



Математичні методи системного аналізу

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (доктор філософії)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>124 «Системний аналіз»</i>
Освітня програма	<i>«Системний аналіз»</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: чл.-кор. НАНУ, д.т.н., професор, Панкратова Наталія Дмитрівна, natalidmp@gmail.com Практичні / Семінарські: чл.-кор. НАНУ, д.т.н., професор, Панкратова Наталія Дмитрівна, natalidmp@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа дистанційного навчання «Сікорський», Googleclassroom</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Курс «Математичні методи системного аналізу» є базовим предметом у підготовці системних аналітиків PhD з розв'язання практичних задач міждисциплінарного характеру з наявністю конфліктуючих цілей, неоднорідностей різної природи та багатofакторних ризиків.

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів здібностей системного мислення при постановці та формалізації реальної системної задачі, прищеплення навиків творчого використання сучасних методів і моделей методології системного аналізу з залученням структурно взаємозалежних і функціонально взаємодіючих евристичних процедур, методичних прийомів і методів, алгоритмічних програмних і обчислювальних засобів до розв'язання конкретних системних задач підтримки прийняття рішень.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни аспіранти після засвоєння кредитних модулів мають продемонструвати такі результати навчання:

- **знання:**

теоретичних основ методології системного аналізу; принципів, методів, прийомів розв'язування задач розкриття невизначеностей різної природи; відновлювання функціональних залежностей у адитивній та мультиплікативній формах; якісного інформаційного аналізу; гарантованого функціонування кібер-фізичних систем; побудови альтернатив сценаріїв на основі методології передбачення; створення сценаріїв при залученні когнітивного імпульсного моделювання та ін.;

- **уміння:**

поставити та формалізувати реальну системну задачу; застосовувати математичні моделі і методи вирішення міждисциплінарних задач; створювати нові ефективні алгоритми для розв'язування сучасних багатокритеріальних задач; аналізувати розв'язки, отримані різними методами та алгоритмами і вибирати ефективніший за відповідними параметрами для підтримки прийняття рішень.

- **досвід:**

розв'язання складних практичних міждисциплінарних задач; вільно орієнтуватися при застосуванні сучасних методів в реальних задачах з надвеликою кількістю слабо структурованих даних; набуття навичок практичного використання засвоєних знань у подальшому навчанні та професійній діяльності.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

Загальні компетентності (ЗК) – ЗК 1. Здатність працювати в міжнародному контексті; ЗК 2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; ЗК 3. Здатність спілкуватися іноземною мовою в обсязі достатньому для представлення та обговорення результатів своєї наукової роботи; ЗК 4. Здатність самостійно проводити дослідницьку діяльність, включаючи аналіз проблем, постановку цілей і завдань, вибір засобів та методів дослідження, а також оцінку його якості; ЗК 5. Здатність до започаткування, планування, реалізації та коригування послідовного процесу ґрунтовного наукового дослідження; ЗК 6. Здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей; ЗК 7. Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення; ЗК 8. Здатність до абстрактного мислення, аналізу, синтезу та оцінки наукових досягнень, генерування нових знань при вирішенні дослідницьких і практичних завдань.

Фахові компетентності спеціальності (ФК) - ФК 2. Здатність дотримуватись морально-етичних правил поведінки, етики досліджень, характеристик для учасників академічного середовища, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях; ФК 3. Здатність критично аналізувати позитивні та негативні якості існуючих методів системного аналізу, а також оцінювати їхні можливості для подальшого використання при розв'язанні конкретних наукових і практичних задач; ФК 5. Здатність виконувати науково-дослідницьку та професійну діяльність на міждисциплінарному рівні; ФК 6. Здатність глибоко аналізувати та створювати нові методи аналізу даних та знань; ФК 7. Здатність виконувати дослідження слабо структурованих проблем, розробки нових методів та подальшого їх вирішення; ФК 10. Здатність застосовувати методологію системного аналізу для дослідження

складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язання системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризику.

Програмні результати навчання - ПРН 1. Знати найбільш передові концептуальні проблеми в галузі системного аналізу складних систем; розуміти філософські концепції наукового світогляду, роль науки, пояснювати її вплив на суспільні процеси; ПРН 2. Знати наукові напрями розробки альтернативних методів аналізу динаміки процесів різної природи; вміти формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані; ПРН 4. Знати переваги та недоліки існуючих методів системного аналізу та можливості їх використання для розв'язання конкретних наукових і прикладних задач в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень; ПРН 8. Знати математичні методи системного аналізу та методи математичного моделювання для побудови та аналітичного дослідження детермінованих та стохастичних моделей складних процесів при розв'язанні задач прогнозування, оптимального керування та прийняття рішень; ПРН 9. Використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами; ПРН 10. Уміти створювати нові методи системного аналізу та математичні моделі складних систем різної природи; ПРН 11. Уміти розробляти та використовувати нові методи аналізу складних систем та нові методи прийняття рішень в умовах невизначеності; ПРН 12. Уміти критично аналізувати переваги та недоліки відомих методів системного аналізу, а також уміти оцінювати можливості їх використання для розв'язання конкретних наукових і практичних задач; ПРН 13. Уміти розробляти наукові проекти в галузі системного аналізу; ПРН 14. Уміти впроваджувати результати наукових досліджень, які ґрунтуються на основі методів системного аналізу; ПРН 15. Уміти розв'язувати комплексні проблеми в галузі системного аналізу або в результаті проведення дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань; ПРН 17. Читати та розуміти іншомовні тексти за спеціальністю; вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми галузі державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях; ПРН 18. Дотримуватися правил академічної доброчесності; знати і дотримуватися основних засад академічної доброчесності у науковій і освітній (педагогічній) діяльності.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: викладання навчальної дисципліни базується на знаннях, отриманих у результаті вивчення попередніх навчальних дисциплін та набуття компетенцій після завершення навчання рівні бакалавра і магістра з системного аналізу, потребує базових знань з математичних та інформаційних дисциплін, достатніх для сприйняття методів і моделей, що ґрунтуються на використанні методології системного аналізу та теорії підтримки прийняття рішень. Зокрема, це теорія ризиків, ймовірностей і прикладна статистика, математичний аналіз, диференціальні рівняння, чисельні методи, системи підтримки прийняття рішень.

Дисципліна надає здобувачам третього ступеня вищої освіти необхідні знання та практичні навички для пошуку необхідних даних та експертних оцінок, накопичення та аналізу наукової інформації за темою дисертаційного дослідження, написання наукових публікацій, оформлення та захисту дисертації, сприяти розвитку професійних умінь з формулювання та презентації результатів проведених досліджень, підтримки прийняття відповідних управлінських рішень.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Математичний апарат формалізованих задач системного аналізу

Тема 1.1. Методи розкриття невизначеності цілей, невизначеності у задачах конфлікту стратегій, ситуаційної невизначеності. Розкриття невизначеності в задачах взаємодії протидії двох суб'єктів.

Тема 1.2. Методи пошуку раціонального компромісу в задачах розкриття концептуальної невизначеності. Відновлення функціональних залежностей у задачах розкриття концептуальної невизначеності.

Тема 1.3. Методи та принципи розкриття невизначеностей у задачах взаємодії та протидії коаліцій. Загальна стратегія розв'язання задач системної взаємодії та протидії коаліцій.

Тема 1.4. Інформаційний аналіз системних задач. Формалізація характеристик і показників інформованості ОПР.

Розділ 2. Задачі і методи системного аналізу багатофакторних ризиків в процесі функціонування кібер-фізичних систем (КФС)

Тема 2.1. Методологія забезпечення безпеки функціонування складних технічних систем.

Тема 2.2. Інформаційна платформа технічної діагностики фізичних моделей кіберфізичних систем.

Тема 2.3. Властивості та особливості функціонування фізичних моделей кіберфізичних систем.

Тема 2.4. Структурно-функціональний аналіз складної багаторівневої ієрархічної системи (СБІС) в умовах багатофакторного ризику

Тема 2.5. Моделі та методи структурно-функціонального аналізу.

Розділ 3. Системна методологія передбачення як міждисциплінарна проблема системного аналізу

Тема 3.1. Методологія передбачення як фундаментальний інструмент соціо-економічного розвитку.

Тема 3.2. Методологія сценарного аналізу. Методи якісного аналізу

Розділ 4. Когнітивне моделювання як технологія побудови альтернатив сценаріїв соціально-економічних систем

Тема 4.1. Методологія когнітивного моделювання.

Тема 4.2. Імпульсне когнітивне моделювання. Побудова сценаріїв у динаміці розвитку процесу.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1.Панкратова Н.Д. Системний аналіз. Теорія та застосування. Підручник. Наук. Думка. -К. – 2018. - 348 с.

2.Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. Підручник. Київ, ВНУ. -2007.– 544 с.

3.Zgurovsky M.Z. N.D. Pankratova System analysis: Theory and Applications. // Springer. – 2007. – 475 р.

4. Панкратова Н.Д., Малафеева Л.І. Метод Делфі. Методологія та застосування Навчальний посібник. // Наукова думка. Київ. –2017. –248 с.
 5. Панкратова Н.Д., Савченко І.О. Морфологічний аналіз. Проблеми, теорія, застосування. Навчальний посібник. // Наукова думка. –2015. –347 с.
 6. Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія, застосування. Навчальний посібник. Київ, НТУУ «КПІ». -2010. 372 с.
- Знайти зазначені матеріали можна у Бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського, Бібліотеці ІПСА та в Електронному Кампусі .

Додаткова

1. Nataliya Pankratova, Igor Golinko Digital Twin Simulation for Cyber-Physical Systems on Electric Heater Example // Proceedings of IEEE third International Conference on System Analysis & Intelligent Computing conference (SAIC) 04-07 October, 2022.p.22-28. Kyiv, Ukraine. DOI:10.20535/SRIT.2308-8893.2022.1.01
2. Nataliya Pankratova, Igor Golinko Electric heater mathematical model for cyber-physical systems //System research&Information technologies, №2. 2021. P.7-17. DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2021.2.01
3. N.D.Pankratova, V.D.Pankratov System approach to the underground construction objects planning based on foresight and cognitive modelling methodologies //System research&Information technologies, №2. 2022. P.7 - 25. ISSN 2308-8893 (on-line), ISSN 1681-8048 (print) UDC 303.732.4, 519.816 DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2022.1.01
4. Pankratova N., Malishevsky A., Pankratov V. Cyber-physical systems operation with guaranteed survivability and safety under conditions of uncertainty and multifactor risks. Book Chapter 2 // In Springer book M. Zgurovsky and N. Pankratova (eds.), System Analysis & Intelligent Computing, Studies in Computational Intelligence 1022, 2022. P. 21–35. doi:10.1007/978-3-030-94910-5_2, ISSN 1860-949X
5. Pankratova N, Gorelova G and Pankratov V. The Strategy of Underground Construction Objects Planning Based on Foresight and Cognitive Modelling Methodologies. Book Chapter 5// In Springer book M. Zgurovsky and N. Pankratova (eds.), System Analysis & Intelligent Computing, Studies in Computational Intelligence, 2022, 1022. P. 69–91 doi.org/10.1007/978-3-030-94910-5_5, ISSN 1860-949X
6. N.D. Pankratova, G.V.Gorelova, V.A.Pankratov Strategy for Simulation Complex Hierarchical Systems Based on the Methodologies of Foresight and Cognitive Modelling // Advanced Control Systems: Theory and Applications. River Publishers Series in Automation, Control and Robotics. Chapter 9. 2021. P. 257-288
7. N.D. Pankratova, G.V.Gorelova, V.A.Pankratov Study of the Plot Suitability for Underground Construction: Cognitive Modelling // ISDMCI 2020: Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. pp 246-264| https://doi.org/10.1007/978-3-030-54215-3_16
8. N.D. Pankratova, Y. A. Ptukha Estimation computational models of the cyber-physical systems functioning //System research&Information technology, №1, 2020. - P. 28-33. DOI: <https://doi.org/10.20535/SRIT.2308-8893.2020.1.03>

9. Pankratova, N.D. *Creation of Physical Models for Cyber-Physical Systems Lecture Notes in Networks and Systems*, 2020, 95, cmp. 55-63 Book Chapter. DOI: 10.1007/978-3-030-34983-7. P.68-77.
10. Pankratova N. D., Gorelova G.V., Pankratov V.A *System Approach to Assessing of the Quantitative and Qualitative Characteristics of Information*. In *Proceedings of Communicative strategies of the information society(CSIS'19)*. ACM, October 25-26, 2019, New York, NY, USA, 5 pages
11. Pankratova N. D., Gorelova G.V., Pankratov V.A. *Strategy for the Study of Interregional Economic and Social Exchange Based on Foresight and Cognitive Modeling Methodologies //Workshop Proceedings of the 8th International Conference on "Mathematics. Information Technologies. Education"*, MoMLeT&DS-2019, Shatsk, Ukraine, June 2-4, 2019. -P136-137.
12. Nataliya Pankratova, Volodymyr Savastiyanyov *Assessment of situations in the field of social disasters basing on the methodology of foresight and textual analytics // Proceedings of the 2019 IEEE Second International Conference IEEE UKRCON-2019 p. 1207-1210, ISBN 9781728138831*
13. Gorelova G.V., Pankratova N.D., *Srategy of complex systems development based at the synthesis of methodologies foresight and cognitive modelling //Proceedings of IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing conference (SAIC) 08-12 October, 2018 Kyiv, Ukraine. – P. 13-19. (SCOPUS)*
14. Gorelova G.V., Pankratova N.D., *Srategy of complex systems development based at the synthesis of methodologies foresight and cognitive modelling //Proceedings of IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing conference (SAIC) 08-12 October, 2018 Kyiv, Ukraine. – P. 13-19.*
15. N.D. Pankratova *The integrated system of safety and survivability complex technical objects operation in conditions of uncertainty and multifactor risks // Proceedings of conference IEEE (№50). May 29 – June 2, 2017, Kyiv, Ukraine. – P. 1135-1140.*
16. Pankratova N.D., Kondratova L.P. *System evaluation of engineering objects' operating taking into account the margin of permissible risk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies № 3. –2016. –P.13-19. DOI:10.15587/1729-4061.2016.71126*
17. N. D. Pankratova, and N. G. Zrazhevskya, "Model of Autocorrelative Function of Time Series with Strong Dependence", *Journal of Automation and Information Sciences*, vol. 47, no. 10, pp. 1-12, 2015
18. Pankratova Nataliya, Savastiyanyov Volodymyr *Foresight Process Based on Text Analytics // International Journal "Information Content and Processing", Volume 1, Number 1, ITHEA. SOFIA 2014. –P.54-65.*
19. Pankratova N.D. *System coordination of survivability and safety complex engineering objects operation // Computer Science Journal of Moldova.-№3, -2014. -P.14-27.*
20. Pankratova N.D., Radjuk A.N. *Guaranteed safety operation of complex engineering systems // Editors M.Z.Zgurovsky, V.A. Sadovnihiy Continuous and Distributed Systems. Theory and Application Springer, 2014. P. 313-326*
21. Pankratova N, *Modelling and technologies for restoration of oil polluted soils and water bodies // NATO science for peace and security programme, 984354. 7-8 May, Brussel, 2012*
22. Pankratova N.D. *Safety operations of the complex engineering objects // International Journal. «Information technologies&knowledge».ITHEA. SOFIA,v.5,№2. - 2011. –P.152-167*
23. Pankratova N.D. *System strategy for guaranteed safety of complex engineering systems // Cybernetics and Systems Analysis: Volume 46, Issue 2 (2010), Page 243-251.*
24. Панкратова Н.Д., Савченко І.О *Стратегія застосування методу морфологічного аналізу в процесі технологічного передбачення //Наукові вісті КНУ. – №2. –2009. –С. 35–44.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття (39 год.)

№	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань. Колоквіуми.</i>
1	<p>Методи розкриття невизначеності цілей, невизначеності у задачах конфлікту стратегій, ситуаційної невизначеності. Розкриття невизначеності в задачах взаємодії та протидії двох суб'єктів.</p> <p><i>Розкриття невизначеності цілей на підставі принципу Парето. Метод лінійної згортки. Метод технічних обмежень. Розкриття невизначеності цілей зведенням вихідної задачі до системи рівнянь.</i></p> <p><i>Розкриття ситуаційної невизначеності. Принцип гарантованого результату. Метод розкриття невизначеності в задачах взаємодії і протидії партнерів.</i></p> <p>Рекомендована література [1] — розділ 1; [2] — гл. 4. п.4.1, п.4.2-4.3; [3] — гл. 4, п.4.1- 4.3; [4] — гл. 3 п. 3.1-3.2 , п. 3.3-3.4; [27].</p>
2	<p>Методи пошуку раціонального компромісу в задачах розкриття концептуальної невизначеності. Відновлення функціональних залежностей у задачах розкриття концептуальної невизначеності.</p> <p><i>Підхід до відновлення функціональних залежностей у задачах розкриття концептуальної невизначеності у адитивній та мультиплікативній формах за дискретною вибіркою. Формування функцій наближення у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей.</i></p> <p>Рекомендована література: [1] — розділи 2,3; [2] — гл. 5, п.5.1-5.2; [3] — гл. 5, п.5.1; [4] — гл. 3 п. 3.6; [11], [24],[25].</p>
3	<p>Методи та принципи розкриття невизначеностей у задачах взаємодії та протидії коаліцій. Загальна стратегія розв'язання задач системної взаємодії та протидії коаліцій.</p> <p><i>Методи розкриття невизначеностей у задачах взаємодії та протидії коаліцій. Принцип мінімізації ризиків. Загальна стратегія розв'язання задач системної взаємодії або системної протидії коаліцій. Формалізація стратегії протидії коаліцій.</i></p> <p>Рекомендована література:[1] — розділ 4; [2] — гл. 6, п.6.1-6.4; [3] — гл. 6; [4] — гл. 4.</p>
4	<p>Інформаційний аналіз системних задач. Формалізація характеристик і показників інформованості ОПР.</p> <p><i>Основні цілі та задачі якісного інформаційного аналізу системних задач. Формалізація характеристик і показників інформованості ОПР. Класифікація і розпізнавання ситуацій за інтегральними і частковими показниками інформованості ОПР. Розв'язання задач розпізнавання ситуацій за умов неповноти і нечіткості інформації.</i></p> <p>Рекомендована література:[1] — розділ 6; [2] — гл. 7, п.7.1-7.3, п.7.4-7.5; [3] — гл. 7, п.7.1-7.3; [4] — гл. 5, п. 5.1-5.4 ; [5].</p>

5	<p>Методологія забезпечення безпеки функціонування складних технічних систем</p> <p><i>Принципи формування та реалізації гарантованої безпеки складних систем. Загальна задача системного аналізу мінімізації багатофакторних ризиків. Декомпозиція загальної задачі аналізу багатофакторних ризиків у послідовність системно узгоджених задач. Визначення ризику: ступінь ризику, рівень ризику і ресурс допустимого ризику нештатного режиму. Негентропія у відкритих системах: концепція Л. фон Берталанфі.</i></p> <p><i>Література:</i> Рекомендована література:[1] — розділ 7; [2] — гл. 9, п.9.1; [3] — гл. 9, п.9.1; [4] — гл. 7 п. 7.1; [11],[12], [15], [16]-[19], [22].</p>
6	<p>Інформаційна платформа технічної діагностики фізичних моделей кіберфізичних систем</p> <p><i>Властивості і особливості функціонування складних технічних систем в умовах багатофакторних ризиків. Принцип функціонування складних технічних систем (СТС) в умовах багатофакторних ризиків. Позаштатні ситуації функціонування СТС. Поняття безпеки та живучості. Формалізація режимів функціонування СТС. Основні поняття аварій і катастроф. Гіпотеза про режим функціонування складної системи. Аксиома ситуацій ризику. Алгоритм управління безпекою функціонування СТС в позаштатних ситуаціях. Моделі нештатної ситуації. Інформаційна платформа технічної діагностики фізичних моделей кіберфізичних систем</i></p> <p><i>Рекомендована література:[1] — розділ 7; [2] — гл. 9, п.9.1; [3] — гл. 9, п.9.1; [4] — гл. 7 п. 7.1; [11], [12], [16]-[19], [22].</i></p>
7	<p>Властивості та особливості функціонування фізичних моделей кіберфізичних систем.</p> <p><i>Основи стратегії гарантованої безпеки фізичних моделей кіберфізичних систем (КФС). Головний принцип роботи кібер-фізичних систем. Зв'язок фізичних моделей з інтернет-речей (IoT). Архітектура IoT. Гарантоване функціонування кіберфізичних систем в умовах невизначеностей та багатофакторних ризиків. Приклади функціонування КФС.</i></p> <p><i>Рекомендована література:[1] — розділ 7; [2] — гл. 9, п.9.1; [3] — гл. 9, п.9.1; [4] — гл. 7 п. 7.1; [11], [12], [13], [16]-[19], [3], [4].</i></p>
8	<p>Структурно-функціональний аналіз складної багаторівневої ієрархічної системи (СБІС) в умовах багатофакторного ризику</p> <p><i>Основні властивості і особливості складних ієрархічних систем. Узагальнений алгоритм структурно-функціонального аналізу. Обмеження і допущення задач системного аналізу складної ієрархічної системи Змістовне формулювання задачі СФА. Загальна стратегія розв'язання задачі структурно-функціонального аналізу. Системна параметрична оптимізація.</i></p> <p><i>Рекомендована література: [1] — розділ 8; [2] — гл. 8, п.8.1-8.3; [3] — гл. 8, п.8.1-8.3.</i></p>

9	<p>Моделі та методи структурно-функціонального аналізу</p> <p>Системна структурна оптимізації складних об'єктів за заданими вимогами до об'єкта у цілому. Задача вибору структури об'єкта. Метод цілеспрямованого вибору раціональної ієрархічної структури. Приклади пошуку раціональної структури об'єкту на основі методу цілеспрямованого вибору раціональної ієрархічної структури.</p> <p>Рекомендована література: [1] — розділ 8; [2] — гл. 8, п.8.4-8.6; [3] — гл. 8, п.8.4-85.</p>
10	<p>Методологія передбачення як фундаментальний інструмент соціо-економічного розвитку.</p> <p>Концепція передбачення. Складні системи з людським фактором. Сценарний аналіз як методологічна основа передбачення. Етапи застосування методів якісного аналізу. Основні сфери застосування методів передбачення і прогнозування і принципові відмінності між ними. Основні принципи організації експертизи в інноваційних системах. Латентні показники при оцінюванні доцільності інноваційних систем. . Принципи організації комплексу робіт з передбачення в Україні. Інформаційна платформа сценарного аналізу. Приклади розв'язання задач з передбачення.</p> <p>Рекомендована література: [2] — гл. 11, п.11.1; [3] — гл. 11, п.11.1; [6] — гл. 1,2,4,6; [7], [8], [14], [20], [21].</p>
11	<p>Методологія сценарного аналізу. Методи якісного аналізу.</p> <p>Основні етапи сценарного аналізу. Методи якісного аналізу в задачах передбачення: SWOT, VIKOR, TOPSIS, перехресного аналізу, морфологічного аналізу, Делфі та ін.</p> <p>Рекомендована література: [2] — гл. 11, п.11.1; [3] — гл. 11, п.11.1; [6] — гл. 4,6; [7], [8], [14], [20], [21].</p>
12	<p>Методологія когнітивного моделювання.</p> <p>Етапи когнітивного моделювання. Технологія когнітивного моделювання.</p> <p>Дослідження структурної та чисельної стійкості когнітивних карт. Побудова моделі когнітивної карти.</p> <p>Рекомендована література: [5] — гл. 1,2, 3,7; [1], [2], [6], [8], [10].</p>
13	<p>Імпульсне когнітивне моделювання.</p> <p>Системний підхід до вирішення соціально-економічних проблем на основі синтезу методологій передбачення та когнітивного моделювання у вигляді двоетапної моделі. Модель імпульсного процесу.</p> <p>Симпліціальний аналіз. Приклади побудови сценаріїв імпульсного когнітивного моделювання реальних складних систем.</p> <p>Рекомендована література: [5] — гл. 1,2, 3,7; [1], [2], [6], [8], [10].</p>
14	<p>Колоквіум 1. Розкриття цільової та ситуаційної невизначеностей.</p> <p>Застосування загальної стратегії розв'язання задач системної взаємодії або системної протидії коаліцій з залученням принципу мінімізації ризиків.</p>

15	Колоквіум 2. Застосування підходу до відновлення функціональних залежностей в адитивній формі за дискретно заданими вибірками у прикладних задачах розкриття концептуальної невизначеності.
16	Колоквіум 3. Застосування інформаційного аналізу до розв'язання прикладних задач.
17	Колоквіум 4. Гарантоване функціонування СТС в умовах невизначеностей та багатофакторних ризиків. Особливості відкритої системи щодо геентропії.
18	Колоквіум 5. Методологія передбачення як фундаментальний інструмент соціо-економічного розвитку на рівні компанії, підприємства, регіону, держави у цілому.
19	Колоквіум 6. Застосування імпульсного когнітивного моделювання для побудови обґрунтованого сценарію
20	Підведення підсумків застосування міждисциплінарної методології системного аналізу.

6. Самостійна робота здобувача третього рівня вищої освіти (PhD) (81 год.)

Самостійна робота здобувача складається з виконання індивідуального завдання – виконання самостійного завдання на одну із запропонованих тем:

1. Методи і моделі гарантованого функціонування фізичних моделей кіберфізичних систем
2. Математичні моделі та алгоритми системного визначення позаштатних, критичних та надзвичайних ситуацій ризиків в процесі діагностування фізичних моделей кіберфізичних систем в реальному режимі часу
3. Системне діагностування фізичних моделей кіберфізичних систем в реальному режимі часу
4. Розроблення моделей та методів для обробки даних в мережі Інтернету Речей
5. Дослідження теоретико-методологічних та прикладних проблем забезпечення сталого розвитку держави і формування наукових засад національної безпеки
6. Прийоми та засоби методології передбачення стосовно виявлення критичних технологій та побудови альтернатив сценаріїв
7. Прийоми та засоби імпульсного когнітивного моделювання стосовно побудови сценаріїв міжрегіонального економічного і соціального обміну
8. Розробка підсистеми збору даних в мережі Інтернету Речей
9. Розробка підсистеми візуалізації інформації різної природи
10. Методи і принципи моделювання альтернатив сценаріїв майбутніх подій з урахуванням невизначеності різної природи та факторів ризику
11. Моделі і методи сценарного аналізу як інструментарію передбачення інноваційного розвитку України

12. Прийоми та засоби когнітивного моделювання стосовно побудови сценаріїв підземної агломерації
13. Розробка програмного продукту у вигляді мережної інформаційної системи прийняття рішень з проблем передбачення
14. Інформаційний аналіз системних задач з урахуванням якісних характеристик і показників інформованості ОПР в умовах неповної та нечіткої інформації.
15. Діагностична платформи функціонування фізичних моделей кіберфізичних систем з урахуванням принципу гарантованого функціонування СТС.
16. Математичне забезпечення задач передбачення при побудові альтернатив сценаріїв інноваційних процесів при слабко структурованих даних

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Здобувачі вищої освіти (PhD) не мають право пропускати лекційні та практичні заняття без поважних причин.
- На кожній лекції чи практичному занятті здобувачі повинні активно залучатися до аналізу, обговорення та розв'язування поставлених задач. За активність в обговоренні проблеми, що розглядається, признаються заохочувальні бали. За пропуски лекцій признаються штрафні бали, для ліквідації яких здобувач повинен написати реферат з тематики, що розглядалася на лекції.
- Здача та захист лабораторних робіт повинні здійснюватися в межах дедлайнів, за порушенні яких признаються штрафні бали.
- Викладач на кожній лекції повинен приділяти увагу до застосування викладених теоретичних основ прочитаних тем в різних галузях прикладної науки.
- Захист індивідуального завдання повинен виявити наскільки здобувач може не тільки системно та логічно мислити, а й аналізувати результати виконаного практично спрямованого дослідження.
- Роботи мають бути виконані з дотриманням академічної доброчесності.
- Усі роботи здобувачі мають прикріплювати в особистому кабінеті гугл-класу.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Семестровий контроль: екзамен

Семестровий рейтинг з дисципліни «Математичні методи системного аналізу» складається з елементів, поданих нижче.

1. Система оцінювання з виконання наукових досліджень та представлення наукових результатів складається з рейтингових балів (табл.1), і не перевищує $R_{\max} = 100$. В семестрі здобувач може набрати 60 балів, відповідно на колоквіумах та на екзамені – 40 балів.

Таблиця 1. Система рейтингових балів.

№	Контрольний захід	Бали
	<i>Виконання трьох самостійних робіт (15*3)</i>	45
	<i>Модульна контрольна робота «Розкриття невизначеності цілей у задачах конфлікту стратегій, ситуаційної невизначеності – практичне застосування»</i>	15

2. Самостійні роботи зараховується тільки за умови їх захисту. Для захисту самостійної роботи надається не більше трьох спроб. Залежно від того, з якої спроби була захищена робота, нараховується така кількість балів:
 - захист з першої спроби 15 балів;
 - захист з другої спроби 10 балів;
 - захист з третьої спроби (останній) – 7 балів.
3. Здобувач допускається до екзамену при виконанні таких умов:
 - поточний рейтинг за семестр складає не нижче 30 балів;
 - захищені самостійні роботи.

Відповідно сумарної кількості балів, що набрані в семестрі та на екзамені, здобувач вищої освіти (PhD) отримує оцінку згідно таблиці 2.

Таблиця 2 відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Рейтинг	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95 100	<i>A — відмінно</i>	<i>Відмінно</i>
85 94	<i>B — дуже добре</i>	<i>Добре</i>
75 84	<i>C — добре</i>	
65 74	<i>D — задовільно</i>	<i>Задовільно</i>
60 64	<i>E — достатньо</i>	
<i>менше 60 балів</i>	<i>FX — незадовільно</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>менше 30 балів</i>	<i>F – не допущено</i>	<i>Не допущено</i>

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Теоретичні питання

1. До якого класу за ступенем складності відносяться задачі структурно-функціонального аналізу (СФА)?
2. Які функціональні і конструктивно-технологічні властивості характерні для різних типів і видів систем?
3. Як виконується формалізований опис структури і функцій складної системи?
4. На яких принципах базується підхід до вирішення багатокритеріальних задач структурної та параметричної оптимізації складних технічних об'єктів?
5. Як вирішується вибір кількості ієрархічних рівнів і числа функціональних елементів на кожному рівні, формування та обґрунтування критеріїв вибору функціональних елементів?

6. У чому полягає сутність методу цілеспрямованого вибору раціональної ієрархічної структури?
7. Які дві принципово різних трактування управління отримало класичне вінеровське визначення управління?
8. Які вимоги пред'являються до процесів управління функціонуванням складної системи в умовах можливих впливів факторів ризику?
9. На якій основі базується стратегія вирішення задачі системного управління складними об'єктами?
10. Якими причинами може бути обумовлений недостатній рівень інформованості ОПР в реальних умовах проектування систем управління складними об'єктами?
11. У чому полягає сутність математичної задачі раціонального управління складною ієрархічною системою в умовах багатofакторних ризиків?
12. На підставі яких принципів і прийомів визначаються вимоги до функціональних елементів ієрархічної структури?
13. Принципи створення вектора сталого розвитку
14. З якою метою вводиться шкала якісного і кількісного оцінювання характеристик досліджуваних об'єктів відповідно до шкали Міллера?
15. Які системно взаємозалежні цілі реалізуються при здійсненні параметричної оптимізації?
16. Етапи реалізації когнітивного моделювання
17. Сформулюйте економічні та соціальні фактори використання передбачення в інноваційній діяльності
18. На яких принципах базується експертне оцінювання в задачах передбачення
19. У чому полягає принципова відмінність процесів функціонування складних технічних систем і процесів забезпечення їх безпеки?
20. Обґрунтування стійкості когнітивної моделі.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав: *д.т.н., професор, чл.-кор. НАНУ Панкратова Наталія Дмитрівна*

Ухвалено кафедрою ММСА (протокол № 11 від 08.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією ІІСА (протокол № 8 від 17.06.2022 р.)