Вінницький національний технічний університет
Інститут докторантури та аспірантури
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ

Вибірковий освітній компонент

Рівень вищої освіти: **третій (освітньо-науковий)**

Спеціальність: **G9 Прикладна механіка; дисципліна відкрита для інших спеціальностей третього рівня**

Освітня програма: **Прикладна механіка (для здобувачів G9)**

Викладач / розробник: **Ковалевський С. В., професор**

Мова викладання: **українська**

Семестр: **4**

Кредитів ЄКТС: **4**

Загальна кількість годин: **120**

Лекцій: 24 год.

Практичні заняття: **16 год.**

Самостійна робота: **80 год.**

Вид контролю: Диф. залік

Передумови для вивчення дисципліни

Передумови: базові знання з інженерної математики, інформатики, математичного моделювання та теорії керування. Доцільно спиратися на матеріал ОК8 «Апаратні та програмні засоби керування приводами машин», що вивчається в 3-му семестрі.

Мета дисципліни

Надати здобувачам знання й практичні навички моделювання, проєктування та оцінювання інтелектуальних систем керування з використанням алгоритмів навчання, оптимізації, симуляції й інтеграції датчиків.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни:

- Здатність визначати архітектуру інтелектуальної керуючої системи з урахуванням її технічного призначення.
- Здатність добирати алгоритми машинного навчання та обґрунтовувати критерії перевірки їхньої якості.

- Здатність моделювати керуючі системи й аналізувати їхню поведінку за різних умов.
- Здатність проєктувати взаємодію агентів і перевіряти коректність сценаріїв координації.
- Здатність оцінювати обмеження інтеграції сенсорів, виконавчих пристроїв і цифрових моделей, враховуючи надійність та безпеку.

За результатами вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти набувають результатів навчання:

Знати:

- Принципи побудови й функціонування інтелектуальних систем керування, їхні структурні компоненти та інформаційні зв’язки;
- Основні підходи машинного навчання, моделювання й багатоагентної координації в задачах керування;
- Показники якості, надійності та безпеки інтелектуальних керуючих систем і обмеження їх практичного використання.

Вміти:

- Пояснювати структуру та принципи функціонування інтелектуальної керуючої системи.
- Вибирати модель машинного навчання для заданої задачі керування та оцінювати її точність.
- Будувати й перевіряти комп’ютерну модель керуючої системи.
- Розробляти прототип мультиагентної взаємодії і проаналізувати її стійкість до змін умов.
- Проєктувати інтеграцію датчиків і виконавчих пристроїв, аналізувати технічні обмеження та безпеку.

Тематика

Модуль 1.

Тема 1 (3 год.). Вступ до інтелектуальних керуючих систем. Огляд курсу, цілі та ключові поняття.

Тема 2 (3 год.). Теоретичні основи інтелектуальних систем. Основи системного аналізу, моделювання та симуляції.

Тема 3 (3 год.). Основи машинного навчання для керуючих систем. Навчання з підкріпленням, наглядове та ненаглядове навчання.

Тема 4 (3 год.). Алгоритми та методи оптимізації. Генетичні алгоритми, метаевристичні методи.

Тема 5 (3 год.). Робототехніка та автоматизація. Системи реального часу, інтеграція сенсорних даних.

Тема 6 (3 год.). Мультиагентні системи. Координація, співпраця та взаємодія агентів.

Тема 7 (3 год.). Інтелектуальні системи в промисловості та інновації. Приклади застосування в різних галузях.

Тема 8 (3 год.). Майбутнє інтелектуальних систем та виклики. Етичні аспекти, безпека та інші виклики.

Теми семінарських занять - не передбачені

Теми практичних занять

№	Назва практичної роботи	Год.
1	Навчання й перевірка моделі машинного навчання для задачі керування з використанням Python або іншого доступного середовища	4
2	Побудова і симуляція моделі керуючої системи у Modelica або аналогічному середовищі	4
3	Прототип мультиагентної системи: правила взаємодії й перевірка сценаріїв у NetLogo або аналогу	4
4	Схема інтеграції керуючої системи з IoT-пристроями, датчиками, актуаторами або їх цифровими моделями	4
	Усього	16

Теми лабораторних занять - не передбачені

Самостійна робота

№	Вид роботи	Год.
1	Опрацювання наукових статей, монографій і технічних звітів та підготовка аналітичного огляду	30
2	Розроблення концепції і моделі власної інтелектуальної керуючої системи	30
3	Оформлення звіту, перевірка результатів і підготовка презентації для захисту	20
	Усього	80

Методи навчання

Лекції присвячено принципам інтелектуального керування, алгоритмам навчання й оптимізації, робототехніці та мультиагентним системам. На практичних створюють і випробовують моделі керуючих систем та схеми інтеграції пристроїв. Самостійна робота охоплює аналіз джерел, розроблення власної моделі, перевірку її роботи й підготовку до представлення результатів.

Індивідуальні завдання

Окреме індивідуальне завдання як додатковий вид навчальної роботи не передбачено. Власну модель інтелектуальної керуючої системи здобувач розробляє в межах самостійної роботи 2, а результати оформлює та представляє в межах самостійної роботи 3. Їх оцінювання здійснюється за встановленими критеріями цих робіт.

Форми та методи контролю

Поточний контроль охоплює тестування, виконання та захист практичних робіт, а також перевірку самостійних робіт. Підсумковий контроль - диференційований залік. Порядок проведення контрольних заходів, повторного складання й оскарження результатів визначають чинні документи ВНТУ.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Вид роботи	**Бали**
Тестування за темами 1–8	10
Практичні роботи 1–4	40
Самостійна робота 1	20
Самостійна робота 2	20
Самостійна робота 3	10
Разом за семестр	100
Диференційований залік	0
Усього	100

Шкала оцінювання

Бали	**ECTS**	**Національна оцінка**
90–100	A	відмінно
82–89	B	добре
75–81	C	добре
64–74	D	задовільно
60–63	E	задовільно
35–59	FX	незадовільно, можливе повторне складання
0–34	F	незадовільно, повторне вивчення

Критерії оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів вищої освіти

Рівень	Бали	ECTS	Критерії
IV (високий)	90–100	A	Самостійно виконує завдання без суттєвих помилок, перевіряє результати, аргументовано пояснює рішення та його обмеження.
III (достатній)	82–89	B	Виконує всі основні завдання правильно, допускає поодинокі неточності в оформленні або висновках.
III (достатній)	75–81	C	Опановано основні методи; завдання виконані, проте окремі розрахунки або пояснення містять несуттєві помилки.
II (середній)	64–74	D	Виконано базові задачі; висновки неповні, є помилки, що не спотворюють основний результат.
II (середній)	60–63	E	Продемонстровано мінімальне знання методів; завдання виконано частково, з допомогою викладача виправлено основні помилки.
I (низький)	35–59	FX	Виконано лише частину потрібних завдань, є суттєві помилки; необхідне повторне складання.
I (низький)	0–34	F	Основні методи не опановано, більшість завдань відсутня або виконана неправильно; необхідне повторне вивчення.

Рівні якості виконання окремих робіт подано як частку отриманих балів від максимальної оцінки за роботу. Під час оцінювання враховують відповідні змістові критерії; для невеликих робіт можуть нараховуватися дробові бали. Літерну оцінку ECTS визначають лише за підсумковою сумою балів за дисципліну, а не за окремою роботою.

ECTS	Виконання	Моделі керування, практичні та самостійні роботи	Тестування та захист навчальних робіт
A	90–100%	Виконано всі суттєві етапи роботи, результат перевірено; метод і висновки обґрунтовані.	Висока правильність відповідей і рішень; розрахунки, пояснення та захист повні.
B	82–89%	Основний результат правильний; є незначні неточності, що не впливають на висновок.	Переважно правильні відповіді й рішення; поодинокі неточності у поясненні.
C	75–81%	Основні етапи виконано; окремі недоліки в перевірці результату або аргументації.	Відповіді здебільшого правильні, але частина розрахунків або пояснень неповна.
D	64–74%	Отримано частковий результат; є помилки у виконанні або обґрунтуванні.	Виконано основні елементи контрольних завдань, але допущено помилки у застосуванні методів.

ECTS	Виконання	Моделі керування, практичні та самостійні роботи	Тестування та захист навчальних робіт
E	60–63%	Підтверджено лише мінімальні вміння; розрахунки, схема або висновки неповні.	Відтворено базові поняття і мінімум необхідних дій; обґрунтування недостатнє.
FX	35–59%	Частину роботи виконано, проте залишаються суттєві помилки; результат потребує повторного опрацювання.	Більшість суттєвих відповідей і перевірок неповна або помилкова; потрібне повторне виконання.
F	0–34%	Основні етапи не виконано або результат практично відсутній.	Правильних рішень або підтверджених відповідей майже немає.

Бали за кожним показником нараховують у межах його максимуму; обґрунтованість рішень і перевірка результатів враховуються окремо від формального оформлення роботи.

Вид і конкретна робота	Макс. балів	Критерії нарахування балів
Практична робота 1. Навчання й перевірка моделі машинного навчання для задачі керування з використанням Python або іншого доступного середовища	10	Вибір ознак і методу навчання – 3 б.; навчання моделі – 3 б.; незалежна перевірка якості – 3 б.; пояснення обмежень – 1 б.
Практична робота 2. Побудова і симуляція моделі керуючої системи у Modelica або аналогічному середовищі	10	Побудова динамічної моделі керуючої системи – 3 б.; моделювання заданих сценаріїв – 3 б.; аналіз показників якості регулювання – 3 б.; висновки – 1 б.
Практична робота 3. Прототип мультиагентної системи: правила взаємодії й перевірка сценаріїв у NetLogo або аналогу	10	Визначення ролей і правил взаємодії агентів – 3 б.; реалізація моделі – 3 б.; перевірка сценаріїв координації – 3 б.; пояснення результатів – 1 б.
Практична робота 4. Схема інтеграції керуючої системи з IoT-пристроями, датчиками, актуаторами або їх цифровими моделями	10	Вибір датчиків, виконавчих пристроїв і каналів зв’язку – 3 б.; схема інтеграції та обміну даними – 3 б.; обґрунтування часу реакції, надійності та безпеки – 3 б.; захист – 1 б.
Тестування за темами 1–8	10	Знання основних понять, алгоритмів і обмежень інтелектуальних систем – до 10 балів пропорційно кількості правильних відповідей.
Самостійна робота 1. Аналітичний огляд джерел	20	Добір і релевантність джерел – 6 б.; порівняння методів і підходів – 9 б.; обґрунтовані висновки – 5 б.

Вид і конкретна робота	Макс. балів	Критерії нарахування балів
Самостійна робота 2. Модель власної керуючої системи	20	Постановка задачі керування – 4 б.; розроблення моделі – 10 б.; перевірка, аналіз роботи й обмежень – 6 б.
Самостійна робота 3. Звіт і презентація	10	Повнота й оформлення звіту – 4 б.; пояснення та інтерпретація результатів – 4 б.; представлення й захист – 2 б.

Академічні права та обов’язки здобувачів вищої освіти

Здобувачі вищої освіти, які навчаються у ВНТУ, мають дотримуватися норм забезпечення честі, гідності, взаємної поваги і довіри, рівноправності та толерантності всіх учасників освітнього процесу шляхом дотримання принципів академічної доброчесності, викладених у «Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ».

З метою запобігання та виявлення плагіату в навчальних роботах, розвитку навичок коректної роботи із джерелами інформації та належного цитування, дотримання вимог наукової етики й поваги до інтелектуальних надбань слід виконувати вимоги «Положення про запобігання академічному плагіату та порядок його виявлення у навчальних, наукових, кваліфікаційних та науково-методичних роботах у ВНТУ».

Здобувачі вищої освіти можуть скористатися процедурами визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, зокрема під час навчання за програмами, що не передбачають присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій, або шляхом самоосвіти, відповідно до «Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти у ВНТУ».

Здобувачі вищої освіти мають право оскаржити результати проміжних та підсумкових контрольних заходів на підставі аргументованих пояснень відповідно до «Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ», а також звернутися до освітнього омбудсмена згідно з «Положенням про освітнього омбудсмена з прав студентів ВНТУ».

Для запобігання конфліктним ситуаціям та їх розв’язання учасники освітнього процесу мають дотримуватися «Кодексу етики ВНТУ». Здобувачі вищої освіти ВНТУ керуються принципом «нульової толерантності» до будь-яких проявів корупції та дотримуються «Антикорупційної програми ВНТУ».

Наведені документи оприлюднені на офіційному сайті ВНТУ: https://vntu.edu.ua/uk/public-info/zag.html.

Рекомендована література

Основна

1. Сапон С. Концепція створення моделі цифрового двійника інтелектуального шпиндельного вузла. Технічні науки та технології. 2022. № 4 (30). С. 80–90. DOI: https://doi.org/10.25140/2411-5363-2022-4(30)-80-90.

2. Габовда О. В., Садовнікова Т. М. Аналіз комплексних систем автоматизації в машинобудуванні та впровадження їх в Україні. Міжнародний науковий журнал «Освіта і наука». 2018. Вип. 24 (1). С. 9–15.

3. Дзюба Д. І., Сапон С. П., Пономаренко С. В. Цифрові двійники шпиндельних вузлів: систематизований огляд публікацій. Теоретичні і експериментальні дослідження в сучасних технологіях матеріалознавства та машинобудування (TERMM-2023) : матеріали IX Міжнар. наук.-практ. конф., м. Луцьк, 29–30 трав. 2023 р. Луцьк : Вежа-Друк, 2023. С. 178–180.

4. Pullmann L. Advanced Technologies for Industry – Product Watch. Brussels : European Commission, 2021. 28 p.

5. Robotics, Control, and Intelligent Systems. EPFL. URL: https://www.epfl.ch/education/phd/edrs-robotics-control-and-intelligent-systems/ (дата звернення: 11.11.2026).

6. Liu J. Introduction to Intelligent Control. Intelligent Control Design and MATLAB Simulation. Singapore : Springer, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-5263-7_1.

Додаткова

1. Wang Y., Hou M., Plataniotis K. N. et al. Towards a Theoretical Framework of Autonomous Systems Underpinned by Intelligence and Systems Sciences. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica. 2021. Vol. 8, no. 1. P. 52–63. DOI: https://doi.org/10.1109/JAS.2020.1003432.

2. Meystel A., Albus J. Intelligent Systems: Architectures, Design, Control. New York : John Wiley & Sons, 2002. URL: https://www.nist.gov/publications/intelligent-systems-architectures-design-control (дата звернення: 11.11.2026).

3. Wang Y. On Intelligent Mathematics underpinning Contemporary Abstract Sciences and Autonomous AI. 2022 IEEE 21st International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI*CC). 2022. P. 6–8.

4. Сприяння інноваціям у галузі штучного інтелекту та машинного навчання (ML) серед ЗВО, студентів та бізнесу (BOOSTalent). Academ.City. URL: https://academcity.org.ua/projects/grant-projects/BOOSTalent/ (дата звернення: 11.11.2026).

5. Sutton R. S., Barto A. G. Reinforcement Learning: An Introduction. 2nd ed. Cambridge (MA) : MIT Press, 2018. 552 p. URL: https://mitpress.mit.edu/9780262039246/reinforcement-learning/ (дата звернення: 12.11.2026).

6. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge (MA) : MIT Press, 2016. URL: https://mitpress.mit.edu/9780262337373/deep-learning/ (дата звернення: 12.11.2026).

7. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. New York : Springer, 2006. XX, 778 p. URL: https://link.springer.com/book/9780387310732 (дата звернення: 12.11.2026).

8. Russell S. J., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3rd ed. Upper Saddle River : Pearson, 2010.

9. Siciliano B., Khatib O. (eds.). Springer Handbook of Robotics. 2nd ed. Cham : Springer, 2016. LXXVI, 2228 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1.

10. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems. 2nd ed. Chichester : John Wiley & Sons, 2009. 484 p. URL: https://www.wiley.com/en-us/an-introduction-to-multiagent-systems-2nd-edition-p-9780470519462 (дата звернення: 12.11.2026).

11. Mnih V., Kavukcuoglu K., Silver D. et al. Human-level control through deep reinforcement learning. Nature. 2015. Vol. 518. P. 529–533. DOI: https://doi.org/10.1038/nature14236.

12. Schulman J., Wolski F., Dhariwal P., Radford A., Klimov O. Proximal Policy Optimization Algorithms. arXiv. 2017. arXiv:1707.06347. URL: https://arxiv.org/abs/1707.06347 (дата звернення: 12.11.2026).

13. Åström K. J., Murray R. M. Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. Princeton : Princeton University Press, 2008. URL: https://www.cds.caltech.edu/~murray/amwiki/First_Edition.html (дата звернення: 12.11.2026).

14. Lewis F. L., Vrabie D. L., Syrmos V. L. Optimal Control. 3rd ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2012.