. Зменшення шуму в процесі навчання	7					7
Тема 9. Ієрархічне навчання з підкріпленнями та Options Framework	10	2	2			6
Тема 10. Навчання з логів і записів взаємодії для безпечного застосування	7					7
Тема 11. Ефективне навчання на послідовностях	8	2				6
Тема 12. Прискорення навчання агентів	7					7
Тема 13. Уникнення завищених оцінок Q	6					6

Тема 14. Розділення цінності стану та переваги дії	7					7
Тема 15. Пріоритизація корисних кадрів у навчанні	8	2				6
Тема 16. Застосування нейронних мереж для великих станів	7					7
Тема 17. Мовне керування роботом за допомогою засобів Python	6					6
Тема 18. Вивчення системи Edge-AI та інтеграція з платформою Arduino	7					7
Тема 19. Інтеграція інтелектуальних робототехнічних систем у сучасному кіберфізичному виробництві	8	2				6
РГР№1	10				10	
Усього годин за модулем 1	150	12	6		10	122

в) для дистанційної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	**Кількість годин**					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Загальні основи використання штучного інтелекту для моделювання роботів	7					7
Тема 2. Базові задачі штучного інтелекту для моделювання роботів	8					8
Тема 3. Навчання з підкріпленнями. Алгоритм State-Action-Reward-State-Action	6					6
Тема 4. Навчання з підкріпленнями. Алгоритм Temporal Difference Learning	8					8
Тема 5. Model-based RL, Dyna-Q та планування дій	6					6
Тема 6. Формування винагороди	8					8
Тема 7. Policy-based та Actor–Critic підходи	7					7
Тема 8. Зменшення шуму в процесі навчання	8					8
Тема 9. Ієрархічне навчання з підкріпленнями та Options Framework	7					7
Тема 10. Навчання з логів і записів взаємодії для безпечного застосування	8					8
Тема 11. Ефективне навчання на послідовностях	7					7
Тема 12. Прискорення навчання агентів	8					8
Тема 13. Уникнення завищених оцінок Q	7					7
Тема 14. Розділення цінності стану та переваги дії	8					8
Тема 15. Пріоритизація корисних кадрів у навчанні	7					7
Тема 16. Застосування нейронних мереж для великих станів	8					8
Тема 17. Мовне керування роботом за допомогою засобів Python	7					7
Тема 18. Вивчення системи Edge-AI та інтеграція з платформою Arduino	8					8
Тема 19. Інтеграція інтелектуальних робототехнічних систем у сучасному кіберфізичному виробництві	7					7
РГР№1	10				10	

Усього годин за модулем 1	150				10	140

9. Перелік питань для семінарських занять

№ заняття	Перелік питань	Кількість годин		
		для денної форми	для заочної форми	для дистанційної форми
	Семінарські заняття не передбачені*			

10. Перелік питань для практичних занять

№ заняття	Перелік питань	Кількість годин		
		для денної форми	для заочної форми	для дистанційної форми
1	Яку задачу моделювання робота було реалізовано на практичному занятті? Які вхідні дані використовувалися для роботи моделі? Які етапи обробки даних були виконані перед навчанням моделі? Які обмеження має використаний підхід у реальній робототехнічній системі? Які результати було отримано та як їх можна інтерпретувати?	2	2	-
2	Яку з базових задач (регресія, класифікація або кластеризація) було реалізовано? Яку модель або алгоритм було використано та чому? Які ознаки (features) використовувалися для навчання моделі? Які метрики якості застосовувалися для оцінювання результатів? Як змінюється поведінка робота при помилках моделі?	2	-	-
3	Які компоненти входять до кортежу SARSA, реалізованого в практичній роботі? Яким чином оновлювалася Q-функція? Яку політику вибору дій було використано (ε-greedy тощо)? Як зміна параметрів навчання впливала на швидкість збіжності?	2	-	-

	□ Які переваги та недоліки SARSA було виявлено експериментально?			
4	□ У чому практична відмінність TD-навчання від методу Монте-Карло? □ Які параметри TD-алгоритму було налаштовано під час роботи? □ Як обчислювалася помилка часової різниці (TD error)? □ Як TD-навчання поводиться в умовах шумних даних? □ Які результати було отримано у порівнянні з іншими методами?	2	-	-
5	□ Яку функцію винагороди було обрано для практичного завдання? □ Чому базова винагорода була недостатньою для навчання агента? □ Які проміжні винагороди або штрафи було додано? □ Як зміна винагороди вплинула на поведінку агента? □ Чи спостерігались прояви reward hacking у процесі навчання?	2	-	-
6	□ Які джерела шуму було виявлено під час навчання агента? □ Які методи стабілізації було застосовано на практиці? □ Як регуляризація вплинула на результати навчання? □ Яку роль відігравали м’які оновлення параметрів? □ Як змінилася передбачуваність поведінки агента?	2	2	-
7	□ Які дані використовувалися як журнали (логи) взаємодії? □ Чим offline RL відрізняється від online навчання? □ Які ризики виникають при навчанні на заздалегідь зібраних даних? □ Які методи використовувалися для зменшення розбіжностей політик? □ У яких реальних сценаріях такий підхід є доцільним?	2	-	-
8	□ Як реалізовано механізм eligibility traces у практичній роботі?	2	-	-

	□ Яку роль відіграє параметр λ у поширенні винагороди? □ Як змінюється швидкість навчання при різних значеннях λ? □ Які переваги має TD(λ) у порівнянні з TD(0)? □ У яких задачах використання слідів придатності є найбільш ефективним?			
9	□ Яку проблему класичного Q-learning демонструє практичне завдання? □ Як у коді реалізовано поділ вибору та оцінки дії (Double DQN)? □ Які компоненти має архітектура Dueling Network? □ Як ці підходи вплинули на стабільність навчання? □ Які експериментальні результати підтверджують їхню ефективність?	2	2	-
10	□ Чому в практичній роботі було використано нейронну мережу? □ Яку архітектуру мережі застосовано для апроксимації Q-функції? □ Яку роль відіграє replay buffer у навчанні? □ Як використовувалася target network? □ Які проблеми стабільності було виявлено під час навчання?	2	-	-
11	□ Яку модель ШІ було перенесено на мікроконтролер? □ Які обмеження пам’яті та обчислень було враховано? □ Які методи квантування або оптимізації застосовано? □ Як здійснювалася взаємодія між Arduino та зовнішніми модулями? □ Які переваги та обмеження Edge-AI було виявлено експериментально?	2	-	-

11. Перелік питань для лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій програмі навчальної дисципліни;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання екзамену за контрольними питаннями;
- міжсесійний контроль.

Питання
для самостійного вивчення студентами

№ п/п	Перелік питань	Кількість годин		
		для денної форми	для заочної форми	для дистанційної форми
Тема 1. Загальні основи використання штучного інтелекту для моделювання роботів.				
1	Що таке штучний інтелект та які його основні напрями застосування в робототехніці? У чому полягає різниця між класичним програмним керуванням і керуванням на основі штучного інтелекту? Які задачі моделювання роботів доцільно розв’язувати методами штучного інтелекту? Які обмеження та ризики використання штучного інтелекту в реальних робототехнічних системах? Яку роль відіграють дані у навчанні інтелектуальних роботів?	4	6	7
Тема 2. Базові задачі штучного інтелекту для моделювання роботів.				
2	У чому полягає сутність задачі регресії та де вона застосовується в робототехніці? Чим класифікація відрізняється від кластеризації? Наведіть приклад використання класифікації для сенсорних даних робота. Які метрики якості використовуються для оцінювання моделей класифікації? У яких випадках доцільно застосовувати неконтрольоване навчання?	4	6	8
Тема 3. Навчання з підкріпленнями. Алгоритм State-Action-Reward-State-Action				

3	Що таке навчання з підкріпленнями та його ключові компоненти? Опишіть структуру кортежу «стан–дія–нагорода–стан–дія». Чому алгоритм SARSA належить до on-policy методів? Які умови збіжності алгоритму SARSA? У чому різниця між теоретичним оптимумом і навчанням у реальному середовищі?	4	6	6
Тема 4. Навчання з підкріпленнями. Алгоритм Temporal Difference Learning				
4	У чому полягає ідея навчання на основі часових різниць? Як TD-навчання поєднує підходи Монте-Карло та динамічного програмування? Яке значення має параметр швидкості навчання в TD-алгоритмах? Чому TD-методи є ефективними для онлайн-навчання? Наведіть приклад використання TD-навчання в керуванні роботом.	4	7	8
Тема 5. Model-based RL, Dyna-Q та планування дій				
5	Що означає model-based підхід у навчанні з підкріпленнями? Як агент будує внутрішню модель середовища? У чому полягає основна ідея алгоритму Dyna-Q? Які переваги дає поєднання реального та симульованого досвіду? Чому model-based RL є важливим для роботів у реальному світі?	4	6	6
Тема 6. Формування винагороди				
6	Яке призначення функції винагороди в RL? Що таке розріджена винагорода та чому вона ускладнює навчання? Поясніть явище reward hacking. Як проміжні бонуси можуть впливати на швидкість навчання? Які принципи дозволяють змінювати винагороду без втрати оптимальної стратегії?	4	7	8
Тема 7. Policy-based та Actor–Critic підходи				
7	У чому полягає різниця між value-based та policy-based методами? Що таке Policy Gradient і коли він застосовується? Опишіть архітектуру Actor–Critic. Яку роль виконує «Критик» у	4	6	7

	процесі навчання? Чому Actor–Critic ефективний у безперервному просторі дій?			
Тема 8. Зменшення шуму в процесі навчання				
8	Які основні джерела шуму в навчанні з підкріпленнями? Як шум впливає на збіжність алгоритму? Що таке регуляризація та як вона застосовується в навчанні з підкріпленнями? Поясніть ідею м'яких оновлень параметрів. Чому зменшення шуму є критичним для стабільної поведінки робота?	4	7	8
Тема 9. Ієрархічне навчання з підкріпленнями та Options Framework				
9	Що таке ієрархічне навчання з підкріпленнями? Поясніть поняття «опція» в Options Framework. Як макродії спрощують навчання агента? У яких задачах доцільно використовувати ієрархічний підхід? Як ієрархія впливає на довготривалі епізоди навчання?	5	6	7
Тема 10. Навчання з логів і записів взаємодії для безпечного застосування				
10	Що таке offline (batch) reinforcement learning? Чому навчання без прямої взаємодії є важливим для безпеки? Яка проблема виникає через розбіжність між зібраними даними та новою стратегією? Які методи зменшують цю розбіжність? Наведіть приклад безпечного застосування навчання з підкріпленнями на основі логів.	4	7	8
Тема 11. Ефективне навчання на послідовностях				
11	Чому часові залежності важливі в задачах навчання з підкріпленнями? Що означає неповна спостережуваність середовища? Які архітектури дозволяють враховувати попередні стани? Як пам'ять впливає на прийняття рішень агентом? Які обмеження виникають щодо обчислювальних ресурсів?	5	6	7
Тема 12. Прискорення навчання агентів				
12	Що таке сліди придатності (eligibility	4	7	8

	traces)? □ Як вони поширюють винагороду в часі? □ Чим TD(λ) відрізняється від звичайного TD-навчання? □ Які переваги дає поєднання TD та Монте-Карло методів? □ Як параметр λ впливає на швидкість навчання?			
Тема 13. Уникнення завищених оцінок Q				
13	□ У чому полягає проблема завищення Q-оцінок? □ Чому оператор максимуму призводить до систематичних помилок? □ Як працює алгоритм Double DQN? □ Яку роль відіграють дві нейронні мережі в Double DQN? □ Як цей підхід впливає на стабільність навчання?	4	6	7
Тема 14. Розділення цінності стану та переваги дії				
14	□ У чому ідея розділення цінності стану та переваги дії? □ Що таке value-функція стану в Dueling Network? □ Що означає перевага дії (advantage)? □ У яких середовищах Dueling Network є найбільш ефективною? □ Як цей підхід покращує генералізацію?	4	7	8
Тема 15. Пріоритизація корисних кадрів у навчанні				
15	□ Чому випадковий вибір досвіду не завжди є ефективним? □ Що таке пріоритизація переходів у replay buffer? □ Як помилка прогнозу використовується для вибору досвіду? □ Які складнощі реалізації пріоритизованого replay? □ Як цей метод впливає на швидкість навчання?	5	6	7
Тема 16. Застосування нейронних мереж для великих станів				
16	□ Чому табличні методи не підходять для великих просторів станів? □ Як нейронні мережі апроксимують функцію цінності? □ Що таке target network і для чого вона використовується? □ Яку роль відіграє буфер відтворення досвіду? □ Які основні проблеми стабільності Deep RL?	4	7	8
Тема 17. Мовне керування роботом за допомогою засобів Python				

17	Як мовні моделі можуть використовуватися для керування роботом? Які етапи перетворення текстової команди у дії? Яку роль виконує Python у такій архітектурі? У чому різниця між високорівневим і низькорівневим керуванням? Які ризики пов’язані з мовним керуванням роботами?	4	6	7
Тема 18. Вивчення системи Edge-AI та інтеграція з платформою Arduino				
18	Що таке Edge-AI та його переваги? Які обмеження мають мікроконтролери Arduino? Що таке квантування нейронних мереж? Як оптимізація моделей впливає на енергоспоживання? Наведіть приклад застосування Edge-AI в робототехніці.	4	7	8
Тема 19. Інтеграція інтелектуальних робототехнічних систем у сучасному кіберфізичному виробництві				
19	Що таке кіберфізична система? Яку роль відіграють інтелектуальні роботи у сучасному виробництві? Як штучний інтелект підвищує гнучкість виробничих процесів? Які вимоги до надійності та безпеки таких систем? Які перспективи розвитку інтелектуальних робототехнічних систем у промисловості?	5	6	7
	Усього	**80**	**122**	**140**

13. Індивідуальне завдання

Розрахунково-графічна робота №1 за темою «Розробка моделі робота інструментами навчання з підкріпленнями», 10 год.

1. **Лактіонов Олександр Ігорович** Методичні вказівки для розрахунково-графічної роботи з дисципліни **«Робототехніка та комп’ютерне моделювання»** для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 13 с.

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, практичних занять, індивідуальних та групових консультацій.

Під час проведення лекцій, практичних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

- Опорний конспект лекцій з мультимедійним супроводом
- Інструменти
- Обладнання
- Програмне забезпечення
- Дискусії, кейс-методи

Методи навчання, що дозволяють формувати soft-skills:

Під час вивчення курсу здобувач вищої освіти розвиває аналітичне та системне мислення, що дозволяє оцінювати принципи роботи робототехнічних систем, алгоритми штучного інтелекту та їх вплив на поведінку агентів. Формується критичне мислення, здатність оцінювати переваги і обмеження використання різних підходів, виявляти помилки та нестабільності у моделях.

Студент набуває навичок проблемно-орієнтованого мислення, вчиться аналізувати дані, обирати відповідні алгоритми та методи навчання, прогнозувати результати експериментів та роботу агентів у складних середовищах.

Особливу увагу приділено розвитку роботи в команді та комунікаційних навичок, що включає вміння чітко пояснювати результати моделювання, обґрунтовувати вибір параметрів алгоритмів та взаємодіяти з іншими фахівцями у процесі проєктування робототехнічних систем.

Студенти формують уміння приймати рішення в умовах невизначеності, адаптувати стратегії агентів, враховувати ризики та обмеження середовища, а також застосовувати принципи етичного та безпечного використання штучного інтелекту.

Крім того, під час курсу розвиваються уважність до деталей, відповідальність, планування часу та проєктна організація, що є необхідними для виконання розрахунків, моделювання та тестування електроприводів, нейронних мереж і інтеграції інтелектуальних систем у робототехнічні платформи.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу здійснюється шляхом оцінювання виконання студентами практичної роботи, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій.

Контрольна робота (дистанційна форма навчання)

Поточний контроль – завдання на практичних роботах

Підсумковий контроль – екзамен

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Схема нарахування балів* для денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни **«Робототехніка та комп'ютерне моделювання»** за видами робіт

Види робіт/контролю	***Перелік тем***																		
	Тема 1	*Тема 2*	*Тема 3*	*Тема 4*	*Тема 5*	*Тема 6*	*Тема 7*	*Тема 8*	*Тема 9*	*Тема 10*	*Тема 11*	*Тема 12*	*Тема 13*	*Тема 14*	*Тема 15*	*Тема 16*	*Тема 17*	*Тема 18*	*Тема 19*
	Практичне заняття																		
	1	*2*	*3*	*4*		*5*		*6*		*7*		*8*		*9*		*10*		*11*	

Виконання практичних завдань	*3*	*3*	*3*	*3*		*3*		3		*3*		*3*		*3*		*3*		*3*	
Тестування						*5*													
Опитування	*2*																		
Всього за темами	*5*	*3*	*3*	*3*		*8*		*3*		*3*		*3*		*3*		*3*		*3*	
РГР	***10***																		
Екзамен	***50***																		
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	***100***																		

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Схема нарахування балів* для заочної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни **«Робототехніка та комп'ютерне моделювання»** за видами робіт

Види робіт/контролю	***Перелік тем***																		
	Тема 1	*Тема 2*	*Тема 3*	*Тема 4*	*Тема 5*	*Тема 6*	*Тема 7*	*Тема 8*	*Тема 9*	*Тема 10*	*Тема 11*	*Тема 12*	*Тема 13*	*Тема 14*	*Тема 15*	*Тема 16*	*Тема 17*	*Тема 18*	*Тема 19*
	Практичне заняття																		
	1					*2*			*3*										
Виконання практичних завдань	*2*					*2*			*2*										
Самостійна робота	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	2	2	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*
Всього за темами	*4*	*2*	*2*	*2*	*2*	*4*	2	2	*4*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*
РГР	*6*																		
Екзамен	***50***																		
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	***100***																		

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Схема нарахування балів* для дистанційної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни **«Робототехніка та комп'ютерне моделювання»** за видами робіт

Види робіт/контролю	***Перелік тем***																		
	Тема 1	*Тема 2*	*Тема 3*	*Тема 4*	*Тема 5*	*Тема 6*	*Тема 7*	*Тема 8*	*Тема 9*	*Тема 10*	*Тема 11*	*Тема 12*	*Тема 13*	*Тема 14*	*Тема 15*	*Тема 16*	*Тема 17*	*Тема 18*	*Тема 19*
Контрольна робота						*4*			*4*										
Самостійна робота	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	2	2	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*
Всього за темами	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*6*	2	2	*6*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*
РГР	*4*																		
Екзамен	***50***																		

Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	***100***

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань

Бали для денної форми здобуття освіти	Бали для заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
3	2	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі та без помилок. Робота належним чином оформлена відповідно до вимог.
2,5	1,5	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, проте допущено незначні неточності або поодинокі помилки, які не впливають на загальний результат. Оформлення в цілому відповідає вимогам. Висновки є коректними, але недостатньо деталізованими або частково розкривають практичне значення виконаної роботи.
2	1	Виконано завдання практичної роботи частково або з кількома помилками, що впливають на якість результатів. Оформлення має недоліки. Висновки подано формально, поверхово відображають зміст практичного завдання та демонструють обмежене розуміння матеріалу.
1	0,5	Виконано лише окремі елементи практичної роботи або допущено суттєві помилки, що унеможливлюють повноцінну перевірку результатів. Висновки відсутні або не відповідають змісту виконаної роботи.
0	0	Не виконано практичну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання контрольної роботи (для дистанційної форми навчання)

Бали	Критерії оцінювання
4	Робота виконана у повному обсязі без помилок. Студент демонструє **глибокий рівень розвитку аналітичного, критичного та системного мислення**, ефективно застосовує навички **роботи в команді, технічної комунікації та прийняття рішень у невизначених умовах.**
3	Робота виконана у повному обсязі, але містить незначні неточності або одну-дві некритичні помилки. Студент демонструє **достатній рівень розвитку аналітичного та критичного мислення**, здатний до **ефективної комунікації та роботи в команді**, хоча деякі навички потребують удосконалення.
2	Робота виконана не у повному обсязі (виконано понад 50 % завдань) або містить суттєві помилки. Студент демонструє **обмежені навички аналітичного та системного мислення**, частково володіє комунікаційними та командними навичками, а також здатністю приймати обґрунтовані рішення.

0-1	Робота не виконана, виконана менш ніж на половину або містить грубі помилки. Студент **не демонструє сформованих навичок аналітичного та критичного мислення, комунікації та командної взаємодії**, не здатний приймати обґрунтовані рішення.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Бали для дистанційної форми здобуття освіти	Бали для заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
2	2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
1	1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, містить помилки та неточності, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання індивідуального завдання
(розрахунково-графічної роботи)

Дистанційна	Денна	Заочна	Критерії оцінювання
4	9-10	6	Виконання індивідуального завдання здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
3	6-8	4-5	Виконання індивідуального завдання здійснене у повному обсязі, містить помилки та неточності, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на середньому рівні.
2	3-5	2-3	Виконання індивідуального завдання здійснене не у повному обсязі, містить помилки та неточності, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0-1	0-2	0-1	Індивідуальне завдання не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування

Бали для денної форми здобуття освіти	**Критерії оцінювання**

2	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Студент вільно володіє науково-понятійним апаратом.
1	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.
0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Оцінювання у вигляді тестування (для денної форми):

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (0,25×20=5);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання екзамену

№	Завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	Тестування	0-50	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (2×25=50), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	**A** – відмінно	**5** – відмінно
82 – 89	**B** – дуже добре	**4** – добре
74 – 81	**C** – добре	
64 – 73	**D** – задовільно	**3** – задовільно
60 – 63	**E** – достатньо	
35 – 59	**FX** – незадовільно з можливістю повторного складання	**2 –** незадовільно
0 – 34	**F** – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

– при підсумковому контролі у вигляді екзамену 50 балів відведено на поточний контроль, а 50 балів – на підсумковий.

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

- робота на практичних заняттях (усні відповіді, виконання практичних завдань, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 50 балів;

Присутність на лекціях (практичних) не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів. При тривалій

відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є екзамен. Підсумковий контроль здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. **Лактіонов Олександр Ігорович** Опорний конспект лекцій з дисципліни **«Робототехніка та комп'ютерне моделювання»** для студентів першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 104 с.
2. **Лактіонов Олександр Ігорович** Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни **«Робототехніка та комп'ютерне моделювання»** студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 26 с.
3. **Лактіонов Олександр Ігорович** Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни **«Робототехніка та комп'ютерне моделювання»** студентам першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 10 с.
4. **Лактіонов Олександр Ігорович** Методичні вказівки для розрахунково-графічної роботи з дисципліни **«Робототехніка та комп'ютерне моделювання»** для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 13 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Навчання з підкріпленням в автономних інтелектуальних системах: навч. посібник / О. Ю. Бочкарьов. – Львів: Видавець Марченко Т.В., 2024. – 125 с.

2. Хорольський В.П. Мехатроніка (мехатроніка та інтелектуальна автоматика): навчальний посібник / В.П. Хорольський, Ю.М. Коренець. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2023. – 342 с.

3. Artificial Intelligence Technology. Springer Nature Singapore / Lv Y. et al. Posts & Telecom Press, 2023. 308 с. URL: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-981-19-2879-6.pdf

4. Миколайчук Р., Миколайчук В., Марченко П. Використання методів навчання з підкріпленням для розробки моделі роботизованого засобу моніторингу інтелектуальних динамічних об'єктів. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2024. Т. 48, № 3. С. 115–121. URL: https://doi.org/10.33099/2311-7249/2023-48-3-115-121

5. Python Course Machine Learning With Python / ed. by Bernd Klein. Bodenseo, 2021. 451 p. URL: https://python-course.eu/books/bernd_klein_python_and_machine_learning_a4.pdf.

Допоміжна література

1. Andreas C. Müller; Sarah Guido. Introduction to Machine Learning with Python. O'Reilly Media, Inc., 2016. 1288 p.

2. Аніщенко М. В. Промислові роботи: навч. посібн. для студентів освітньої програми «Електропривод, мехатроніка та робототехніка» першого (бакалаврського) рівня вищої осві-

ти / М. В. Аніщенко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2025. – 464 с. https://repository.kpi.kharkov.ua/items/3cc1847c-5a8c-47db-90d9-9bebe85c303f

3. Коренькова Т. В., Ковальчук В. Г., Калінов А. П. Автоматизований електропривод типових промислових механізмів. Практикум і тестові завдання: навчальний посібник. 2-ге видання, перероблене і доповнене. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 190 с.

4. Boriak B., Yanko A., Laktionov O. Model of an automated control system for the positioning of radio signal transmission/reception devices. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2024. Vol. 2024, no. 4. P. 156–167. URL: https://doi.org/10.32620/reks.2024.4.13

5. Morales M. Grokking Deep Reinforcement Learning. Manning Publications Co. LLC, 2020.

6. Sutton R. S., Barto A. G. Reinforcement Learning: An Introduction. A Bradford Book, 2018. 552 p.

7. Application of reinforcement learning methods for path planning of mobile robots. *Telecommunication and Information Technologies*. 2024. Vol. 82, no. 1. URL: https://doi.org/10.31673/2412-4338.2024.011625

8. Kryvenchuk Y., Petrenko D. Creation of drone stabilization system using reinfocement learning. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*. 2022. Vol. 315, no. 6(1). P. 111–114. URL: https://doi.org/10.31891/2307-5732-2022-315-6-111-114

9. Albrekht Y. O., Pysarenko A. V. Decision-making heterogeneous uav swarm system with neural network-enhanced reinforcement learning. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2024. No. 4(87). P. 217–222. URL: https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.4.25

10. Dutsiak O., Yuzevych V. Using reinforcement learning algorithms for uav flight optimization. *Electronics and Information Technologies*. 2024. Vol. 28. URL: https://doi.org/10.30970/eli.28.10

11. Моделювання роботи маніпулятора в програмному середовищі tia portal v.15.1 (повідомлення 1) / П. С. Майдан, Д. А. Макаришкін, Ю. Б. Михайловський, Е. О. Золотенко // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2022. № 4. С. 150-158. https://elar.khmnu.edu.ua/items/b6b29576-2fb1-40de-809b44c3e798b1d4

12. Розрахунок параметрів цифрового двійника робота-маніпулятора PANDA ARM / А. Семенишен та ін. *Measuring and computing devices in technological processes*. 2024. № 4. С. 207–214. URL: https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-80-25

13. Investigation of combined ensemble methods for diagnostics of the quality of interaction of human-machine systems / O. Laktionov et al. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. No. 4. P. 138–143. URL: https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-4/138

14. Лактіонов О. І., Педченко Н. М. Концепція визначення рівня готовності робототехнічних систем до виконання бойових завдань. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2023. Т. 1, № 5. С. 160–165. URL: https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-325-5-160-165.

15. Моделювання базової конструкції робототехнічної платформи / О. Лактіонов та ін. *Measuring and computing devices in technological processes*. 2024. № 3. С. 95–99. URL: https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-79-13

16. Практичні кейси розробки системи відеоспостереження робототехнічної платформи / Н. М. Педченко та ін. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. № 4. С. 119–125. URL: https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.4.11

19. Інтернет-ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=6531

2. Reinforcement Learning. *Coursera*. URL: https://www.coursera.org/specializations/reinforcement-learning

3. Machine Learning Online Courses | Coursera. *Coursera*. URL: https://www.coursera.org/browse/data-science/machine-learning