

Математичне та програмне забезпечення розв'язання задач 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, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 годин / 3 кредити ЕКТС (лекції – 20год., 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/ODQzMTk5MDI2MDI2?cjc=of3ic6qh

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Математичне та програмне забезпечення розв'язання задач математичної фізики" спрямована на ознайомлення студентів із сучасними науковими концепціям, поняттями, специфічними методами математичного забезпечення та програмного забезпечення, застосуванням сучасних обчислювальних методів розв'язання задач математичної фізики, застосуванням 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 математичної фізики, методи математичного моделювання за емпіричними даними, методи штучного інтелекту, обчислювальні методи та прикладне програмне забезпечення для розв'язання задач 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 складних систем та методів математичної фізики, методів штучного інтелекту, обчислювальних методів та прикладного програмного забезпечення для вирішення завдань інтерпретації та прогнозування поведінки складних динамічних систем 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 пропоновану 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 проектних 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*
- ПРН10 Знати сучасні тенденції розвитку, методи математичної фізики, вміти застосовувати ці знання для розв'язання широкого кола теоретичних та прикладних задач математичної фізики*
- ПРН13 Знати та вміти застосовувати математичні моделі, обчислювальні методи, інформаційні технології та штучний інтелект для дослідження динамічних систем, аналізу та прогнозування їх стану*

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

Дисципліна «Математичне та програмне забезпечення розв'язання задач математичної фізики» вивчається у весняному (четвертому) 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 та програмне забезпечення розв'язання задач математичної фізики» аспірант має бути знайомий з основами математичного аналізу, методів математичної фізики, диференціальних рівнянь, чисельних методів та програмування, бажано на Python, структурами даних, володіти навичками підготовки та аналізу даних, бути знайомим з методами штучного інтелекту, зокрема, нейронними мережами. Знання та вміння, здобуті під час вивчення дисципліни «Математичне та програмне забезпечення розв'язання задач математичної фізики» необхідні для написання та захисту дисертаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Сучасне математичне забезпечення розв'язання задач математичної фізики

Тема 2. Сучасне програмне забезпечення розв'язання задач математичної фізики

Тема 3. Сучасні тенденції створення та розвитку математичних моделей реальних фізичних явищ та процесів

Тема 4. Сучасні дослідження оцінювання параметрів хвиль прориву для прогнозування затоплень в результаті аварій на гідровузлах. Уроки катастрофи на Каховському водосховищі

Тема 5. Математичне моделювання параметрів хвиль прориву для прогнозування затоплень в результаті аварій на гідровузлах

Тема 6. Чисельне моделювання одновимірної моделі гідродинаміки річкового потоку

Тема 7. Сучасні методи оцінювання параметрів турбулентних течій при моделюванні відкритих потоків в річкових руслах

Тема 8. Розвиток чисельної моделі гідродинаміки річкового потоку за допомогою його одновимірної, двовимірної та тривимірної моделей

Тема 9. Дослідження застосування штучних нейронних мереж для ідентифікації емпіричних параметрів математичних моделей

Тема 10. Дослідження оптимізації 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. Ловейкін А. Рівняння математичної фізики: приклади і задачі [Електронний ресурс] : навч. посіб. / А. Ловейкін, Є. Вакал. — Київ: [Б. в.], 2024. — 187 с.
3. Прокопенко Ю. В. Методи математичної фізики та біофізики : навч. посіб. / Ю. В. Прокопенко, В. А. Казміренко, І. П. Голубева. — Київ : Видавництво, 2023. — 174 с.
4. Довгий С. О. Технології чисельного моделювання. Лабораторний практикум : навч. посіб. / С. О. Довгий, Я. П. Троценко, Д. І. Черній. — Київ : [Б. в.], 2024. — 139 с.
5. Литвинов А. Л. Чисельні методи : теорія і практика : навч. посібник / А. Л. Литвинов. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. — 203 с.
6. Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні : монографія / А. І. Шевченко, С. В. Барановський, О. В. Білокобильський [та ін.] ; за заг. ред. А. І. Шевченка. — Київ : ІПШІ, 2023. — 305 с.
7. 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.
8. Куссуль Н. М. Методи комп'ютерного зору і глибинних нейронних мереж для еколого-економічного аналізу / Н. М. Куссуль, А. Ю. Шелестов, А. М. Лавренюк [та ін.]. — Київ : Наукова думка, 2024. — 474 с.
9. Kussul N. Cloud Platforms and Technologies for Big Satellite Data Processing / N. Kussul, A. Shelestov, V. Yailymov // Information and Communication Technologies and Sustainable Development. ICT&SD 2022 (Lecture Notes in Networks and Systems). — Cham : Springer, 2023. — Vol. 809. — P. 303–321. — DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-031-46880-3_19

10. Корнага Я. І. Стохастичне управління технічними системами [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Я. І. Корнага, К. Ю. Мелкумян, М. О. Солдатова [та ін.]. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 149 с. — Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/4537d185-f3ff-49c5-a15b-185e0fdaf4cd/content>.
11. Yakovliev Ye. Environmental and Geological Hazards after the Explosion of the Kakhovka Hydroelectric Power Plant and Rehabilitation Options / Ye. Yakovliev, O. Rogozhin, D. Stefanyshyn [et al.] // *Systems, Decision and Control in Energy VI*. Vol. II. — Springer, 2024. — P. 537-557. — DOI: 10.1007/978-3-031-67091-6_25
12. Park G. I. Data-Driven Analysis and Modeling of Turbulent Flows / G. I. Park, P. J. Schmid, T. Sayadi. — Cambridge : Cambridge University Press, 2025. — 450 p.
13. Chacón Rebollo T. Mathematical and Numerical Foundations of Turbulence Models and Applications / T. Chacón Rebollo, R. Lewandowski. — Cham : Springer Nature Switzerland, 2024. — 612 p.
14. Survey of Mathematical Models of and Numerical Methods for Fluid Dynamics Water Engineering [Electronic resource] / A. Kumar, K. Olimba, V. Kungurtsev, F. V. Difonzo // arXiv : Cornell University. — 2024. — 78 p.
15. Gutman A. J. Becoming a Data Head: How to Think, Speak, and Understand Data Science, Statistics, and Machine Learning / A. J. Gutman, J. Goldmeier. — [S. l.] : Wiley, 2021. — 272 p.
16. 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.
17. 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: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.3.81-109>.
18. 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: doi.org/10.32347/2411-4049.2023.2.138-162.
19. Stefanyshyn D. V. A Design Water Discharge Maxima Forecasting Method Based on Observation Data Using Plotting Position Formulas / D. V. Stefanyshyn // *Proceedings of International scientific and practical conference “Modeling, Control and Information Technologies”*. — 2023. — Vol. 6. — P. 199–202. — DOI: doi.org/10.31713/MCIT.2023.061.
20. 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: <https://doi.org/10.1007/s12652-023-04560-6>
21. Soft computing approach for mathematical modeling of engineering problems / ed. by A. Ahmadian, S. Salahshour. — London ; N. Y. : CRC Press, 2022. — 203 p.
22. 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.
23. 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.
24. McDermott T. A. Artificial Intelligence and Future of Systems Engineering / T. A. McDermott, M. R. Blackburn, P. A. Beling // *Systems Engineering and Artificial Intelligence*. — Springer, Cham, 2021. — P. 47–59. — DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77283-3_3
25. Llinas J. Systems Engineering for Artificial Intelligence-based Systems: A Review in Time / J. Llinas, H. Fouad, R. Mittu // *Systems Engineering and Artificial Intelligence*. — Springer, Cham, 2021. — P. 93–113. — DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-030-77283-3_6
26. 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.
27. 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: <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.01.014>

28. Kunapuli G. Ensemble Methods for Machine Learning / G. Kunapuli. — [S. l.] : Manning, 2023. — 352 p.

Додаткова література

29. 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.
30. Kharab A. An Introduction to Numerical Methods: A MATLAB Approach / A. Kharab, R. B. Guenther. — 5th ed. — New York : Chapman and Hall/CRC, 2024. — 624 p.
31. Carlos M. Characteristics of Soft Computing and its Applications / M. Carlos // Int. J. of Swarm Intelligent and Evolutionary Comp. — 2022. — Vol. 11, iss. 275. — DOI: 10.35248/2090-4908.22.11.275
32. Petropoulos F. Forecasting: theory and practice / F. Petropoulos, G. Apiletti, V. Assimakopoulos [et al]. // International Journal of Forecasting. — 2022. — Vol. 38. — P. 705–871. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.11.001>
33. Li S. Improved river waterstage forecasts by ensemble learning / S. Li, J. Yang // Engineering with Computers. — 2023. — Vol. 39. — P. 3293–3311. — DOI: 10.1007/s00366-022-01751-1
34. 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. Gökçekeş, G. Gelete // Hydrology Research. — 2024. — Vol. 55, iss. 10. — P. 976–1000. — DOI: <https://doi.org/10.2166/nh.2024.189>
35. Dorfer T. A. Bagging vs. Boosting: The Power of Ensemble Methods in Machine Learning [Electronic resource] / T. A. Dorfer. — 2023. — Режим доступу: pub.towardsai.net.
36. Dam-Break Hazard Assessment with CFD Computational Fluid Dynamics [Electronic resource] / J. M. Sánchez-Gómez, J. M. Carrillo, J. T. García, L. G. Castillo // Water. — 2025. — Vol. 17, iss. 1. — Art. 108. — DOI: <https://doi.org/10.3390/w17010108>
37. Chao Wang. A real-time prediction model for instantaneous dam-break flood evolution of concrete gravity dams based on attention mechanism and spatiotemporal multiple features / Chao Wang, L. Zhang, Y. Chen, H. Wang // Engineering Applications of Artificial Intelligence. — 2025. — Vol. 150. — Art. 110616. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2025.110616>
38. Коцюруба В. І. Удосконалена методика визначення параметрів руху хвилі прориву та затоплень під час зруйнування гідротехнічних споруд / В. І. Коцюруба, І. В. Прошин // Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence. — 2024. — № 1 (49). — С. 69–76. — DOI:10.33099/2311-7249/2024-49-1-69-76
39. Стефанишин Д. Кілька уроків катастрофи на Каховському водосховищі: чи будуть вони вивчені та належно враховані у майбутньому? / Д. Стефанишин // Катастрофа Каховського водосховища: рік «післязавтра» і перспектива майбутнього : зб. тез доповідей / за ред. Д. С. Мальчикової, О. Є. Ходосовцева, І. О. Пилипенка. — Херсон : ХДУ, 2024. — С. 36–37.
40. Korbutiak V. Scenario approach to managing flood risks: challenges and perspectives / V. Korbutiak, D. Stefanyshyn, Y. Khodnevych // Bezpieczeństwo obiektów hydrotechnicznych : XX Międzynarodowa Konferencja TKZ 2023. — Warszawa : IMGW-PIB, 2023. — P. 73–85.
41. Khodnevych Y. V. Data arrangements to train an artificial neural network / Y. V. Khodnevych, D. V. Stefanyshyn // Екологічна безпека та природокористування. — 2022. — Т. 42, № 2. — С. 59–85. — DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.2.59-85>
42. Khodnevych Y. The Chezy Roughness Coefficient Computing Using an Artificial Neural Network / Y. Khodnevych, D. Stefanyshyn, V. Korbutiak // Information and Communication Technologies and Sustainable Development. ICT&SD 2022. — Cham : Springer, 2023. — Vol. 809. — P. 444–458. — DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-46880-3_26.

43. Stefanyshyn D. Mathematical modelling tasks for hydraulic resistance coefficient estimation using neural networks / Dmytro Stefanyshyn, Yaroslav Khodnevykh, Oleksandr Trofymchuk, Vasyl Korbutiak, Daniel Benatov // *Екологія. Людина. Суспільство : матеріали XXV Міжнар. наук.-практ. конф. (12 черв. 2025 р.) / уклад. Д. Е. Бенатов. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. — С. 293–299. — DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2025.332358>.*
44. Khodnevykh Y. Application of an Unsteady 3D Computational Fluid Dynamics Model for Forecasting Local River Erosion: A Case Study of Ukrainian Carpathian Rivers / Yaroslav Khodnevykh, Dmytro Stefanyshyn, Vasyl Korbutiak, Daniel Benatov // *Challenges in Hydraulic Engineering : XXI Technical Dam Control Internat. Conf. (TKZ 2025). — Warsaw : IMGW-PIB, 2025. — P. 48.*

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-zaproshuye-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/>
7. Best Software Used by Mechanical Engineers in 2026. — Режим доступу: <https://www.upes.ac.in/blog/advanced-engineering/mechanical-engineering-software>
8. Best Multiphysics Simulation Software for Cloud. — Режим доступу: <https://sourceforge.net/software/multiphysics-simulation/saas/>

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	Сучасне математичне забезпечення розв'язання задач математичної фізики (Тема 1) <i>Актуальні теоретичні та прикладні задачі математичної фізики. Тенденції розвитку моделей і методів математичної фізики. Основні принципи розв'язання задач математичної фізики із застосуванням прикладного програмного забезпечення. Формулювання задачі. Дискретизація. Обчислення розв'язку задачі. Постобробка.</i>	2	1	3	1-й тиждень
T2	Сучасне програмне забезпечення розв'язання задач математичної фізики (Тема 2) <i>Тенденції розвитку програмного забезпечення розв'язання задач математичної фізики. Широке</i>	2	1	3	2-й тиждень

	<p>залучення методів штучного інтелекту для вдосконалення прикладного програмного забезпечення.</p> <p>Системи комп'ютерної алгебри для аналітичних розрахунків, візуалізації та створення прототипів чисельних методів. Платформи для моделювання динамічних систем та розробки алгоритмів. Спеціалізовані інженерні пакети для моделювання реальних фізичних явищ та процесів для різноманітних прикладних задач.</p> <p>Мови програмування та бібліотеки обчислювальних методів, які надають широкі можливості розробки програмного забезпечення для задач математичної фізики.</p>				
T3	<p>Сучасні тенденції створення та розвитку математичних моделей реальних фізичних явищ та процесів (Тема 3)</p> <p>Основи математичного моделювання реальних фізичних явищ та процесів.</p> <p>Основи аналітичних методів для знаходження розв'язку диференціальних рівнянь та інтегральних рівнянь. Метод відокремлення змінних (метод Фур'є). Перетворення Лапласа.</p> <p>Основи чисельних методів розв'язання диференціальних рівнянь в частинних похідних та інтегральних рівнянь. Метод скінченних різниць. Метод скінченних елементів. Метод граничних елементів (метод граничних інтегральних рівнянь).</p> <p>Оцінка адекватності моделей. Метрики якості моделей. Точність (accuracy, precision). Повнота (Recall). AUC-ROC. Середньоквадратична похибка, відносна та абсолютна похибки. Коефіцієнт детермінації R квадрат. Коефіцієнт ефективності моделі Неша-Саткліффа.</p> <p>Застосування методів штучного інтелекту для розвитку та вдосконалення математичних моделей задач математичної фізики. Параметрична ідентифікація математичних моделей на основі нейронних мереж.</p>	2	1	3	3-й тиждень
T4	<p>Сучасні дослідження оцінювання параметрів хвиль прориву для прогнозування затоплень в результаті аварій на гідровузлах. Уроки катастрофи на Каховському водосховищі (Тема 4)</p> <p>Напірні гідроспоруди як чинники гідродинамічної небезпеки в Україні.</p> <p>Причини і наслідки гідродинамічних аварій на напірних гідроспорудах. Основні характеристики руйнівної дії хвилі прориву. Особливості оцінювання і картографування ймовірних ризиків, пов'язаних з дією хвилі прориву.</p>	2	1	3	4-й тиждень

	<i>Уроки катастрофи на Каховському водосховищі. Наслідки руйнування гідровузла Каховської гідроелектростанції. Питання повоєнної відбудови Каховського гідровузла.</i>				
T5	<p>Математичне моделювання параметрів хвиль прориву для прогнозування затоплень в результаті аварій на гідровузлах (Тема 5)</p> <p><i>Наближене обчислення параметрів хвилі прориву при руйнуванні греблі. Емпіричні залежності для обчислення характеристик руху проривної хвилі для умов миттєвого, повного або часткового руйнування греблі.</i></p> <p><i>Оцінка параметрів хвилі прориву на основі системи рівнянь Сен-Венана для неусталеного руху річкового потоку.</i></p> <p><i>Моделювання динаміки утворення прорану в тілі греблі.</i></p> <p><i>Межі застосування одновимірної математичної моделі неусталеного руху водного потоку.</i></p>	2	1	3	5-й тиждень
T6	<p>Чисельне моделювання одновимірної моделі гідродинаміки річкового потоку (Тема 6)</p> <p><i>Порядок розробки обчислювального алгоритму чисельного розв'язання одновимірної моделі неусталеного руху водного потоку.</i></p> <p><i>Застосування методу контрольного об'єму та особливості розв'язання отриманої блочної три діагональної системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Формування вхідних даних та схематизація розрахункових ділянок долини ріки при оцінці параметрів хвилі прориву.</i></p> <p><i>Верифікація обчислювального алгоритму за допомогою існуючих аналітичних розв'язків та експериментальних даних.</i></p>	2	1	3	6-й тиждень
T7	<p>Сучасні методи оцінювання параметрів турбулентних течій при моделюванні відкритих потоків в річкових руслах (Тема 7)</p> <p><i>Дослідження динаміки руслового потоку в умовах дії розвинутої гвинтоподібної турбулентної течії. Структура та розмивна здатність турбулентного потоку.</i></p> <p><i>Чисельне моделювання руху реальної рідини. Рівняння Нав'є-Стокса. Рівняння Рейнольдса. Методи розв'язання рівнянь Нав'є-Стокса для нестислої рідини з фізичними змінними швидкість-тиск.</i></p> <p><i>Проблема замикання системи Рейнольдса. Кінематичний коефіцієнт турбулентної в'язкості та його визначення.</i></p> <p><i>Математичні моделі турбулентності. Алгебраїчні моделі турбулентності. Моделі турбулентності з одним диференціальним</i></p>	2	1	3	7-й тиждень

	<p>рівнянням. Моделі турбулентності з двома диференційними рівняннями. Пряме чисельне моделювання (Direct Numerical Simulation). Моделювання великих вихорів (Large Eddy Simulation). Моделювання відокремлених вихорів (Detached-Eddy Simulation).</p> <p>Дослідження процесів обтікання, динаміки вихорових структур. Метод дискретних особливостей.</p>				
T8	<p>Розвиток чисельної моделі гідродинаміки річкового потоку за допомогою його одновимірної, двовимірної та тривимірної моделей (Тема 8)</p> <p>Математичне моделювання динаміки водного потоку у природному руслі за допомогою одновимірної та двовимірної моделей руху. Побудова вільної поверхні. Планова задача гідравліки.</p> <p>Побудова математичної моделі для оцінки кінематичних характеристик турбулентного водного потоку у тривимірній області, яка ґрунтується на системі рівнянь Рейнольдса. Модифікація методу розв'язання різницевого аналога стаціонарних диференційних рівнянь Рейнольдса. Методи теорії великих розріджених матриць.</p> <p>Розробка на засадах системного підходу гідродинамічної обчислювальної моделі руслового потоку за допомогою одновимірної, двовимірної та тривимірної моделей для випадку дослідження кінематики течії за донною перешкодою. Дослідження стійкості та збіжності обчислювальної моделі.</p> <p>Верифікація чисельної моделі для оцінки кінематики водного потоку шляхом порівняння результатів обчислень з відомими аналітичними розв'язками і експериментальними вимірами.</p> <p>Застосування модифікованої моделі гідродинаміки річкового потоку для продукування нових знань. Дослідження умов інтенсифікації місцевого розмиву русла річки за донною перешкодою з врахуванням її висоти та кута розташування.</p>	2	1	3	8-й тиждень
T9	<p>Дослідження застосування штучних нейронних мереж для ідентифікації емпіричних параметрів математичних моделей (Тема 9)</p> <p>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.</p>	2	1	3	9-й тиждень

	<p>Особливості дослідження предметної області 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. Оцінка якості обчислювальної моделі нейронної мережі. Методи Python для розробки штучних нейронних мереж.</p>				
T10	<p>Дослідження оптимізації нейронних мереж (Тема 10)</p> <p>Підходи для оптимізації нейронних мереж з метою покращення точності прогнозування в задачах математичної фізики. 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.</p> <p>Новий метод прогнозування коефіцієнта гідравлічного опору за допомогою навчання вдосконаленої нейронної мережі на основі емпіричних даних для підтримки математичного моделювання відкритих потоків в річкових руслах.</p>	2	1	3	10-й тиждень
МКР	Модульна контрольна робота – на останньому практичному занятті				
	Всього модуль	20	10	60	

Лекції

№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість годин
---	--	-----------------

T1.	<p>Актуальні теоретичні та прикладні задачі математичної фізики. Тенденції розвитку моделей і методів математичної фізики.</p> <p>Основні принципи розв'язання задач математичної фізики із застосуванням прикладного програмного забезпечення. Формулювання задачі. Дискретизація.</p> <p>Обчислення розв'язку задачі. Постобробка.</p>	2
T2.	<p>Тенденції розвитку програмного забезпечення розв'язання задач математичної фізики. Широке залучення методів штучного інтелекту для вдосконалення прикладного програмного забезпечення.</p> <p>Системи комп'ютерної алгебри для аналітичних розрахунків, візуалізації та створення прототипів чисельних методів. Платформи для моделювання динамічних систем та розробки алгоритмів. Спеціалізовані інженерні пакети для моделювання реальних фізичних явищ та процесів для різноманітних прикладних задач. Мови програмування та бібліотеки обчислювальних методів, які надають широкі можливості розробки програмного забезпечення для задач математичної фізики.</p>	2
T3.	<p>Основи математичного моделювання реальних фізичних явищ та процесів.</p> <p>Основи аналітичних методів для знаходження розв'язку диференціальних рівнянь та інтегральних рівнянь. Метод відокремлення змінних (метод Фур'є). Перетворення Лапласа.</p> <p>Основи чисельних методів розв'язання диференціальних рівнянь в частинних похідних та інтегральних рівнянь. Метод скінченних різниць. Метод скінченних елементів. Метод граничних елементів (метод граничних інтегральних рівнянь).</p> <p>Оцінка адекватності моделей. Метрики якості моделей. Точність (accuracy, precision). Повнота (Recall). AUC-ROC. Середньоквадратична похибка, відносна та абсолютна похибки. Коефіцієнт детермінації R квадрат. Коефіцієнт ефективності моделі Неша-Саткліффа.</p> <p>Застосування методів штучного інтелекту для розвитку та вдосконалення математичних моделей задач математичної фізики. Параметрична ідентифікація математичних моделей на основі нейронних мереж.</p>	2
T4.	<p>Напірні гідропоруди як чинники гідродинамічної небезпеки в Україні</p> <p>Причини і наслідки гідродинамічних аварій на напірних гідропорудах. Основні характеристики руйнівної дії хвилі прориву. Особливості оцінювання і картографування ймовірних ризиків, пов'язаних з дією хвилі прориву.</p> <p>Уроки катастрофи на Каховському водосховищі. Наслідки руйнування гідровузла Каховської гідроелектростанції. Питання повоєнної відбудови Каховського гідровузла.</p>	2
T5.	<p>Наближене обчислення параметрів хвилі прориву при руйнуванні греблі. Емпіричні залежності для обчислення характеристик руху проривної хвилі для умов миттєвого, повного або часткового руйнування греблі.</p> <p>Оцінка параметрів хвилі прориву на основі системи рівнянь Сен-Венана для неусталеного руху річкового потоку.</p> <p>Моделювання динаміки утворення прорану в тілі греблі.</p> <p>Межі застосування одновимірної математичної моделі неусталеного руху водного потоку.</p>	2
T6	<p>Порядок розробки обчислювального алгоритму чисельного розв'язання одновимірної моделі неусталеного руху водного потоку.</p> <p>Застосування методу контрольованого об'єму та особливості розв'язання отриманої блочної три діагональної системи лінійних алгебраїчних рівнянь.</p>	2

	<p>Формування вхідних даних та схематизація розрахункових ділянок долини ріки при оцінці параметрів хвилі прориву.</p> <p>Верифікація обчислювального алгоритму за допомогою існуючих аналітичних розв'язків та експериментальних даних.</p>	
T7	<p>Дослідження динаміки руслового потоку в умовах дії розвинутої гвинтоподібної турбулентної течії. Структура та розмивна здатність турбулентного потоку. Чисельне моделювання руху реальної рідини. Рівняння Нав'є-Стокса. Рівняння Рейнольдса. Методи розв'язання рівнянь Нав'є-Стокса для нестислої рідини з фізичними змінними швидкість-тиск.</p> <p>Проблема замикання системи Рейнольдса. Кінематичний коефіцієнт турбулентної в'язкості та його визначення.</p> <p>Математичні моделі турбулентності. Алгебраїчні моделі турбулентності. Моделі турбулентності з одним диференціальним рівнянням. Моделі турбулентності з двома диференціальними рівняннями. Пряме чисельне моделювання (Direct Numerical Simulation). Моделювання великих вихорів (Large Eddy Simulation). Моделювання відокремлених вихорів (Detached-Eddy Simulation). Дослідження процесів обтікання, динаміки вихорових структур. Метод дискретних особливосте.</p>	2
T8	<p>Математичне моделювання динаміки водного потоку у природному руслі за допомогою одновимірної та двовимірної моделей руху. Побудова вільної поверхні. Планова задача гідравліки.</p> <p>Побудова математичної моделі для оцінки кінематичних характеристик турбулентного водного потоку у тривимірній області, яка ґрунтується на системі рівнянь Рейнольдса. Модифікація методу розв'язання різницевого аналога стаціонарних диференціальних рівнянь Рейнольдса. Методи теорії великих розріджених матриць.</p> <p>Розробка на засадах системного підходу гідродинамічної обчислювальної моделі руслового потоку за допомогою одновимірної, двовимірної та тривимірної моделей для випадку дослідження кінематики течії за донною перешкодою. Дослідження стійкості та збіжності обчислювальної моделі.</p> <p>Верифікація чисельної моделі для оцінки кінематики водного потоку шляхом порівняння результатів обчислень з відомими аналітичними розв'язками і експериментальними вимірами.</p> <p>Застосування модифікованої моделі гідродинаміки річкового потоку для продукування нових знань. Дослідження умов інтенсифікації місцевого розмиву русла річки за донною перешкодою з врахуванням її висоти та кута розташування.</p>	2
T9	<p>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.</p> <p>Особливості дослідження предметної області 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</p>	2

	<i>наборів даних, основні правила та принципи. Реалізація навчання нейронної мережі «з вчителем». Реалізація обчислення прогнозів на основі навченої нейронної мережі. Оцінка якості обчислювальної моделі нейронної мережі. Методи Python для розробки штучних нейронних мереж.</i>	
10	<i>Підходи для оптимізації нейронних мереж з метою покращення точності прогнозування в задачах математичної фізики. 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. Новий метод прогнозування коефіцієнта гідравлічного опору за допомогою навчання вдосконаленої нейронної мережі на основі емпіричних даних для підтримки математичного моделювання відкритих потоків в річкових руслах.</i>	2
	Всього	20

Практичні заняття

№	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань	Кількість годин
T1, T2.	Тенденції розвитку моделей і методів розв'язання задач математичної фізики. Принципи розв'язання задач математичної фізики із застосуванням прикладного програмного забезпечення. Тенденції розвитку програмного забезпечення розв'язання задач математичної фізики. Системи комп'ютерної алгебри. Платформи для моделювання динамічних систем. Спеціалізовані інженерні пакети для моделювання реальних фізичних явищ та процесів. Мови програмування та бібліотеки обчислювальних методів.	2
T3, T4.	Основи математичного моделювання реальних фізичних явищ та процесів. Основи чисельних методів розв'язання диференційних рівнянь в частинних похідних та інтегральних рівнянь. Метрики якості моделей. Причини і наслідки гідродинамічних аварій на напірних гідропорах. Основні характеристики руйнівної дії хвилі прориву. Уроки катастрофи на Каховському водосховищі. Моделювання динаміки утворення прорану в тілі греблі.	2
T5, T6.	Наближене обчислення параметрів хвилі прориву при руйнуванні греблі. Межі застосування одновимірної математичної моделі неусталеного руху водного потоку. Порядок розробки обчислювального алгоритму чисельного розв'язання одновимірної моделі неусталеного руху водного потоку. Формування вхідних даних та схематизація розрахункових ділянок. Верифікація обчислювального алгоритму.	2
T7,	Дослідження динаміки руслового потоку в умовах дії розвинутої гвинтоподібної	2

T8.	турбулентної течії. Чисельне моделювання руху реальної рідини. Математичні моделі турбулентності. Розробка на засадах системного підходу гідродинамічної обчислювальної моделі руслового потоку за допомогою одновимірної, двовимірної та тривимірної моделей для випадку дослідження кінематики течії за донною перешкодою. Дослідження стійкості та збіжності обчислювальної моделі. Верифікація чисельної моделі шляхом порівняння результатів обчислень з відомими аналітичними розв'язками і експериментальними вимірами.	
T9, T10.	Методи Python для моделювання штучних нейронних мереж. 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. Підходи для оптимізації нейронних мереж з метою покращення точності прогнозування. <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.	Дослідження можливості застосування штучних нейронних мереж для розвитку (вдосконалення) моделей і обчислювальних методів вирішення завдань у рамках предметної області дисертаційної роботи. Дослідження стійкості та збіжності прикладної обчислювальної моделі нейронної мережі.	5
5.	Розробка за допомогою методів Python базової нейронної мережі для параметричної ідентифікації математичних моделей за емпіричними даними в рамках предметної області дисертаційного дослідження. Оцінка якості моделі нейронної мережі.	10
6	Формування звіту за результатами дослідження, підготовка презентації виступу	10
	Всього	60

Політика та контроль

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 е

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 терміни 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:

<i>Кількість правильних відповідей</i>	<i>Відсоток правильних відповідей</i>	<i>Оцінка за національною шкалою</i>	<i>Оцінка за шкалою ECTS</i>
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

<i>Рейтингова оцінка</i>	<i>Оцінка за національною шкалою</i>	<i>Оцінка за шкалою ECTS</i>
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.*
- *Пройходження 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 та програмне забезпечення розв'язання задач математичної фізики»

1. Які сучасні прикладні задачі математичної фізики є найбільш актуальними у 2024–2026 роках у контексті національної безпеки та оборони, екологічної безпеки, збалансованого природокористування?
2. Сутність переходу від класичних детермінованих моделей до стохастичних моделей математичної фізики?
3. Яку роль відіграє «цифровий двійник» (Digital Twin) як сучасний етап розвитку моделей математичної фізики для складних інженерних споруд?
4. Сформулюйте основні вимоги до етапу «Формулювання задачі»: які фізичні припущення та граничні умови мають бути визначені перед початком обчислень?
5. У чому полягає основна відмінність між методами дискретизації (метод скінченних елементів, метод скінченних об'ємів, метод скінченних різниць) та критерій їх вибору?
6. Які фактори впливають на збіжність та стійкість обчислювального алгоритму під час розв'язання систем диференціальних рівнянь у прикладному програмному забезпеченні?
7. Чому якість дискретизації розрахункової сітки є критичною для точності моделювання хвилі фізичних явищ та процесів?
8. Що включає в себе етап постобробки (post-processing) розв'язання задач математичної фізики?
9. Яким чином здійснюється верифікація та валідація отриманого обчислювального розв'язку?
10. Як переконатися, що математична модель відповідає реальному фізичному процесу?
11. Як сучасне програмне забезпечення вирішує проблему мультифізичності (взаємодія кількох фізичних полів одночасно)?
12. Які ключові переваги надає інтеграція методів штучного інтелекту (наприклад, нейронних мереж на основі фізики) у сучасні пакети прикладного програмного забезпечення?
13. Яка роль систем комп'ютерної алгебри (Maple, Mathematica) на етапі створення прототипів нових чисельних методів?
14. Чим аналітичні розрахунки допомагають перед машинним моделюванням?
15. Для яких типів інженерних звітів MathCad залишається найбільш затребуваним?
16. Які можливості MATLAB та Simulink у контексті моделювання динамічних систем?
17. У чому полягає перевага блочного (візуального) програмування над текстовим?
18. Які можливості надає COMSOL Multiphysics для розв'язання задач, що поєднують різні фізичні поля (наприклад, гідродинаміку та тепломасоперенос)?
19. Для яких специфічних цілей у моделюванні водних об'єктів використовується пакет NEC-RAS, і в чому його перевага перед універсальними пакетами типу ANSYS?
20. Чому мови C++ та Fortran залишаються актуальними для високонавантажених обчислень у математичній фізиці, попри стрімкий розвиток високорівневих мов, зокрема, Python?
21. Як бібліотеки NumPy та SciPy взаємодіють між собою для забезпечення ефективної роботи з великими масивами даних та чисельної інтеграції в середовищі Python?
22. Яка роль бібліотеки FEniCS для Python?
23. Які критерії є визначальними при виборі між спеціалізованим інженерним пакетом та розробкою власного програмного коду на мові програмування загального призначення?
24. У чому полягає принципова відмінність між аналітичними та чисельними методами розв'язання задач математичної фізики?
25. В яких випадках аналітичний розв'язок є неможливим?

26. Для яких типів диференціальних рівнянь та граничних умов метод відокремлення змінних (Фур'є) є найефективнішим?
27. Яка суть методу відокремлення змінних (Фур'є)?
28. Яку перевагу надає використання перетворення Лапласа при розв'язанні лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами?
29. Як особливості геометрії розрахункової області впливають на вибір між методом скінченних різниць та методом скінченних елементів?
30. У чому полягає специфіка методу граничних елементів?
31. Чому метод граничних елементів вважається ефективнішим за метод скінченних елементів при моделюванні процесів у нескінченних або дуже великих областях?
32. Чому коефіцієнта ефективності моделі Неша-Саткліфа в гідрологічному моделюванні та моделюванні відкритих водних течій часто є інформативнішим за коефіцієнт детермінації R квадрат?
33. Який фізичний зміст коефіцієнта ефективності моделі Неша-Саткліфа?
34. Яка різниця між метриками точність (Accuracy) та прецизійність (Precision) у контексті оцінки результатів математичного моделювання фізичних процесів?
35. Як метрика AUC-ROC використовується для оцінки моделей, що прогнозують виникнення критичних подій (наприклад, ймовірність прориву дамби або виникнення зони турбулентності)?
36. В чому полягає концепція параметричної ідентифікації моделей за допомогою нейронних мереж?
37. Яким чином середньоквадратична похибка та середня абсолютна похибка допомагають зробити висновок про адекватність побудованої моделі реального фізичного процесу або явища?
38. Які основні чинники стану напірних гідроспоруд України визначають їх як об'єкти підвищеної гідродинамічної небезпеки в сучасних умовах?
39. У чому полягає різниця між поступовим руйнуванням тіла греблі та миттєвим проривом?
40. Які фізичні параметри руйнівної дії хвилі прориву є ключовими для розрахунку збитків?
41. Які методи сучасного картографування ризиків дозволяють найбільш точно визначити зони катастрофічного затоплення?
42. Уроки катастрофи на Каховській ГЕС: як масштабне руйнування греблі у червні 2023 року змінило підходи до математичного моделювання каскадних аварій на річці Дніпро?
43. Проаналізуйте екологічні наслідки руйнування Каховського гідровузла: як зміна гідрологічного режиму вплинула на стан довкілля нижнього Дніпра та прилеглих територій?
44. Оцініть вплив руйнування Каховського водосховища на економіку та енергетику України: які сектори зазнали найбільших втрат?
45. Як концепція «Build Back Better» (відбудувати краще, ніж було) може бути реалізована при проектуванні нових захисних споруд та дамб на заміну зруйнованим під час війни?
46. У чому полягає принципова відмінність у підходах до обчислення параметрів хвилі прориву для випадків миттєвого повного руйнування греблі та поступового утворення прорану?
47. Як динаміка розмиву прорану впливає на форму гідрографа прориву?
48. Опишіть трансформацію хвилі прориву під час її руху вниз за течією: як змінюються її висота, швидкість та крутизна фронту з часом і відстанню?
49. Які основні емпіричні залежності найчастіше використовуються для наближеного визначення максимальної витрати води у створі греблі одразу після її прориву?
50. Які фізичні закони лежать в основі системи рівнянь Сен-Венана для одновимірного неусталеного руху водного потоку?
51. Які спрощення та припущення вводяться при використанні системи рівнянь Сен-Венана для моделювання руху хвилі прориву в руслі річки?
52. Які параметри ґрунтів та конструкції греблі є критичними для математичного моделювання процесу розмиву прорану в тілі ґрунтової дамби?

53. Як враховується шорсткість русла річки та заплави при розв'язанні рівнянь руху хвилі прориву на великих відстанях від гідровузла?
54. Яким чином початкові умови (рівень води у водосховищі) та граничні умови (стан русла нижнього б'єфу) впливають на результати чисельного розв'язання рівнянь Сен-Венана?
55. У чому полягають межі застосування одновимірних моделей неусталеного руху водного потоку?
56. У чому полягає сутність методу контрольного об'єму при дискретизації рівнянь гідродинаміки?
57. Який алгоритм є найбільш ефективним для розв'язання тридіагональних систем лінійних алгебраїчних рівнянь у контексті річкової гідродинаміки?
58. Які входні гідрологічні та морфометричні дані є критично необхідними для реалізації одновимірної моделі хвилі прориву?
59. Як правильно обрати крок дискретизації розрахункових ділянок за простором та часом для забезпечення стійкості розрахунку обчислювальної моделі?
60. Які джерела даних вважаються найбільш достовірними для верифікації моделі за допомогою експериментальних даних?
61. Як впливає вибір граничних умов (наприклад, гідрограф витрат у верхньому створі та крива залежності рівня від витрат у нижньому) на збіжність обчислювального алгоритму?
62. Поясніть сутність переходу від рівнянь Нав'є-Стокса до рівнянь Рейнольдса (RANS)?
63. У чому полягає алгоритмічна складність розв'язання рівнянь Нав'є-Стокса для нестислої рідини у змінних «швидкість-тиск»?
64. Сформулюйте «проблему замикання» системи рівнянь Рейнольдса?
65. Які основні обмеження методу прямого чисельного моделювання (DNS) не дозволяють використовувати його для розрахунку реальних річкових потоків з високими числами Рейнольдса у 2026 році?
66. У яких випадках доцільно використовувати метод моделювання великих вихорів (LES) замість RANS-моделей, незважаючи на значні витрати обчислювальних ресурсів?
67. Опишіть переваги гібридного підходу DES (Detached-Eddy Simulation): як він поєднує в собі позитивні сторони RANS біля стінок та LES у зонах відриву потоку?
68. Яким чином метод дискретних особливостей дозволяє моделювати процеси обтікання та візуалізувати динаміку відірваних вихорових структур?
69. За яких умов перехід від одновимірної (1D) та двовимірної (2D) математичних моделей динаміки водного потоку є критично необхідним для дослідження течії у природному руслі?
70. Які додаткові фізичні ефекти дозволяє врахувати тривимірна (3D) модель на основі рівнянь Рейнольдса порівняно з 2D-моделлю при дослідженні течії у природному руслі за донною перешкодою для адекватного опису потоку?
71. У чому полягає суть модифікації чисельних методів для розв'язання різницевих аналогів стаціонарних рівнянь Рейнольдса на основі принципів теорії великих розріджених матриць та як забезпечується стійкість обчислювального процесу?
72. Які принципи системного підходу застосовуються при побудові комплексної гідродинамічної моделі, що поєднує 1D, 2D та 3D підходи для різних ділянок однієї річки?
73. За якими критеріями здійснюється верифікація чисельної моделі, що поєднує 1D, 2D та 3D математичні моделі гідродинаміки річкового потоку для дослідження умов інтенсифікації місцевого розмиву русла річки за донною перешкодою?
74. Яке значення має параметрична ідентифікація математичних моделей для забезпечення ситуаційної обізнаності в системах прийняття рішень у сфері національної безпеки?
75. У чому полягає специфіка вибору незалежних змінних при побудові моделі нейронної мережі для апроксимації неперервних функцій у задачах математичної фізики?
76. Яким чином проводиться аналіз визначальних факторів предметної області перед формуванням архітектури нейронної мережі?

77. Чому важливо враховувати існуючі емпіричні формули при аналізі визначальних факторів предметної області перед формуванням архітектури нейронної мережі?
78. При формуванні емпіричної моделі даних як трансформуються фізичні параметри у вхідні вектори для обчислювальної моделі нейронної мережі?
79. Які основні етапи побудови базової моделі нейронної мережі для завдання ідентифікації емпіричних параметрів можна виділити?
80. Які основні елементи архітектури повно-зв'язної нейронної мережі прямого поширення?
81. Який принцип роботи повно-зв'язної нейронної мережі прямого поширення?
82. За якими принципами здійснюється розподіл даних для нейронної мережі на навчальний (training) та валідаційний (validation) набори?
83. Як масштабування (нормування) вхідних даних впливає на роботу нейронної мережі?
84. Які найбільш відомі методи нормування вхідних даних нейронної мережі для задач математичної фізики?
85. Яким чином обираються активаційні функції штучних нейронів для задач апроксимації неперервних функцій?
86. У чому полягає сутність навчання «з вчителем» (supervised learning) у контексті налаштування нейронної мережі на основі історичних даних моніторингу?
87. Який принцип роботи методу зворотного поширення похибки для навчання нейромережі?
88. Як здійснюється верифікація обчислювальної моделі нейронної мережі?
89. Які метрики є найбільш показовими для оцінки якості ідентифікації фізичних параметрів на основі нейронної мережі?
90. Які специфічні вимоги висуваються до архітектури нейронних мереж, що інтегруються в задачі математичної фізики, порівняно зі стандартними мережами для класифікації зображень?
91. Чому етап вилучення аномалій та попередня обробка даних є критично важливими при підготовці вибірки для навчання нейронних моделей для задач математичної фізики?
92. Які функції активації допомагають вирішити проблему «загасання градієнта»?
93. Чому функція активації сигмоїд втрачає актуальність у глибоких мережах?
94. У яких вузлах архітектури нейронної мережі зазвичай застосовується функція активації Softmax та для яких типів задач?
95. У чому полягає сутність методу Dropout?
96. Як метод Early Stopping (рання зупинка) дозволяє оптимізувати обчислювальні витрати та забезпечити кращу здатність моделі до узагальнення на нових даних?
97. Як аугментація даних (наприклад, додавання шуму або синтетичне розширення вибірки) допомагає при навчанні нейромереж у випадках обмеженої кількості реальних натурних вимірювань?
98. Які переваги надає використання ансамблів нейронних мереж (наприклад, стекинг або беггінг) для підвищення надійності прогнозів у складних задачах математичної фізики?
99. Які бібліотеки методів Python є найбільш ефективними для розробки нейронних мереж у задачах математичної фізики?
100. Яким чином навчена нейронна мережа інтегрується у загальний алгоритм математичного моделювання для оперативного обчислення прогнозів у реальному часі?