

|   |   |
|---|---|
| Назва дисципліни  | <b>Системи і процеси керування</b>  |
| Викладач  | Прокопчук Ю.О., д.т.н., доцент, пров. наук. спів. відділу системного аналізу та проблем керування; т. (056) 372-06-40; email: itk3@ukr.net  |
| Курс та семестр, у якому можливе (планується) вивчення дисципліни                     | Аспірантам, 2 семестр   |
| Факультети, студентам яких пропонується вивчити дисципліну                            | Відділ системного аналізу та проблем керування  |
| Перелік компетентностей та відповідних результатів навчання, що забезпечує дисципліна | <p><b>Загальні компетенції:</b><br/> ЗК 1 – здатність генерувати нові ідеї (креативність);<br/> ЗК 2 – здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;<br/> ЗК3 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;<br/> ЗК4 – здатність працювати в міжнародному науковому просторі, спілкуватися іноземною мовою на рівні B2;<br/> ЗК6 - здатність до проведення самостійних наукових досліджень, виявлення, постановки та розв'язання наукових проблем;</p> <p><b>Професійні компетенції:</b><br/> - ФК 1 - здатність використати сучасні досягнення науки і передових технології, виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, керування складними організаційно-технічними чи кіберфізичними системами та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях;<br/> - ФК 2 - здатність усно і письмово презентувати та обговорювати</p> |

результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та іноземною мовами, глибоке розуміння іншомовних наукових текстів за напрямом досліджень;

- ФК 3 - здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в галузі ракетно-космічної техніки та міждисциплінарні проекти у суміжних галузях, проявляти лідерство під час їх реалізації;
- ФК 5 – здатність приймати обґрунтовані рішення в проектних розробках із застосуванням принципів системного аналізу;
- ФК 6 – здатність до проведення досліджень процесів керування на високому науковому рівні;
- ФК 7 - здатність до синтезу і аналізу оптимальних систем керування відповідних технологічних процесів;
- ФК 8 - здатність застосовувати методи математичного аналізу і моделювання, теоретичних та експериментальних досліджень;
- ФК 9 - здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп (з експертами) для класифікації завдань, визначення недоліків технічних рішень і підготовки висновків, щодо проведених дослідних та проектних робіт;
- ФК 10- здатність до самостійної роботи при підготовці кваліфікаційної роботи, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**Результати навчання:**

ПРН 8 мати глибокі знання в області систем і процесів керування складними системами;

ПРН 9 виявляти, ставити та вирішувати міждисциплінарні проблеми при створенні пристроїв, приладів, механізмів, систем керування, ракетно-космічної техніки

ПРН 10 – уміти розробляти програмне забезпечення для реалізації алгоритмів моделювання складних систем і процесів;

|  |  |
|--|--|
|  | <p>ПРН 11 – спланувати та реалізувати на практиці оригінальне самостійне наукове дослідження, яке характеризується новизною, теоретичною і практичною цінністю та сприяє розв'язанню актуальних задач науки і техніки.</p>   |
| <b>Опис дисципліни</b>   |  |
| <p>Попередні умови, необхідні для вивчення дисципліни</p>              | <p>Знання сучасних моделей, методів та засобів комп'ютерного моделювання</p>   |
| <p>Максимальна кількість студентів, які можуть одночасно навчатися</p> | <p>10</p>  |
| <p>Теми аудиторних занять та самостійної роботи</p>                    | <p>Обсяг – 180 год. з них 36 години лекцій, 18 годин лабораторної роботи, 126 годин самостійної роботи.</p> <p><b>Основні теми лекцій:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Філософія та методологія управління: основні напрямки, предмет, сутність управління.</li> <li>2. Технологічне прогнозування як основа управління на державному та інституційному рівнях.</li> <li>3. Аналіз і синтез систем управління технічними, технологічними, економічними і соціальними процесами, зокрема з елементами штучного інтелекту.</li> <li>4. Когнітивні технології в управлінні складними системами та процесами. Когнітивні технічні системи.</li> <li>5. Моделювання, оптимізація та адаптація керованих процесів у динамічних та/або кіберфізичних системах.</li> <li>6. Моделювання, оптимізація та адаптація керованих процесів як слабо формалізованих в умовах невизначеності (на підставі самонавчання, розпізнавання тощо).</li> <li>7. Алгоритмічне та інформаційне забезпечення систем і процесів керування й систем підтримки прийняття рішень на підставі процедур оптимізації та самоорганізації.</li> <li>8. Програмно-технічні засоби для проектування,</li> </ol> |

створення та впровадження систем управління, а також моделюючих комплексів і пакетів прикладних програм, що застосовуються при розробленні систем управління.

### **Теми лабораторних робіт**

1. Редукція складності: способи побудови онтології нечіткості, радикальної невизначеності. Концептуалізація предметної галузі.
2. Мультиформалізм: загальна схема багатомасштабного конфігуратору тесту / сигналу / змінної. Розробка прикладів
3. Методи узагальнення: генеративні схеми побудови начерків образів, ситуацій, баз даних, послідовностей подій; комбінаторне узагальнення. Розробка прикладів
4. Методи виділення керуючої інформації у завданнях розрізнення-управління: стратегії визначення оптимальної кількості вхідних даних для розпізнавання об'єктів; швидкі та економні евристики.
5. Автоматична побудова каузальних моделей на основі потоку даних. Розробка прикладів
6. Мульти формалізм: ієрархія-гетерархія сурогатних моделей; багатомасштабний фазовий простір динамічної системи. Розробка або адаптація моделі.
7. Метод побудови хмарного «Багатоцільового банку знань» для вирішення завдань розрізнення-управління в багатоагентному середовищі. Розробка елементів банку знань.
8. Функціональна відмовостійкість та антикрихкість когнітивної технічної системи: побудова інформаційного «конектуму» для вирішення завдань аудиту та прогнозування інформаційних потоків; "м'яке вимірювання".
9. Автономні авіакосмічні системи: практичні підходи до реалізації. Розробка функціональної схеми системи управління.

### **Теми самостійної роботи:**

Підготовка до лекційних занять. Доопрацювання індивідуальних завдань. Орієнтовні теми:

- Особливості новітніх моделей управління з використанням ШІ та Метаверсу: приклади

|  |  |
|--|--|
|  | <p>застосування в космічній галузі</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Архітектури і приклади розподілених космічних систем; фрактальні топології супутникових систем</li> <li>• Стратегічний план інвестицій у технології НАСА: Таксономія перспективних технологій НАСА 2020. Дорожні карти технологій.</li> <li>• «Платформа НАСА для автономних систем»: приклади застосування</li> <li>• Українська платформа Індустрії 5.0.</li> <li>• Роль DARPA в сприянні здійсненню наукових досліджень і розробок, пов'язаних з високим ступенем ризику досягнення якісно нових результатів у військово-технічній, технологічній та соціально-економічній сферах: приклади сучасних розробок в авіакосмічній галузі</li> <li>• Наукометричні бази даних: приклади використання</li> <li>• Національні Стратегії розвитку Штучного Інтелекту: особливості ШІ Стратегії України</li> <li>• Моделі технологій: набір взаємозв'язаних математичних моделей розробки, освоєння, застосування і модернізації технологій.</li> <li>• Застосування великих мовних моделей типу ChatGPT в розробці програмного забезпечення та управлінні: приклади використання</li> <li>• Застосування штучного інтелекту в ракетно-космічних технологіях, зокрема, для управління роєм супутників: приклади застосування</li> <li>• Застосування теорії радикалів і методу багатоаспектної рекурсивної декомпозиції при виявленні критичних ланок</li> <li>• Дослідження проблем управління автономними роботизованими комплексами в надзвичайних умовах (на прикладі місячної програми)</li> <li>• Перспективи розвитку Проекту SIMON компаній Airbus &amp; IBM Watson IoT (перший ШІ-асистент в космосі): астро-бджоли</li> <li>• Особливості застосування IBM Watson для створення платформи Airbus - «Розумний флот» / «Smarter Fleet»: альтернативні рішення</li> <li>• Розподілені супутникові мережі на основі IoT та технологій ШІ: приклади</li> <li>• Нейроморфні системи обчислення та управління:</li> </ul> |
|--|--|

|                          |  |
|--------------------------|--|
|                          | <p>напрямки застосування в космічних технологіях</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Різновиди невизначеностей при управлінні технічними системами в екстремальних умовах: способи нейтралізації невизначеностей</li> <li>• Інтеграція людини та машини в забезпеченні катастрофо стійкості складної системи: приклади реалізації на космічній станції</li> <li>• Багатоагентні технології космічного застосування: приклади реалізації</li> <li>• Методи розпізнавання та класифікації станів систем управління засобами нейромережових та нечітких технологій: приклади застосування в космічній галузі</li> </ul>  |
| Мова викладання          | українська   |
| Рекомендована література | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, by Gerhard Weiss (Editor), MIT Press, 2000. – 648 p.</li> <li>2. Системний аналіз та управління складними системами в умовах невизначеності / А.П. Алпатов, В.Т. Марченко, Ю.О. Прокопчук, О.П. Саричев, С.В. Хорошилів. – Дніпропетровськ: ІТМ НАН та ДКА України, 2015. – 196 с.</li> <li>3. Мітюшкін Ю. І., Мокін Б. І., Ротштейн О. П. Soft Computing: ідентифікація закономірностей нечіткими базами знань. Монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2002. -145 с.</li> <li>4. Brogan W. L. Modern Control Theory. Third Edition. // University of Nevada, Las Vegas. Prentice, 1991. - 674 p.</li> <li>5. Knowles G. An Introduction to Applied Optimal Control. New York: Academic Press, 1981, p.35.</li> <li>6. Zhou K, Doyle JC, Glover K. Robust and Optimal Control. New York: Prentice-Hall, 1996, p. 616.</li> <li>7. NASA Platform for Autonomous Systems <a href="https://techport.nasa.gov/image/40138">https://techport.nasa.gov/image/40138</a></li> <li>8. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і доп. — К.: Либідь, 2007. — 656 с.</li> <li>9. Markley FL, Crassidis JL. Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control. New York: Springer-Verlag, 2014, p.152.</li> <li>10. Chatzinotas S., Ottersten B., De Gaudenzi R. Cooperative and Cognitive Satellite Systems. Academic Press Elsevier Ltd, 2015. - 542 p.</li> </ol> |

11. Kelly J. E. Smart Machines: IBM's Watson and the Era of Cognitive Computing / J. E. Kelly, S. Hamm – Columbia University Press. 2013. – 160p.
12. Machine Learning and Data Mining in Aerospace Technology. Springer Cham. 2020.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-20212-5>
13. Sabatini, R. (2021). Aerospace Cyber-Physical Systems: Towards Trusted Autonomous Air & Space Operations. 10.13140/RG.2.2.18538.80328.
14. Thanigaivelan, R. & Kaliappan, Dr & Dr.C.Jegadheesan,. (2023). Cyber-Physical Systems and Supporting Technologies for Industrial Automation. IGI Global.
15. Cardoso, R., Kourtis, G., Dennis, L., Dixon, C., Farrell, M., Fisher, M., Webster, M. (2021). A Review of Verification and Validation for Space Autonomous Systems. Current Robotics Reports. 2. 10.1007/s43154-021-00058-1.
16. Prokopchuk Y., Nosov P. (2023). Trusted autonomous systems: organization of the "thinking swarm". Proceedings of the International Scientific Conference "Information Technologies and Computer Modelling" (July, 6th to 8th Ivano-Frankivsk). Ukraine, Ivano-Frankivsk: Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, pp. 104 – 107
17. Vassev E, Hinchey M. Autonomy requirements engineering for space missions. NASA Monographs in Systems and Software Engineering. Springer; 2014.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-09816-6>.
18. Song, Z., Zhao, D.-J., Theil, S. (2023). Autonomous Trajectory Planning and Guidance Control for Launch Vehicles. Springer Nature. 10.1007/978-981-99-0613-0.
19. Sinha, A., Sharma, A., Passini, L., Caviglia, D. (2023). Smart Embedded Systems Advances and Applications. CRC press Taylor and Francis. 10.1201/9781032628059.
20. Holm-Hadulla, R., Funke, J. (2022). Intelligence: Theories and Applications. Springer Nature.
21. Bostrom, N., 2014. Superintelligence: Paths, dangers, strategies. Oxford University Press.
22. Shanahan, M., 2015. The Technological Singularity. MIT Press.
23. Csapó, B. and J. Funke (eds.) (2017), The Nature of Problem Solving: Using Research to Inspire 21st

|  |   |
|--|---|
|  | <p>Century Learning, OECD Publishing, Paris.<br/> <a href="http://dx.doi.org/10.1787/9789264273955-en">http://dx.doi.org/10.1787/9789264273955-en</a></p> <p>24. Hein, Andreas M.. (2016). Artificial Intelligence Probes for Interstellar Exploration and Colonization. Technical Report.<br/> <a href="https://www.researchgate.net/publication/311872021_Artificial_Intelligence_Probes_for_Interstellar_Exploration_and_Colonization">https://www.researchgate.net/publication/311872021_Artificial_Intelligence_Probes_for_Interstellar_Exploration_and_Colonization</a></p> <p>25. Matloff, G., 2006. Deep space probes: To the outer solar system and beyond. Springer Science &amp; Business Media.</p> <p>26. Wölcken, P.C., Papadopoulos, M. (Eds.) (2016). Smart Intelligent Aircraft Structures. Proceedings of the Final Project Conference. Springer</p> <p>27. Hilton, S., Gardi, A., Sabatini, R., Ezer, N., Desai, S. (2020). Human-Machine System Design for Autonomous Distributed Satellite Operations. 39th IEEE/AIAA Digital Avionics Systems Conference 10.1109/DASC50938.2020.9256426.</p> <p>28. Vance, L., Thangavelautham, J., Asphaug, E. (2019). Evaluation of Mother-Daughter Architectures for Asteroid Belt Exploration. Collection of Technical Papers - AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference. 10.2514/6.2019-0618.</p> <p>29. Прокопчук Ю.О. Інтуїція: досвід формального дослідження. Дніпро: Вид-во ДВНЗ «ПДАБА», 2022. - 724 с.</p> |
|--|---|