

Математичне моделювання за емпіричними даними та обчислювальні методи в задачах математичної фізики Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>11 - Математика та статистика</i>
Спеціальність	<i>113 Прикладна математика</i>
Освітньо-наукова програма	<i>Математичне моделювання та обчислювальні методи</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 годин / 3 кредити ЕКТС (лекції – 20 год., практичні заняття – 10 год., СРС – 60 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>2 год лекційних та 1 год практичних занять на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції та практичні заняття проводить: к.т.н., Ходневич Ярослав Васильович, e-mail: ya.v.khodnevych@gmail.com</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/ODQzMTk4NjE1NjM4?cjc=d3oeso4q

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Математичне моделювання за емпіричними даними та обчислювальні методи в задачах математичної фізики" спрямована на ознайомлення студентів із сучасними науковими концепціям, поняттями, специфічними методами для вирішення завдань інтерпретації та прогнозування поведінки складних динамічних систем на основі математичного моделювання за емпіричними даними, зокрема представленими у вигляді часових рядів, застосуванням сучасних обчислювальних методів для моделювання та оптимізації нейронних мереж для використання в завданнях параметричної ідентифікації емпіричних параметрів математичних моделей в задачах математичної фізики

Мета: формування у студентів загальних та фахових компетентностей використовувати методи математичного моделювання за емпіричними даними, методи штучного інтелекту, обчислювальні методи інтерпретаційного та прогнозного моделювання для складних динамічних систем, що мають параметричну невизначеність; розробляти ситуаційно-індуктивні прогнозні моделі в задачах математичної фізики, розробляти оптимізовані нейронні мережі в завданнях ідентифікації емпіричних параметрів математичних моделей в

наукових дослідженнях з врахуванням науково-технологічного та інноваційного розвитку суспільства.

Предмет вивчення – застосування математичних моделей динамічних систем та обчислювальних методів, методів штучного інтелекту для вирішення завдань інтерпретації та прогнозування поведінки складних динамічних систем на основі моделювання за емпіричними даними в задачах математичної фізики.

Програмні результати навчання:

Загальні компетентності

ЗК02. Вміння виявляти проблему, виконувати постановку задачі та вирішувати її, зокрема, виявляти актуальні, значущі проблеми, які потребують розширення та переоцінки існуючих та/або розроблення нових підходів, створення нових моделей, методів, технологій, тощо генерувати нові ідеї.

ЗК03. Здатність до ґрунтовних досліджень, пошуку, оброблення аналізу інформації з різних джерел, використання сучасних інформаційних технологій, започаткування, планування, реалізації та коригування послідовного процесу ґрунтового наукового дослідження, демонструючи значну авторитетність, інноваційність, високий ступінь самостійності, з дотриманням належної академічної та професійної доброчесності й здатності до саморозвитку та самонавчання"

Фахові компетентності

ФК01. Здатність виконувати оригінальні наукові дослідження, визначати наукову проблему, формулювати робочі гіпотези дослідження, отримувати науковий результат, який передбачає продукування нових знань в прикладній математиці та дотичних мультидисциплінарних сферах, оприлюднювати отримані наукові результати

ФК02. Здатність до формулювання цілей та задач дослідження, його структурно-логічної схеми, розвинення окремих напрямків досліджень на основі існуючих та власних теоретичних підходів, моделей і методів, алгоритмів, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань.

ФК04 Здатність застосовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології, працювати з структурованими та неструктурованими даними, отримуваними з баз даних, електронних ресурсів мережі Інтернет, інших джерел, використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для математичного моделювання та застосування обчислювальних методів як у процесі навчання, так і на всіх етапах наукової діяльності: теоретичного обґрунтування постановки задач та вибору методу її розв'язку, вибору методики виконання дослідження, проведення чисельних експериментів, практичного застосування, аналізу та інтерпретації результатів.

ФК07 Здатність розв'язувати наукові та науково-прикладні проблеми, формулювати наукову проблему та робочу гіпотезу, будувати і розробляти логічну математичну схему розв'язку задач, обґрунтувати пропонувану методичку розв'язку задач з належною аргументацією з чітким визначенням припущень, засобів дослідження і висновків щодо досягнення цілей, створення нових цілісних знань, безперервного саморозвитку та самовдосконалення

ФК09 Здатність використовувати дані експериментів і натурних спостережень на етапах постановки задач, опрацювання проєктних гіпотез моделі і формулювання результатів досліджень.

ФК11 Здатність дотримуватись академічної та професійної доброчесності, морально-етичних правил поведінки, етики досліджень в академічному середовищі

Програмні результати навчання

- ПРН01. Мати сучасні концептуальні та методологічні знання в галузі прикладної математики, науково-дослідницької та/або професійної діяльності і на межі предметних галузей знань, достатні для виконання фундаментальних та прикладних досліджень на світовому рівні.
- ПРН07. Вміти оцінювати, класифікувати і обґрунтовувати вибір методів, алгоритмів, методик розв'язання задач дослідження, здійснювати пошук та оброблення даних, застосовувати сучасні інструменти та технології пошуку та аналізу даних, необхідних для виконання дослідження, застосовувати методи математичного моделювання, обчислювальні методи, методи математичної фізики, прикладної статистики, штучний інтелект.
- ПРН08. Формулювати гіпотези, виконувати теоретичний аналіз, експериментально підтверджувати, обґрунтовувати і застосовувати на практиці нові ідеї, інноваційні розробки, методи, технології розв'язку професійних, науково-технічних задач, в тому для національної безпеки та оборони, екологічної безпеки і збалансованого природокористування.
- ПРН09. Знати перспективні напрямки, розуміти математичні концепції, методи прикладної математики, зокрема, математичного моделювання, обчислювальні методи, вміти застосовувати їх у дослідженнях динамічних процесів та складних систем
- ПРН13 Знати та вміти застосовувати математичні моделі, обчислювальні методи, інформаційні технології та штучний інтелект для дослідження динамічних систем, аналізу та прогнозування їх стану
- ПРН16 Знати сучасні підходи математичного моделювання за емпіричними даними та статистичного оброблення даних, вміти будувати математичні моделі досліджуваних динамічних процесів та систем, розробляти відповідні обчислювальні методи та алгоритми

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

Дисципліна «Математичне моделювання за емпіричними даними та обчислювальні методи в задачах математичної фізики» вивчається у третьому (осінньому) семестрі, тому для успішного засвоєння курсу необхідні знання з дисципліни «Перспективні напрямки математичного моделювання складних систем та процесів різної природи», «Сучасні обчислювальні методи та інформаційні технології розв'язування задач дослідження динамічних систем і процесів», «Організація наукових досліджень та інноваційної діяльності», «Іноземна мова для наукового спілкування» для здобуття глибинних знань зі спеціальності. Для вивчення дисципліни «Математичне моделювання за емпіричними даними та обчислювальні методи в задачах математичної фізики» аспірант має бути знайомий з основами математичного аналізу, чисельних методів та програмування, бажано на Python, структурами даних, теорії ймовірності та математичної статистики, володіти навичками підготовки та аналізу даних, бути знайомим з методами штучного інтелекту, зокрема, нейронними мережами. Знання та вміння, здобуті під час вивчення дисципліни «Математичне моделювання за емпіричними даними та обчислювальні методи в задачах математичної фізики» необхідні для написання та захисту дисертаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Основи технічної діагностики та моніторингу навколишнього середовища в сфері національної безпеки та оборони, екологічної безпеки і збалансованого природокористування

Тема 2. Регресійний аналіз, аналіз часових рядів, інтелектуальний аналіз даних для сучасних завдань обробки великих даних

Тема 3. Некоректні задачі, методи системної та параметричної ідентифікації математичних моделей та їх розвиток із застосуванням методів штучного інтелекту

Тема 4. Інтерпретаційне та прогнозне моделювання за емпіричними даними

Тема 5. Основи ситуаційного моделювання за емпіричними даними

Тема 6. Основи індуктивного моделювання за емпіричними даними. Традиційні і нетрадиційні підходи

Тема 7. Основи комбінованого ситуаційно-індуктивного моделювання та прогнозування

Тема 8. Застосування штучних нейронних мереж в задачах математичної фізики

Тема 9. Сучасні методи оптимізації нейронних мереж в завданнях параметричної ідентифікації математичних моделей за емпіричними даними

Тема 10. Сучасні принципи ансамблевого навчання нейронних мереж

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Жученко А. І. Математичне моделювання процесів і систем [Електронний ресурс] : навч. посіб. / А. І. Жученко, Л. Р. Ладієва, М. С. Піргач, Я. Ю. Жураковський. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 351 с. — Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/16799921-0872-4776-b522-2cd34d2ac13a/content>.
2. Шевченко А. І. Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні : монографія / А. І. Шевченко, С. В. Барановський, О. В. Білокобильський, Є. В. Бодяньський, А. Я. Бомба, А. С. Довбиш, Т. В. Єрошенко, А. С. Жохін, В. В. Казимир, М. С. Клименко, С. В. Ковалевський, О. В. Козлов, Ю. П. Кондратенко ; за заг. ред. А. І. Шевченка. — Київ : ІПШІ, 2023. — 305 с.
3. Литвинов А. Л. Чисельні методи : теорія і практика : навч. посібник / А. Л. Литвинов. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. — 203 с.
4. Козлов О. В. Методи та моделі інтелектуальних обчислень : навч. посіб. / О. В. Козлов, Ю. П. Кондратенко. — Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2024. — 148 с.
5. Куссуль Н. Н. Методи комп'ютерного зору і глибоких нейронних мереж для еколого-економічного аналізу / Н. М. Куссуль, А. Ю. Шелестов, А. М. Лавренюк, Б. М. Яйлимов. — Київ : Наукова думка, 2024. — 474 с. — ISBN 978-966-00-1940-9.
6. Kussul N. Cloud Platforms and Technologies for Big Satellite Data Processing / N. Kussul, A. Shelestov, B. Yailymov // Information and Communication Technologies and Sustainable Development. ICT&SD 2022 / ed. by S. Dovgyi, O. Trofymchuk, V. Ustimenko, L. Globa. — Cham : Springer, 2023. — Vol. 809. — P. 303–321. — (Lecture Notes in Networks and Systems). — DOI: 10.1007/978-3-031-46880-3_19.
7. Корнага Я. І. Стохастичне управління технічними системами [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Я. І. Корнага, К. Ю. Мелкумян, М. О. Солдатова, О. А. Стенін, Ю. А. Тимошин. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 149 с. — Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/4537d185-f3ff-49c5-a15b-185e0fdaf4cd/content>.
8. Han J. Data Mining: Concepts and Techniques / J. Han, M. Kamber, J. Pei. — 4th ed. — Waltham : Morgan Kaufmann ; Elsevier, 2022. — 744 p.

9. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems / A. Géron. — 3rd ed. — Sebastopol : O'Reilly Media, 2022. — 856 p.
10. Stefanyshyn D. What could we have learnt from the previous flood data to predict losses caused by the 1980, 1986, and 1998 catastrophic floods in Ukrainian Transcarpathian? / D. Stefanyshyn // Environmental safety and natural resources. — 2022. — Vol. 43, № 3. — P. 81–109. — DOI: 10.32347/2411-4049.2022.3.81-109.
11. Stefanyshyn D. V. Testing a numerically-analytical method for prediction design maxima discharges of floods using plotting position formulas: the river Uzh case, the “Uzhhorod” gauging station data / D. V. Stefanyshyn // Environmental safety and natural resources. — 2023. — Vol. 46, № 2. — P. 138–162. — DOI: 10.32347/2411-4049.2023.2.138-162.
12. Stefanyshyn D. V. A Design Water Discharge Maxima Forecasting Method Based on Observation Data Using Plotting Position Formulas / D. V. Stefanyshyn // Modeling, Control and Information Technologies : proc. of Internat. scientific and practical conf. — 2023. — Vol. 6. — P. 199–202. — DOI: 10.31713/MCIT.2023.061.
13. Wüthrich R. Numerical Methods for Engineering and Data Science [Electronic resource] / R. Wüthrich, C. E. Ayoubi. — 1st ed. — Boca Raton : CRC Press, 2025. — 412 p.
14. D’Aniello G. Fuzzy logic for situation awareness: a systematic review / G. D’Aniello // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. — 2023. — Vol. 14. — P. 4419–4438. — DOI: 10.1007/s12652-023-04560-6.
15. Soft computing approach for mathematical modeling of engineering problems / ed. by A. Ahmadian, S. Salahshour. — London ; N. Y. : CRC Press, 2022. — 203 p.
16. Soft Computing: Recent Advances and Applications in Engineering and Mathematical Sciences / ed. by P. Debnath, O. Castillo, P. Kumam. — London ; N. Y. : CRC Press, 2023. — 233 p.
17. McDermott T. A. Artificial Intelligence and Future of Systems Engineering / T. A. McDermott, M. R. Blackburn, P. A. Beling // Systems Engineering and Artificial Intelligence / ed. by W. F. Lawless, R. Mittu, D. A. Sofge, T. Shortell, T. A. McDermott. — Springer, Cham, 2021. — P. 47–59. — DOI: 10.1007/978-3-030-77283-3_3.
18. Llinas J. Systems Engineering for Artificial Intelligence-based Systems: A Review in Time / J. Llinas, H. Fouad, R. Mittu // Systems Engineering and Artificial Intelligence / ed. by W. F. Lawless, R. Mittu, D. A. Sofge, T. Shortell, T. A. McDermott. — Springer, Cham, 2021. — P. 93–113. — DOI: 10.1007/978-3-030-77283-3_6.
19. Ahmed Fawzy Gad. Introduction to Deep Learning and Neural Networks with Python. A Practical Guide / Ahmed Fawzy Gad, Fatima Ezzahra Jarmouni. — [S. l.] : Elsevier Inc., 2021. — 285 p.
20. Mohammed A. A comprehensive review on ensemble deep learning: Opportunities and challenges / A. Mohammed, R. Kora // Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. — 2023. — Vol. 35. — P. 757–774. — DOI: 10.1016/j.jksuci.2023.01.014.
Kunapuli G. Ensemble Methods for Machine Learning / G. Kunapuli. — [S. l.] : Manning, 2023. — 352 p.

Додаткова література

21. Шарадкін Д. М. Інструментальні засоби Python для моделювання та системного аналізу часових рядів при вирішенні задач кіберзахисту інформаційно-комунікаційних систем : навч. пос. / Д. М. Шарадкін, І. Ю. Субач, А. В. Микитюк. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. — 139 с.
22. Fotios Petropoulos. Forecasting: theory and practice / Fotios Petropoulos, Gilbert Apiletti, Vassilios Assimakopoulos [et al.]. // International Journal of Forecasting. — 2022. — Vol. 38. — P. 705–871. — DOI: 10.1016/j.ijforecast.2021.11.001.
23. Carlos M. Characteristics of Soft Computing and its Applications / M. Carlos // Int. J. of Swarm Intelligent and Evolutionary Comp. — 2022. — Vol. 11. — Art. 275. — DOI: 10.35248/2090-4908.22.11.275.
24. Dorfer T. A. Bagging vs. Boosting: The Power of Ensemble Methods in Machine Learning [Electronic resource] / T. A. Dorfer. — 2023. — Режим доступу:

<https://pub.towardsai.net/bagging-vs-boosting-the-power-of-ensemble-methods-in-machine-learning-6404e33524e6>.

25. Li S. Improved river water-stage forecasts by ensemble learning / S. Li, J. Yang // Engineering with Computers. — 2023. — Vol. 39. — P. 3293–3311. — DOI: 10.1007/s00366-022-01751-1.
26. Gichamo T. Ensemble of artificial intelligence and physically based models for rainfall–runoff modeling in the upper Blue Nile Basin / T. Gichamo, V. Nourani, H. Gökçekuş, G. Gelete // Hydrology Research. — 2024. — Vol. 55 (10). — P. 976–1000. — DOI: 10.2166/nh.2024.189.
27. Khodnevych Y. V. Data arrangements to train an artificial neural network within solving the tasks for calculating the Chezy roughness coefficient under uncertainty of parameters determining the hydraulic resistance to flow in river channels / Y. V. Khodnevych, D. V. Stefanyshyn // Екологічна безпека та природокористування. — 2022. — Т. 42, № 2. — С. 59–85. — DOI: 10.32347/2411-4049.2022.2.59-85.
28. Khodnevych Y. The Chezy Roughness Coefficient Computing Using an Artificial Neural Network to Support the Mathematical Modelling of River Flows / Y. Khodnevych, D. Stefanyshyn, V. Korbutiak // Information and Communication Technologies and Sustainable Development. ICT&SD 2022 (Lecture Notes in Networks and Systems) / ed. by S. Dovgyi, O. Trofymchuk, V. Ustimenko, L. Globa. — Cham : Springer, 2023. — Vol. 809. — P. 444–458. — DOI: 10.1007/978-3-031-46880-3_26.
29. Stefanyshyn D. Mathematical modelling tasks for hydraulic resistance coefficient estimation using neural networks / Dmytro Stefanyshyn, Yaroslav Khodnevych, Oleksandr Trofymchuk, Vasyl Korbutiak, Daniel Benatov // Екологія. Людина. Суспільство : матеріали XXV Міжнар. наук.-практ. конф. пам'яті д-ра Дмитра Стефанишина (Київ, 12 черв. 2025 р.) / уклад. Д. Е. Бенатов. — К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. — С. 293–299. — DOI: 10.20535/EHS2710-3315.2025.332358.
30. Ходневич Я. До питання агрегування прогнозів ансамблю нейронних мереж для обчислення коефіцієнта гідравлічного опору / Я. Ходневич, О. Трофимчук, В. Корбутяк // Моделювання, керування та інформаційні технології : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. (Рівне, 06–08 листоп. 2025 р.). — Рівне : НУВГП, 2025. — С. 337–339. — DOI: 10.31713/MCIT.2025.105.

Інформаційні ресурси

1. Про охорону прав на винаходи і корисні моделі: Закон України від 31.12.2023 року № z0666-19. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3687-12#Text>
2. DigitalEducationActionPlan (2021-2027) / EuropeanCommission. 2021. — Режим доступу: https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/digital-education-action-plan_en
3. Концепція цифрової трансформації освіти і науки: МОН України. 2021. — Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/news/koncepciya-cifrovoyi-transformaciyi-osviti-i-nauki-mon-zaproschuye-dogromadskogo-obgovorennya>
4. Міністерство освіти та науки України: веб-сторінка. — Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua>
5. Структура наукової статті (IMRAD, Introduction - Materials and Methods or Theory - Results - Discussion). — Режим доступу: <https://aspirantura.com.ua/uk/blog/imrad-struktura-naukovoyi-statti/>
6. Дистанційні та онлайн курси на Coursera. — Режим доступу: <https://www.coursera.org/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

№ п/п	Змістові модулі / теми	Кількість годин, відведених на:			Термін виконання
		лекції	пр. заняття	сам. робота.	
1	2	3	4	5	6
T1	<p>Основи технічної діагностики та моніторингу навколишнього середовища в сфері національної безпеки та оборони, екологічної безпеки і збалансованого природокористування (Тема 1) <i>Автоматизація в системах моніторингу та технічної діагностики стану об'єктів критичної інфраструктури. Досвід впровадження, виклики та перспективи.</i> <i>Проблеми ситуаційної обізнаності при використанні автоматизованих систем моніторингу стану об'єктів критичної інфраструктури.</i> <i>Моніторинг впливів від вибухів, пов'язаних з військовими діями, на греблях і дамбах.</i></p>	2	1	3	1-й тиждень
T2	<p>Регресійний аналіз, аналіз часових рядів, інтелектуальний аналіз даних для сучасних завдань обробки великих даних (Тема 2) <i>Сучасні проблеми дослідження Великих даних. Характеристики великих даних.</i> <i>Основні поняття теорії регресійного аналізу та аналізу часових рядів. Особливості побудови регресійних моделей за даними інструментальних спостережень. Дослідження нестационарності в часових рядах даних.</i> <i>Сучасні методи наближених обчислень в системах інтелектуального аналізу великих даних. Глибоке навчання, машинне навчання, штучний інтелект. Використання методів теорії штучних нейронних мереж при інтелектуальному аналізі даних.</i></p>	2	1	3	2-й тиждень
T3	<p>Некоректні задачі, методи системної та параметричної ідентифікації математичних моделей та їх розвиток із застосуванням методів штучного інтелекту (Тема 3) <i>Некоректні задачі та особливості їх розв'язання.</i> <i>Параметрична ідентифікація математичних моделей «мілкої води» при розрахунках неусталеного руху води в річкових руслах.</i> <i>Системна і параметрична ідентифікація розрахункових схем фільтрації через тіло й основу земляних гребель. Використання штучних нейронних мереж при розв'язанні обернених задач</i></p>	2	1	3	3-й тиждень

	<i>за даними спостережень.</i>				
T4	Інтерпретаційне та прогнозне моделювання за емпіричними даними (Тема 4) <i>Поняття інтерпретаційного та прогнозного моделювання. Інтерполяція та екстраполяція в рядах динаміки. Методи попередньої обробки даних. Проблеми врахування стохастичної невизначеності даних та епістемічної невизначеності моделей. Перевірка гіпотез та оцінка прогностичної ефективності моделей.</i>	2	1	3	4-й тиждень
T5	Основи ситуаційного моделювання за емпіричними даними (Тема 5) <i>Джерела даних для ситуаційного моделювання. Декомпозиція рядів даних спостережень. Основні принципи побудови ситуаційних математичних моделей на основі кластеризації даних та регресійного аналізу. Кластери і ситуації в рядах динаміки. Часова кластеризація даних та її критерії Побудова ситуаційних моделей та оцінка їх адекватності в сценарному моделюванні.</i>	2	1	3	5-й тиждень
T6	Основи індуктивного моделювання за емпіричними даними. Традиційні і нетрадиційні підходи (Тема 6) <i>Джерела даних для індуктивного моделювання. Проблеми селекції моделей за емпіричними даними. Основні принципи моделювання та прогнозування в задачах математичної фізики із використання індуктивних моделей за даними спостережень. Метод групового урахування аргументів. Ситуаційне моделювання як база для створення індуктивних моделей. Тестування адекватності індуктивних моделей з використанням ретроспективних даних. Метрики якості моделей. Коефіцієнт ефективності моделей Неша-Саткліфа.</i>	2	1	3	6-й тиждень
T7	Основи комбінованого ситуаційно-індуктивного моделювання та прогнозування (Тема 7) <i>Розвиток нових підходів до моделювання і прогнозування за даними спостережень. Перспективи комбінованого ситуаційно-індуктивного моделювання в завданнях прогнозування за даними спостережень.</i>	2	1	3	7-й тиждень
T8	Застосування штучних нейронних мереж в задачах математичної фізики (Тема 8) <i>Завдання параметричної ідентифікації математичних моделей за даними моніторингу для підтримки ситуаційної обізнаності в системах підтримки прийняття рішень у сфері національної безпеки та оборони, екологічної безпеки і збалансованого природокористування. Особливості дослідження предметної області</i>	2	1	3	8-й тиждень

	<p>задач математичної фізики для побудови моделі даних для обчислювальної моделі нейронної мережі. Аналіз даних з метою встановлення визначальних факторів, аналіз емпіричних методів, формул та залежностей.</p> <p>Порядок розробки штучних нейронних мереж для завдання ідентифікації емпіричних параметрів математичних моделей. Побудова базової моделі нейронної мережі, вибір компонентів мережі та її структури. Вибір активаційних функцій штучних нейронів. Формування навчальних і тестових наборів даних, основні правила та принципи. Реалізація навчання нейронної мережі «з вчителем». Реалізація обчислення прогнозів на основі навченої нейронної мережі. Верифікація обчислювальної моделі нейронної мережі (оцінка якості). Методи Python для розробки штучних нейронних мереж.</p>				
T9	<p>Сучасні методи оптимізації нейронних мереж в завданнях параметричної ідентифікації математичних моделей за емпіричними даними (Тема 9)</p> <p>Підходи для оптимізації нейронних мереж з метою покращення точності прогнозування. Попередня обробка та формування вхідних даних з вилученням аномалій. Дослідження ефективності різноманітних функцій активації. Сигмоїда. Гіперболічний тангенс. ReLU (Rectified Linear Unit). Leaky ReLU. Softmax. Swish. Методи регуляризації нейронних мереж. L1 та L2 регуляризація. Випадкове вимкнення нейронів моделі (Dropout). Рання зупинка навчання моделі (Early Stopping). Аугментація даних. Регуляризація за допомогою шуму. Дослідження ефективності різноманітних архітектур нейронної мережі. Дослідження ефективності ансамблів нейронних мереж. Гібридні методи.</p>	2	1	3	9-й тиждень
T10	<p>Сучасні принципи ансамблевого навчання нейронних мереж (Тема 10)</p> <p>Основні методи ансамблевого навчання нейронних мереж. Стекинг. Boosting. Bagging. Структура ансамблю моделей. Однорідний та гетерогенний ансамблі. Особливості формування навчальних прикладів з вибірки емпіричних даних у системі ансамблю. Стратегія незалежних наборів даних і стратегія залежних наборів даних. Навчання учасників ансамблю. Послідовна та паралельна ансамблеві техніки. Методи агрегування прогнозів системи ансамблю нейронних мереж. Оцінка якості прогнозного моделювання. Ансамблеве моделювання нейронних мереж для ідентифікації емпіричних</p>	2	1	3	10-й тиждень

	<i>параметрів на прикладі задачі про обчислення коефіцієнта гідравлічного опору.</i>				
МКР	<i>Модульна контрольна робота – на останньому практичному занятті</i>				
	Всього модуль	20	10	60	

Лекції

№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість годин
T1.	<i>Автоматизація в системах моніторингу та технічної діагностики стану об'єктів критичної інфраструктури. Досвід впровадження, виклики та перспективи. Проблеми ситуаційної обізнаності при використанні автоматизованих систем моніторингу стану об'єктів критичної інфраструктури. Моніторинг впливів від вибухів, пов'язаних з військовими діями, на греблях і дамбах.</i>	2
T2.	<i>Сучасні проблеми дослідження Великих даних. Характеристики великих даних Основні поняття теорії регресійного аналізу та аналізу часових рядів. Особливості побудови регресійних моделей за даними інструментальних спостережень. Дослідження нестационарності в часових рядах даних. Сучасні методи наближених обчислень в системах інтелектуального аналізу великих даних. Глибоке навчання, машинне навчання, штучний інтелект. Використання методів теорії штучних нейронних мереж при інтелектуальному аналізі даних.</i>	2
T3.	<i>Некоректні задачі та особливості їх розв'язання. Параметрична ідентифікація математичних моделей «мілкої води» при розрахунках неусталеного руху води в річкових руслах. Системна і параметрична ідентифікація розрахункових схем фільтрації через тіло й основу земляних гребель. Використання штучних нейронних мереж при розв'язанні обернених задач за даними спостережень.</i>	2
T4.	<i>Поняття інтерпретаційного та прогнозного моделювання Інтерполяція та екстраполяція в рядах динаміки. Методи попередньої обробки даних. Проблеми врахування стохастичної невизначеності даних та епістемічної невизначеності моделей. Перевірка гіпотез та оцінка прогностичної ефективності моделей</i>	2
T5.	<i>Джерела даних для ситуаційного моделювання. Декомпозиція рядів даних спостережень. Основні принципи побудови ситуаційних математичних моделей на основі кластеризації даних та регресійного аналізу. Кластери і ситуації в рядах динаміки. Часова кластеризація даних та її критерії Побудова ситуаційних моделей та оцінка їх адекватності в сценарному моделюванні.</i>	2
T6	<i>Джерела даних для індуктивного моделювання. Проблеми селекції моделей за емпіричними даними. Основні принципи моделювання та прогнозування в задачах математичної фізики із використанням індуктивних моделей за даними спостережень. Метод групового урахування аргументів. Ситуаційне моделювання як база для створення індуктивних моделей. Тестування адекватності індуктивних моделей з використанням</i>	2

	<i>ретроспективних даних. Метрики якості моделей. Коефіцієнт ефективності моделей Неша-Саткліфа.</i>	
T7	<i>Розвиток нових підходів до моделювання і прогнозування за даними спостережень. Перспективи комбінованого ситуаційно-індуктивного моделювання в завданнях прогнозування за даними спостережень.</i>	2
T8	<i>Завдання параметричної ідентифікації математичних моделей за даними моніторингу для підтримки ситуаційної обізнаності в системах підтримки прийняття рішень у сфері національної безпеки та оборони, екологічної безпеки і збалансованого природокористування. Особливості дослідження предметної області задач математичної фізики для побудови моделі даних для обчислювальної моделі нейронної мережі в задачах апроксимації неперервних функцій. Порядок розробки штучних нейронних мереж для завдання ідентифікації емпіричних параметрів математичних моделей. Побудова базової моделі нейронної мережі, вибір компонентів мережі та її структури. Вибір активаційних функцій штучних нейронів для відповідного типу прикладної задачі. Формування навчальних і тестових наборів даних, основні правила та принципи. Реалізація навчання нейронної мережі «з вчителем». Реалізація обчислення прогнозів на основі навченої нейронної мережі. Верифікація обчислювальної моделі нейронної мережі (оцінка якості). Методи Python для розробки штучних нейронних мереж.</i>	2
T9	<i>Підходи для оптимізації нейронних мереж з метою покращення точності прогнозування. Попередня обробка та формування вхідних даних з вилученням аномалій. Дослідження ефективності різноманітних функцій активації. Сигмоїда. Гіперболічний тангенс. ReLU (Rectified Linear Unit). Leaky ReLU. Softmax. Swish. Методи регуляризації нейронних мереж. L1 та L2 регуляризація. Випадкове вимкнення нейронів моделі (Dropout). Рання зупинка навчання моделі (Early Stopping). Аугментація даних. Регуляризація за допомогою шуму. Дослідження ефективності різноманітних архітектур нейронної мережі. Дослідження ефективності ансамблів нейронних мереж. Гібридні методи.</i>	2
10	<i>Основні методи ансамблевого навчання нейронних мереж. Стекинг. Boosting. Bagging. Структура ансамблю моделей. Однорідний та гетерогенний ансамблі. Особливості формування навчальних прикладів з вибірки емпіричних даних у системі ансамблю. Стратегія незалежних наборів даних і стратегія залежних наборів даних. Навчання учасників ансамблю. Послідовна та паралельна ансамблеві техніки. Методи агрегування прогнозів системи ансамблю нейронних мереж. Оцінка якості прогнозного моделювання. Ансамблеве моделювання нейронних мереж для ідентифікації емпіричних параметрів на прикладі задачі про обчислення коефіцієнта гідравлічного опору.</i>	2
	Всього	20

Практичні заняття

№	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань	Кількість годин
T1, T2.	Проблеми ситуаційної обізнаності при використанні автоматизованих систем моніторингу стану об'єктів критичної інфраструктури. Моніторинг впливів від вибухів, пов'язаних з військовими діями, на греблях і дамбах з ґрунтових матеріалів. Сучасні проблеми дослідження великих даних. Основні поняття теорії регресійного аналізу та аналізу часових рядів. Застосування штучних нейронних мереж при моделюванні вібрацій в ґрунтових	2

	породах, викликаних вибухами.	
T3, T4.	Некоректні задачі та особливості їх розв'язання. Параметрична ідентифікація математичних моделей в задачах математичної фізики. Використання штучних нейронних мереж при розв'язанні обернених задач за даними спостережень. Поняття інтерпретаційного та прогнозного моделювання за емпіричними даними. Перевірка гіпотез та оцінка прогностичної ефективності моделей.	2
T5, T6.	Основні принципи ситуаційного математичного моделювання. Побудова ситуаційних моделей та оцінка їх адекватності. Основні принципи моделювання та прогнозування в задачах математичної фізики із використанням індуктивних моделей за даними спостережень. Ситуаційне моделювання як база для створення індуктивних моделей. Оцінка адекватності індуктивних моделей.	2
T7, T8.	Перспективи комбінованого ситуаційно-індуктивного моделювання в завданнях прогнозування за даними спостережень. Розробка штучних нейронних мереж для завдання ідентифікації емпіричних параметрів математичних моделей. Основні правила та принципи формування навчальних прикладів. Реалізація навчання нейронної мережі та обчислення прогнозів. Оцінка якості прогнозів нейронної мережі. Методи Python для розробки штучних нейронних мереж.	2
T9, T10.	Підходи для оптимізації нейронних мереж з метою покращення точності прогнозування. Основні методи ансамблевого навчання нейронних мереж. Метод Bagging. Структура ансамблю моделей. Навчання учасників ансамблю. Агрегування прогнозів системи ансамблю нейронних мереж. Оцінка ефективності ансамблевої нейронної мережі. <i>Модульна контрольна робота</i>	2
	Всього	10

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1.	Вивчення теоретичного матеріалу. Підготовка до аудиторних занять	20
2.	Написання реферату за темою індивідуального дослідження	10
3.	Формування наборів даних для аналізу в рамках предметної області дисертаційного дослідження	5
4.	Розробка базової нейронної мережі для параметричної ідентифікації математичних моделей за емпіричними даними в рамках предметної області дисертаційного дослідження. Оцінка якості базової моделі нейронної мережі.	5
5.	Дослідження можливості оптимізації запропонованої нейронної мережі для завдань дисертації. Оцінка якості вдосконаленої моделі.	10
6	Формування звіту за результатами дослідження, підготовка презентації виступу	10
	Всього	60

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги, яких має дотримуватися студент в рамках даної дисципліни:

- правила відвідування занять: відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання та проводяться контрольні заходи (тести) з поточної оцінки самостійної роботи студентів з засвоєння поточного матеріалу. Останні є складовою частиною поточного рейтингу і проводяться тільки у день проведення відповідних лекцій та практичних занять. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання студентами практичних та контрольних робіт, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички;
- правила поведінки на заняттях: студент повинен брати участь у розв'язку задач, готувати короткі доповіді;
- захист практичних робіт – захист відбувається у визначені терміні під час аудиторних занять;
- політика щодо академічної доброчесності – політика та принципи академічної доброчесності визначені у Етичному кодексі вченого Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України.

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

Семестровий контроль - залік. Рейтингова система оцінювання результатів навчання передбачає оцінювання заходів поточного контролю з дисципліни впродовж семестру. Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі. Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

Для посилення зацікавленості здобувачів у якісному виконанні індивідуальних семестрових завдань, передбачених індивідуальним навчальним планом здобувача, рейтингову оцінку, у разі виконання залікової контрольної роботи, можна визначати як суму балів за залікову контрольну роботу та балів за індивідуальне семестрове завдання. У цьому випадку розмір шкали оцінювання залікової контрольної роботи зменшується на максимальне значення балів, передбачених за виконання відповідного індивідуального семестрового завдання.

Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, то здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом.

До відомості семестрового контролю викладач заносить рейтингові бали, отримані здобувачем у семестрі або за результатами виконання залікової контрольної роботи, та оцінку відповідно до цих балів.

Критерії нарахування балів:

1. Практичні заняття оцінюються виходячи з максимальної кількості балів - 20 бали кожне:
 - «відмінно» –95 відсотків максимального балу;

- «добре» –75-95;
- «задовільно» –60-75;
- «достатньо» – 50 відсотків – робота виконана, але не захищена.

Умови допуску до підсумкового контролю: зарахування усіх практичних робіт. Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання практичних робіт;
- виконання самостійної роботи.

За період вивчення дисципліни студент може набрати 100 балів. Розподіл балів за виконання практичної та самостійної роботи:

Бали за виконання	Номер практичної роботи					Разом
	1	2	3	4	5	
Практичної роботи	10	10	10	10	10	100
Самостійної роботи	10	10	10	10	10	

2. Залікова контрольна робота оцінюється за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації);
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки);
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Залікова контрольна робота передбачається у вигляді тесту, у який включено 50 питань з переліку, що представлено у складі навчального контенту.

Оцінювання контрольної роботи:

Кількість правильних відповідей	Відсоток правильних відповідей	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS
48-50	95-100	Відмінно	A
41-47	82-94	Дуже добре	B
37-40	75-81	Добре	C
34-36	69-74	Задовільно	D
30-33	60-68	Достатньо	E
5-29	10-13	Не задовільно	FX

Відповідність рейтингових балів оцінкам за шкалою Інституту та шкалою ECTS

Рейтингова оцінка	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A
82-89	Дуже добре	B
75-81	Добре	C
69-74	Задовільно	D
60-68	Достатньо	E
45-59	Не задовільно	FX
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено	

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль представлено у додатку до силябусу.*
- *Проходження додаткових курсів (дистанційних чи онлайн курсів Coursera) за тематикою навчальної дисципліни та наявність сертифікатів за їх результатом дає можливість зарахувати додатково до 10 балів до загального рейтингу студента, якщо студент набрав не менше 75 балів за період вивчення курсу та отримав відповідний сертифікат.*

Ухвалено:

**Вченою радою Інституту телекомунікацій
і глобального інформаційного простору
НАН України Протокол №11 від 28.08.2025**

Введено в дію:

Наказом директора

Наказ від 29.08.2025 №47-с

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

з дисципліни:

«Математичне моделювання за емпіричними даними та обчислювальні методи в задачах математичної фізики»

1. Яка роль автоматизованих систем моніторингу у забезпеченні національної безпеки України в контексті захисту об'єктів критичної інфраструктури?
2. Які основні компоненти архітектури сучасної системи технічної діагностики?
3. Які основні виклики існують при впровадженні автоматизованих систем моніторингу на застарілих об'єктах критичної інфраструктури?
4. Сформулюйте поняття «ситуаційної обізнаності» (Situational Awareness).
5. Чому надлишок даних від автоматизованих систем моніторингу може стати перешкодою для прийняття швидких рішень диспетчером?
6. Які перспективи розвитку систем технічної діагностики об'єктів критичної інфраструктури?
7. Які проблеми виникають із забезпеченням ситуаційної обізнаності в системах моніторингу?
8. Які специфічні типи датчиків використовуються для моніторингу впливу вибухових хвиль на тіло гідротехнічних споруд, зокрема моніторингу стану на земляних греблях і дамбах?
9. Яким чином інтегруються методи штучного інтелекту в системи моніторингу для раннього виявлення дефектів (предиктивна діагностика) у конструкціях гребель?
10. Які загрози існують для цілісності даних діагностики автоматизованих систем моніторингу в умовах гібридної війни?
11. Як військові дії впливають на стратегію моніторингу навколишнього середовища та які показники екологічної безпеки стають пріоритетними, зокрема при руйнуванні дамб?
12. У чому полягає складність дистанційного моніторингу стану об'єктів, що знаходяться в зоні бойових дій або на тимчасово окупованих територіях?
13. Які перспективи використання супутникового моніторингу та безпілотних літальних апаратів для технічної діагностики та моніторингу стану важкодоступних ділянок об'єктів критичної інфраструктури?
14. Які основні методи наближених обчислень застосовуються для аналізу великих даних?
15. Для вирішення яких завдань застосовуються методи теорії штучних нейронних мереж при інтелектуальному аналізі даних?
16. Суть машинного навчання для вирішення завдань інтелектуального аналізу даних?
17. Які основні завдання регресійного аналізу?
18. Які виділяють основні види регресійного аналізу?
19. Як будуються регресійні моделі за даними інструментальних спостережень?
20. Що таке нестационарність часових рядів і як її виявляти?
21. Які методи аналізу часових рядів найчастіше використовуються в практиці прогнозування?
22. Як оцінюється якість моделей у прогнозуванні часових рядів?
23. Як штучні нейронні мережі використовуються для аналізу великих даних?
24. Які основні характеристики великих даних?
25. Які існують проблеми дослідження великих даних і шляхи їх вирішення?
26. Що таке параметрична ідентифікація математичних моделей?
27. Що таке некоректна задача у математичному моделюванні?
28. Які основні метрики якості моделей?
29. Які існують методи параметричної ідентифікації математичних моделей «мілкої води» при розрахунках неусталеного руху води в річкових руслах?
30. Як здійснюється системна і параметрична ідентифікація математичних моделей явищ, процесів та систем?

31. Яким чином використовуються нейронні мережі для розв'язання обернених задач?
32. Які існують методи стабілізації розв'язків некоректних задач?
33. Чим відрізняється інтерполяція від екстраполяції?
34. Які методи попередньої обробки даних є найпоширенішими?
35. Як стохастична невизначеність впливає на моделювання?
36. Що таке епістемічна невизначеність в теорії математичного моделювання?
37. Як виконується перевірка гіпотез у прогнозному моделюванні?
38. Які існують критерії оцінки прогностичної ефективності моделей?
39. Які джерела даних для ситуаційного моделювання?
40. Що таке декомпозиція рядів спостережень контрольних параметрів динамічної системи?
41. Які основні критерії для виконання кластеризації даних динамічної системи?
42. Який зв'язок між кластерами і ситуаціями в рядах динаміки в рамках ситуаційно-індуктивного моделювання?
43. Які існують групи методів кластерного аналізу даних?
44. Яка суть методу розділення в теорії кластерного аналізу даних на прикладі методу k-середніх?
45. Що таке часова кластеризація даних та її критерії?
46. В чому полягає структурна ідентифікація математичних моделей на основі сформованих кластерів даних?
47. Як визначаються ситуації у сценарному моделюванні?
48. Які сценарні підходи використовуються при прогнозуванні?
49. Що таке селекція моделей за емпіричними даними?
50. Як здійснюється побудова ситуаційних моделей в рамках ситуаційно-індуктивного моделювання?
51. Як здійснюється оцінка адекватності ситуаційних моделей?
52. Які джерела даних для індуктивного моделювання?
53. Як відбувається індуктивне моделювання за даними спостережень?
54. Яка суть методу групового урахування аргументів (МГУА)?
55. Як ситуаційне моделювання використовується для створення індуктивних моделей?
56. Як здійснюється побудова індуктивних математичних моделей на основі фільтрації даних?
57. Які критерії фільтрації даних застосовують при побудові індуктивних математичних моделей?
58. Як здійснюється тестування адекватності індуктивних моделей?
59. У чому особливості традиційних та нетрадиційних підходів в індуктивному моделюванні?
60. Які нові підходи до моделювання за даними спостережень розробляються сьогодні?
61. Яка суть методу комбінованого ситуаційно-індуктивного моделювання?
62. Як здійснюється побудова прогнозу ситуаційної математичної моделі на основі даних індуктивного моделювання?
63. В чому полягає суть адаптивності системи ситуаційних та індуктивних моделей в рамках комбінованого ситуаційно-індуктивного моделювання і прогнозування?
64. Як здійснюється верифікація прогнозних моделей в рамках комбінованого ситуаційно-індуктивного моделювання?
65. Які існують приклади застосування комбінованого моделювання у практиці для покращення точності прогнозування?
66. Яке значення має параметрична ідентифікація математичних моделей для забезпечення ситуаційної обізнаності в системах прийняття рішень у сфері національної безпеки?
67. У чому полягає специфіка вибору незалежних змінних при побудові моделі нейронної мережі для апроксимації неперервних функцій у задачах математичної фізики?
68. Яким чином проводиться аналіз визначальних факторів предметної області перед формуванням архітектури нейронної мережі?
69. Чому важливо враховувати існуючі емпіричні формули при аналізі визначальних факторів предметної області перед формуванням архітектури нейронної мережі?

70. Як трансформуються фізичні параметри у вхідні вектори для обчислювальної моделі нейронної мережі при формуванні емпіричної моделі даних?
71. Які основні етапи побудови базової моделі нейронної мережі для завдання ідентифікації емпіричних параметрів можна виділити?
72. Який принцип роботи повно-зв'язної нейронної мережі прямого поширення?
73. За якими принципами здійснюється розподіл даних для нейронної мережі на навчальний (training) та валідаційний (validation) набори?
74. Як масштабування (нормування) вхідних даних впливає на роботу нейронної мережі?
75. Які найбільш відомі методи нормування вхідних даних нейронної мережі для задач математичної фізики?
76. Яким чином обираються активаційні функції штучних нейронів для задач апроксимації неперервних функцій?
77. У чому полягає сутність навчання «з вчителем» (supervised learning) у контексті налаштування нейронної мережі на основі історичних даних моніторингу?
78. Який принцип роботи методу зворотного поширення похибки для навчання нейромережі?
79. Як здійснюється верифікація обчислювальної моделі нейронної мережі?
80. Які метрики є найбільш показовими для оцінки якості ідентифікації фізичних параметрів на основі нейронної мережі?
81. Які підходи застосовують для оптимізації нейронних мереж з метою покращення точності прогнозування?
82. Чому етап вилучення аномалій та попередня обробка даних є критично важливими при підготовці вибірки для навчання нейронних моделей для задач математичної фізики?
83. Які функції активації допомагають вирішити проблему «загасання градієнта»?
84. У яких вузлах архітектури нейронної мережі зазвичай застосовується функція активації Softmax та для яких типів задач?
85. У чому полягає сутність методу Dropout в теорії штучних нейронних мереж?
86. Як метод Early Stopping (рання зупинка) дозволяє оптимізувати обчислювальні витрати та забезпечити кращу здатність моделі нейромережі до узагальнення на нових даних?
87. Як аугментація даних (наприклад, додавання шуму або синтетичне розширення вибірки) допомагає при навчанні нейромереж у випадках обмеженої кількості реальних натурних вимірювань?
88. Сформулюйте поняття «ансамблеве навчання».
89. Які методи ансамблевого навчання нейронних мереж є найпоширенішими?
90. Яка суть методу Bagging (Bootstrap Aggregating) в теорії ансамблевого навчання?
91. Як будується однорідний ансамбль нейронних мереж?
92. Як будується гетерогенний ансамбль нейронних мереж?
93. У чому суть стратегій незалежних та залежних наборів даних у ансамблевому навчанні нейронних мереж?
94. Як проводиться навчання учасників ансамблю нейронних мереж згідно послідовної техніки?
95. Як проводиться навчання учасників ансамблю нейронних мереж згідно паралельної техніки?
96. Які існують методи агрегування прогнозів ансамблю нейронних мереж?
97. Яке ключове значення мають методи агрегування прогнозів в теорії ансамблевого навчання?
98. В чому полягають переваги ансамблевого моделювання нейронних мереж для задач прогнозування та ідентифікації?
99. Яким чином навчена нейронна мережа інтегрується у загальний алгоритм математичного моделювання для оперативного обчислення прогнозів у реальному часі?
100. Які бібліотеки методів Python застосовуються для розробки нейронних мереж та їх ансамблів для задач математичної фізики?