

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ
(ІТМ НАНУ і ДКАУ)



ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з наукової роботи,
д-р техн. наук, професор

Сергій ХОРОШИЛОВ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 2.1 «Системи і процеси керування»

(шифр із ОНП і повна назва навчальної дисципліни)

здобувачів освітньо-наукового рівня доктора філософії
зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

рівень освіти _____ третій (освітньо-науковий)
галузь знань _____ 15 Автоматизація та приладобудування
спеціальність, напрямок _____ 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
спеціалізація _____ —
освітня програма _____ Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
факультет/центр _____ Аспірантура ІТМ НАНУ і ДКАУ, відділ № 9
вид дисципліни _____ обов'язкова

Робоча навчальна програма дисципліни «Системи і процеси керування» складена на основі освітньо-кваліфікаційної характеристики та освітньо-наукової програми підготовки аспірантів фахового напрямку «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Розробник: Прокопчук Юрій Олександрович, д.т.н., доцент, провідний науковий співробітник відділу системного аналізу та проблем керування (відділ № 9)..

Робоча навчальна програма розглянута
на семінарі відділу № 9:
протокол № 11 від 21.10.2024

Завідувач відділу № 9 _____ Анатолій АЛПАТОВ

Дніпро 2024

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Навчальна дисципліна «Системи і процеси керування» забезпечує підготовку аспірантів спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» в галузі дослідження різноманітних сучасних та перспективних методів управління складними системами різних типів в умовах наближених до реальності, тобто в умовах радикальної невизначеності, нестачі ресурсів, конкурентності та високого ризику. Основний акцент робиться на ракетно-космічну галузь.

Матеріал цієї учбової дисципліни базується на знаннях, отриманих аспірантами при вивченні дисциплін "Вища математика", "Теоретична механіка", "Методологія та організація наукового дослідження".

2. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

Семестр	Всього	Розподіл за семестрами та видами занять								Семестрова атестація
		Лекцій	Практичні заняття	Семінари	Лабораторні роботи	Комп'ютерний практикум	Контрольні роботи	СРА		
								Всього	у тому числі на виконання індивідуальних семестрових завдань	
3	180	36	–	–	18	–	–	126	25	Іспит
Всього	180	36	–	–	18	–	–	126	25	Іспит

3. МЕТА І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни полягає у формуванні у аспірантів базових уявлень в сфері розроблення і дослідження методів оптимізації та моделювання керованих процесів різної природи. Основою перспективних підходів є наука складності та когнітивна наука. Особлива увага приділяється автономним симбіотичним системам космічного застосування з широким використанням методів штучного інтелекту на засадах поліформалізму.

Завдання вивчення дисципліни:

Сформувати у аспірантів цілісну уяву про методологію і існуючі підходи до управління складними системами та процесами. Ознайомити з науковими основами і методами моделювання, оптимізації та адаптації керованих процесів у різних галузях; новими методами аналізу й синтезу систем керування; програмно-технічними засобами, що забезпечують створення та впровадження систем керування.

4. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Форма навчання – денна

2 семестр

РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ по темах

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин				
		всього	лекції	семінарські	лабораторні заняття	самостійна робота
1	Тема 1. Філософія та методологія управління: основні напрямки, предмет, сутність управління.	8	2			6
2	Тема 2. Технологічне прогнозування як основа управління на державному та інституційному рівнях.	16	4		2	10
3	Тема 3. Аналіз і синтез систем управління технічними, технологічними, економічними і соціальними процесами, зокрема з елементами штучного інтелекту.	28	6		2	20
4	Тема 4. Когнітивні технології в управлінні складними системами та процесами. Когнітивні технічні системи.	30	6		4	20
5	Тема 5. Моделювання, оптимізація й адаптація керованих процесів у динамічних та/або кіберфізичних системах.	26	4		2	20
6	Тема 6. Моделювання, оптимізація та адаптація керованих процесів як слабо формалізованих в умовах невизначеності (на підставі самонавчання, розпізнавання тощо).	26	4		2	20
7	Тема 7. Алгоритмічне та інформаційне забезпечення систем і процесів керування й систем підтримки прийняття рішень на підставі процедур оптимізації та самоорганізації.	30	6		4	20
8	Тема 8. Програмно-технічні засоби для проектування, створення та впровадження систем управління, а також моделюючих комплексів і пакетів прикладних програм, що застосовуються при розробленні систем управління.	16	4		2	10
	ВСЬОГО	180	36		18	126

5. ЛЕКЦІЇ

Перелік питань з навчальної дисципліни

Тема 1 (Л.1). Філософія та методологія управління

1. Місце, структура і зміст управління в системі діяльності
2. Методологія управління.
3. Механізми управління
4. Аналіз понять управління, керівництва, менеджменту, лідерства
5. Системний аналіз в управлінні
6. Рефлексивні аспекти стратегічного менеджменту
7. Філософія управління наукою та розвитком галузі
8. Теорія самоорганізації. На порозі IV парадигми
9. Синергетична теорія (соціального) управління. Ефективність командної роботи.
10. Особливості новітніх моделей управління з використанням ШІ
11. Управління соціотехнічними системами і методологія синергетики
12. «Кібернетика 2.0», як наука про загальні закономірності організації систем і управління ними
13. Сучасна теорія катастроф в рамках проблеми «інтелектуальні технології XXI століття»
14. Рух до єдиної теорії управління, обчислень і зв'язку
15. Проект "Розумне / мудре / інтуїтивне управління".

Тема 2 (Л.2 - 3). Технологічне прогнозування як основа управління на державному та інституційному рівнях

1. Когнітивний поворот в освіті, науці та промисловості.
2. Когнітивна реіндустріалізація
3. Наскрізні/критичні технології. Таксономія технологій NASA
4. Індустрія 4.0: Smart City, Smart Energy, Smart Factory
5. Конвергентні мета-технології і їх роль в перетворенні соціуму. НБІКС-технології.
6. Індустрія 5.0 та Суспільство 5.0. (або Super Smart Society).
7. 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
8. Становлення і розвиток наукометрії: методологія та інструментарій.
9. Вивчення розвитку науки як інформаційного процесу
10. Закони розвитку техніки
11. Наукометричні бази даних як інструмент інтеграції вітчизняної науки в європейський і світовий дослідницький та освітній простори
12. Космічні програми України як інструмент стратегічного планування. Роль акселерації в авіакосмічній галузі
13. Концепція "Moon Village" як напрямок технологічного прориву
14. Національні Стратегії розвитку Штучного Інтелекту як засіб досягнення стратегічних технологічних переваг.
15. Державна науково-технічна програма (зокрема розділи: «Системний аналіз, методи та засоби керування процесами різної природи; методи оптимізації, програмне забезпечення та інформаційні технології у складних системах», «Інтелектуалізація процесів прийняття рішень», «Перспективні інформаційні технології та системи»).

Тема 3 (Л.4 - 6). Аналіз і синтез систем управління технічними, технологічними, економічними і соціальними процесами, зокрема з елементами штучного інтелекту

1. Особливості управління великими системами
2. Системний аналіз і прийняття інноваційних рішень

3. Платформа штучного інтелекту для підтримки стратегічного планування в середовищі цифрової економіки
4. Методологія дослідження структурних характеристик складних систем в умовах негативних зовнішніх впливів.
5. Оцінка залежності якості топології системи від ступеня зміни структурних параметрів.
6. Структурна і функціональна мінливість системи
7. Моделювання інформаційних систем організаційного управління
8. Управління проектами. Управління якістю
9. Інноваційний менеджмент
10. Управління життєвими циклами організаційно-технічних систем.
11. Модель еколого-економічної системи
12. Рефлексивні ігри та інформаційна рівновага
13. Моделі технологій: набір взаємозв'язаних математичних моделей розробки, освоєння, застосування і модернізації технологій.
14. Проблеми складності і похибки рішення задач синтезу та оптимізації технології
15. Інтелектуальні інформаційні системи моніторингу та управління
16. Застосування штучного інтелекту в ракетно-космічних технологіях, зокрема, для управління супутниками.
17. Автономний штучний інтелект. Метод машинного навчання Self-Play. Приклади розробок компанії Google DeepMind

Тема 4 (Л.7 - 9). Когнітивні технології в управлінні складними системами та процесами. Когнітивні технічні системи

1. Когнітивна природа сучасної складності управління: процес пізнання як один з функціональних аспектів управління. Моделі штучного пізнання
2. Науково-теоретичний базис інтелектуальних інформаційних технологій, систем комп'ютерної підтримки рішень на підґрунті когнітивного підходу для підвищення ефективності управління складними ситуаціями й процесами в умовах невизначеності та здатних взаємодіяти з людьми більш природнім образом
3. Когнітивні технічні системи: прикладення до космічних технологій
4. Когнітивні технології обчислень (на прикладі IBM): створення цілої екосистеми когнітивних обчислень (принципово нові технології управління складними, великими, мережево-центрічними системами).
5. Методика оцінювання складних технічних об'єктів на основі технології візуалізації: приклади з космічної галузі
6. Теоретичні основи, технологія і інструментарій автоматизованого системно-когнітивного аналізу
7. М'яке вимірювання, когнітивне вимірювання, когнітивні сенсори.
8. Інтелектуальні технології управління інноваціями
9. Технології управління процесом забезпечення безпеки об'єктів на основі моніторингу та профілактики (нейтралізації) загрози
10. Технології управління процесом забезпечення безпеки на робочому місці
11. Застосування теорії радикалів і методу багатоаспектної рекурсивної декомпозиції при виявленні критичних ланок
12. Дослідження проблем управління автономними роботизованими комплексами в надзвичайних умовах (на прикладі місячної та марсіанської програм)
13. Дослідження проблемних питань інтелектуалізації систем управління та їх позиціонування в умовах розвитку інформаційного простору
14. Когнітивний Інтернет, Sensemaking Platform, WebSphere Sensor Events: моделі та застосування
15. Smart machines, self-driving cars: космічний Інтернет, як основа обміну інформацією та управління в реальному часі

16. Космічний AI Асистент з використанням IBM Watson: новий рівень забезпечення надійності та безпеки (Project CIMON launches as the first AI assistant in space: Airbus & IBM Watson IoT)

17. Когнітивні обчислення: застосування IBM Watson для створення платформи Airbus - «Smarter Fleet» / «Розумний флот»

18. Обчислювальна логіка. Ургентні обчислення. "Інтуїтивні машини". Приклади застосування в авіакосмічних технологіях

19. Розподілені супутникові мережі на основі IoT та технологій ШІ

20. Рішення проблеми забезпечення інформаційно-системної безпеки функціонування складних технічних і соціо-технічних систем (зокрема за допомогою когнітивних асистентів, доповненої реальності, цифрових двійників та кіберфізичного підходу). Приклади

21. Нейроморфні системи управління. Штучний коннектом когнітивної технічної системи як засіб забезпечення високої функціональної відмовостійкості: приклади застосування в космічних технологіях

22. Мультиагентні технології розподіленого управління угрупованням малорозмірних космічних апаратів дистанційного зондування Землі

Тема 5 (Л.10 - 11). Моделювання, оптимізація й адаптація керованих процесів у динамічних та/або кіберфізичних системах

1. Системи й процеси автоматичного керування (окремий блок питань).

2. Ідентифікація й моделювання об'єктів керування й автоматизації (окремий блок питань)

3. Методологія створення і використання кіберфізичних систем і просторів. Приклади застосування в авіакосмічних технологіях

4. Кіберфізична система управління процесами

5. Кіберфізичні структури для аналізу великих даних

6. Динамічні системи, які засновані на правилах

7. Багаторівневий фазовий простір: комбінаторне узагальнення, критичні нариси.

8. Введення в розширений символічний аналіз динамічних систем (на засадах парадигми граничних узагальнень)

9. Нейро-нечітка система підтримки прийняття рішень при оцінці поведінки складного динамічного об'єкту

10. Нелінійні ефекти в системах управління складними динамічними об'єктами (особлива увага приділяється виникненню нелінійних ефектів в умовах безперервної зміни динаміки об'єкта і характеристик зовнішнього середовища).

11. Моделювання поведінки нелінійного динамічного об'єкта в нештатних та екстремальних ситуаціях.

Тема 6 (Л.12 - 13). Моделювання, оптимізація та адаптація керованих процесів як слабо формалізованих в умовах невизначеності (на підставі самонавчання, розпізнавання тощо)

1. Різновиди невизначеностей при управлінні технічними та соціотехнічними системами

2. Аналіз і синтез здатних навчатися (самонавчатися) інтелектуальних систем керування слабо формалізованими процесами

3. Автоматизоване управління складними об'єктами за умов невизначеності на основі гібридних імітаційних моделей

4. Множина сурогатних моделей системи/процесу різного рівня узагальнення як засіб економії ресурсів, боротьби з невизначеністю

5. Робастні методи оцінювання та ідентифікації в умовах невизначеності

6. Управління угрупованнями кіберфізичних об'єктів в середовищі хмарних обчислень. Багатоагентні системи.

7. Методологічні основи багаторівневої технології підтримки прийняття рішень в природно-техногенних системах за умов руйнівних процесів

8. Автоматизація управління процесом індивідуалізованого навчання
9. Проблеми розробки систем керування автономними агентами з урахуванням невизначеностей
10. Алгебраїчні моделі та методи аналізу і синтезу систем керування слабо формалізованими процесами
11. Методи розпізнавання та класифікації станів систем управління засобами нейромережових та нечітких технологій
12. Нейродинаміка і нечітка логіка в завданнях конструювання систем керування слабо формалізованими процесами

Тема 7 (Л.14 - 16). Алгоритмічне та інформаційне забезпечення систем і процесів керування й систем підтримки прийняття рішень на підставі процедур оптимізації та самоорганізації

1. Автоматизовані системи керування (окремий блок питань, включаючи бази даних та знань)
2. Інформаційно-алгоритмічне забезпечення систем управління в умовах невизначеності та неповноти апріорної інформації
3. Розрахунок конкурентоспроможності підприємств аерокосмічної галузі.
4. Методи скінченновимірної та еволюційної оптимізації (окремий блок питань).
5. Системи підтримки прийняття рішень (окремий блок питань)
6. Методи дослідження багатокритеріальних альтернатив
7. Методологія і засоби розробки інтелектуальних інформаційних технологій та систем комп'ютерної підтримки рішень на засадах парадигми граничних узагальнень
8. Гібридні і синергетичні інтелектуальні системи для підтримки прийняття рішень
9. Аналіз, синтез і оптимізація функціонування систем багаторівневого, інтелектуального і мережевого управління в умовах ризику та невизначеності
10. Створення інтелектуальних додатків здатних до самостійного засвоєння нових знань, постійно одержуваних з різних джерел, розпізнаванню образів, тривалого навчання, до розуміння контекстуального значення багатозначної інформації для вирішення складних проблем в умовах реального світу на основі своїх здібностей до сприйняття, поведінки і пізнання

Тема 8 (Л.17 - 18). Програмно-технічні засоби для проектування, створення та впровадження систем управління, а також моделюючих комплексів і пакетів прикладних програм, що застосовуються при розробленні систем управління

1. Порівняння можливостей програмних засобів підтримки інтеграції розподілених тренажно-моделюючих систем
2. Когнітивний Інтернет, Інтернет речей як основа побудови кіберфізичних систем управління, «розумних будинків», «розумних машин» і «розумних середовищ». Приклади застосування в авіакосмічних технологіях
3. «Розумна шкіра» авіакосмічних систем, сенсорні мережі в складі когнітивних технічних систем, зокрема в авіакосмічній галузі
4. Розробка та застосування VR/AR, Метаверсу, зокрема в космічних додатках як засіб підвищення обізнаності операторів складних систем

Література [1 - 28], лекції.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

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

1. Особливості новітніх моделей управління з використанням ШІ та Метаверсу: приклади застосування в космічній галузі
2. Архітектури і приклади розподілених космічних систем; фрактальні топології супутникових систем
3. Стратегічний план інвестицій у технології НАСА: Таксономія перспективних технологій НАСА 2020. Дорожні карти технологій.
4. «Платформа НАСА для автономних систем»: приклади застосування
5. Українська платформа Індустрії 5.0.
6. 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
7. Наукометричні бази даних: приклади використання
8. Національні Стратегії розвитку Штучного Інтелекту: особливості ШІ Стратегії України
9. Моделі технологій: набір взаємозв'язаних математичних моделей розробки, освоєння, застосування і модернізації технологій.
10. Застосування великих мовних моделей типу ChatGPT в розробці програмного забезпечення та управління: приклади використання
11. Застосування штучного інтелекту в ракетно-космічних технологіях, зокрема, для управління роєм супутників: приклади застосування
12. Застосування теорії радикалів і методу багатоаспектної рекурсивної декомпозиції при виявленні критичних ланок
13. Дослідження проблем управління автономними роботизованими комплексами в надзвичайних умовах (на прикладі місячної програми)
14. Перспективи розвитку Проекту CIMON компаній Airbus & IBM Watson IoT (перший ШІ-асистент в космосі): астро-бджоли
15. Особливості застосування IBM Watson для створення платформи Airbus - «Розумний флот» / «Smarter Fleet»: альтернативні рішення
16. Розподілені супутникові мережі на основі IoT та технологій ШІ: приклади
17. Нейроморфні системи обчислення та управління: напрямки застосування в космічних технологіях
18. Різновиди невизначеностей при управлінні технічними системами в екстремальних умовах: методи нейтралізації невизначеностей
19. Інтеграція людини та машини в забезпеченні катастрофо стійкості складної системи: приклади реалізації на космічній станції
20. Багатоагентні технології космічного застосування: приклади реалізації
21. Методи розпізнавання та класифікації станів систем управління засобами нейромережевих та нечітких технологій: приклади застосування в космічній галузі

7. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Редукція складності: способи побудови онтології нечіткості, радикальної невизначеності. Концептуалізація предметної галузі.	2
2	Мультиформалізм: загальна схема багатомасштабного конфігуратору тесту / сигналу / змінної. Розробка прикладів	2
3	Методи узагальнення: генеративні схеми побудови начерків образів, ситуацій, баз даних, послідовностей подій; комбінаторне узагальнення. Розробка прикладів	2
4	Методи виділення керуючої інформації у завданнях розрізнення-управління: стратегії визначення оптимальної кількості вхідних даних для розпізнавання об'єктів; швидкі та економні евристики.	2
5	Автоматична побудова каузальних моделей на основі потоку даних. Розробка прикладів	2
6	Мультиформалізм: ієрархія-гетерархія сурогатних моделей; багатомасштабний фазовий простір динамічної системи. Розробка або адаптація моделі.	2
7	Метод побудови хмарного «Багатоцільового банку знань» для вирішення завдань розрізнення-управління в багатоагентному середовищі. Розробка елементів банку знань.	2
8	Функціональна відмовостійкість та антикрихкість когнітивної технічної системи: побудова інформаційного «конектому» для вирішення завдань аудиту та прогнозування інформаційних потоків; "м'яке вимірювання".	2
9	Автономні авіакосмічні системи: практичні підходи до реалізації. Розробка функціональної схеми системи управління.	2
	Загальна кількість годин	18

8. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

1. Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, by Gerhard Weiss (Editor), MIT Press, 2000. – 648 p.
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.
3. Мітюшкін Ю. І., Мокін Б. І., Ротштейн О. П. Soft Computing: ідентифікація закономірностей нечіткими базами знань. Монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2002. -145с.
4. Brogan W. L. Modern Control Theory. Third Edition. // University of Nevada, Las Vegas. Prentice, 1991. - 674 p.
5. Knowles G. An Introduction to Applied Optimal Control. New York: Academic Press, 1981, p.35.
6. Zhou K, Doyle JC, Glover K. Robust and Optimal Control. New York: Prentice-Hall, 1996, p.616.
7. NASA Platform for Autonomous Systems <https://techport.nasa.gov/image/40138>
8. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і доп. — К.: Либідь, 2007. — 656 с.
9. Markley FL, Crassidis JL. Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control. New York: Springer-Verlag, 2014, p.152.
10. Chatzinotas S., Ottersten B., De Gaudenzi R. Cooperative and Cognitive Satellite Systems. Academic Press Elsevier Ltd, 2015. - 542 p.
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 Century Learning, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264273955-en>
24. Hein, Andreas M.. (2016). Artificial Intelligence Probes for Interstellar Exploration and Colonization. Technical Report.

https://www.researchgate.net/publication/311872021_Artificial_Intelligence_Probes_for_Interstellar_Exploration_and_Colonization

25. Matloff, G., 2006. Deep space probes: To the outer solar system and beyond. Springer Science & Business Media.

26. Wölcken, P.C., Papadopoulos, M. (Eds.) (2016). Smart Intelligent Aircraft Structures. Proceedings of the Final Project Conference. Springer

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.

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.

29. Прокопчук Ю.О. Інтуїція: досвід формального дослідження. Дніпро: Вид-во ДВНЗ «ПДАБА», 2022. - 724 с.

9. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ АСПІРАНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання лабораторних робіт;
- виконання самостійної роботи;
- модульну контрольну роботу;
- іспит.

Схема формування оцінки.

Форма оцінювання	Максимальна кількість балів
Оцінювання рівня виконання лабораторних робіт	25
Контрольне тестування за темами	15
Оцінювання рівня виконання завдань для самостійної роботи	20
Екзамен	40
Максимальна загальна кількість балів	100

Шкала відповідності оцінювання:

Відмінно	Зараховано	90-100
Добре		82-89
		75-81
Задовільно		64-74
		60-63
Незадовільно	Не зараховано	0-59