



Національний технічний університет України  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра прикладної математики  
ФПМ



Кафедра математичного  
моделювання та аналізу даних  
НН ФТІ

## Спеціальні розділи математичного моделювання (Н4) 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>
Освітня програма	<i>Прикладна математика</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Загальна кількість: (6 кред.) 180 год. Лекційних занять: 10 год. Практичних занять: 8 год. Самостійна робота: 162 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a>
Мова викладання	<i>Українська (враховуючи специфіку навчальної дисципліни, деякі поняття та навчальний матеріал можуть вивчатися на англійській мові (фрагментарно). Також у процесі викладання навчальної дисципліни можуть використовуватись відеоматеріали на англійській мові)</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектори: професор, доктор технічних наук, Шелестов Андрій Юрійович, <a href="mailto:andrii.shelestov@gmail.com">andrii.shelestov@gmail.com</a>; д.т.н., проф., Ориняк Ігор Володимирович, 099-602-0559, <a href="mailto:orynyak.iv@gmail.com">orynyak.iv@gmail.com</a> Практичні: професор, доктор технічних наук, Шелестов Андрій Юрійович, д.т.н., проф., Ориняк Ігор Володимирович, 099-602-0559</i>

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

Дисципліна "Спеціальні розділи математичного моделювання" складається з двох частин, перша з яких присвячена вивченню питань моделювання складних соціоекономічних процесів на основі індуктивного моделювання та комбінування різних типів моделей, зокрема біо-фізичних моделей з методами регресійного аналізу та кластеризації, нейронних мереж, методу МГУА тощо, а друга частина направлена на вивчення принципів, алгоритмів і процедур створення мульти-фізичних та геометричних комп'ютерних розрахункових програм.

**Метою** дисципліни є засвоєння основних положень математичного моделювання та оволодіння практичними навичками застосування відповідного інструментарію.

Основні теми, які розглядаються у першій частині:

1. Сучасний стан підходів і методів для побудови індуктивних моделей
2. Моделювання складних соціоекономічних процесів на основі індуктивного підходу
3. Еволюційні обчислення в задачах багатовимірної оптимізації
4. Кластерний аналіз та його застосування для великих об'ємів даних
5. Оцінка якості моделей
6. Моделювання індикаторів сталого розвитку
7. Моделювання надзвичайних ситуацій та їх наслідків

В другій частині дисципліни з єдиних позицій розглядається методологія і послідовність дій з моделювання механічних (будівельна механіка), електричних (електричні ланцюги), гідравлічних (трубопровідні системи) розгалужених систем. Оскільки в багатьох науках геометрична сторона невіддільна від фізичної, то даються також принципи моделювання і геометричних систем з врахуванням можливої зміни їх положення в різних робочих станах. Практичний акцент, тобто демонстрація програм, розроблених на кафедрі прикладної математики, робиться на двох можливих напрямках актуальних науково-практичних досліджень: а) геометрично нелінійне деформування складних просторових систем; б) побудова двічі диференційованих геометричних сплайнів на основі дискретних точок, що виміряні з певною похибкою.

Силабус навчальної дисципліни «Спеціальні розділи математичного моделювання» розроблено на основі гнучкого підходу до формування навчальних завдань та видів діяльності, які потрібні студентам для досягнення запланованих результатів навчання з подальшим проектуванням отриманого досвіду таким чином, щоб максимально підвищити ефективність навчання студентів в подальшому.

Силабус побудований таким чином, що для виконання кожного наступного завдання студентам необхідно застосовувати навички та знання, отримані у попередньому. При цьому особлива увага приділяється принципу заохочення студентів до активного навчання, у відповідності до якого студенти мають виконувати практичні завдання, які дозволять в подальшому вирішувати реальні проблеми та завдання у професійному житті.

Під час навчання застосовуються:

- стратегії активного і колективного навчання;
- особистісно-орієнтовані розвиваючі підходи, засновані на активних формах і методах навчання (командна робота (team-based learning), використання елементів сучасної організації процесу розробки та окремих ролей учасниками, метод мозкового штурму, дискусія, навчальні дебати, круглий стіл тощо).

В результаті навчання здобувач отримає такі знання та компетентності, які прописані в Освітній програмі.

ЗК 2	Здатність розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики
ЗК 5	Здатність забезпечувати неперервний власний саморозвиток і самовдосконалення
ФК 1	Здатність самостійно виконувати науково-дослідну діяльність у галузі прикладної математики з використанням сучасних теорій, методів та технологій, проводити теоретичні та експериментальні дослідження, математичне та комп'ютерне моделювання
ФК 4	Здатність створювати, налаштовувати та верифікувати математичні моделі для специфічних задач певної предметної галузі
РН2	Орієнтуватися у наукових проблемах професійної галузі, знаходити оптимальні шляхи їх розв'язання, самостійно освоювати нові методи досліджень
РН5	Орієнтуватися у сучасних моделях та методах прикладної математики, граничних умовах їх застосування
РН6	Вміти створювати математичні та комп'ютерні моделі для теоретичних та прикладних задач різних галузей, перевіряти їх на релевантність та адекватність, формувати умови використання та обмеження на параметри

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

Для вивчення дисципліни «Спеціальні розділи математичного моделювання» студент має бути знайомий з основами математичного аналізу та програмування, бажано на Python, структурами даних, теорії ймовірності та математичної статистики. Бажано володіти навичками підготовки та аналізу даних, бути знайомим з методами штучного інтелекту, зокрема, нейронними мережами. Для успішного засвоєння курсу необхідні знання з дисципліни "Сучасні методи прикладної математики", "Іноземна мова для наукової діяльності", "Організація науково-інноваційної діяльності". Знання та вміння, здобуті під час вивчення даного курсу необхідні для написання та захисту дисертаційної роботи.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Частина 1.**

Розділ 1. Вступ. Сучасний стан підходів і методів для побудови індуктивних моделей

Розділ 2. Моделювання складних соціо-економічних процесів на основі індуктивного підходу

Розділ 3. Еволюційні обчислення в задачах багатовимірної оптимізації

Тема 3.1. Критерії багатовимірної оптимізації

Тема 3.2. Еволюційні стратегії

Тема 3.3. Ансамблеві методи

Розділ 4. Кластерний аналіз та його застосування для великих об'ємів даних

Розділ 5. Оцінка якості моделей

Тема 5.1. Валідація моделі та валідаційна вибірка

Тема 5.2. Метрики якості моделей

Тема 5.3. Види похибок та їх мінімізація

Розділ 6. Моделювання індикаторів сталого розвитку

Тема 6.1. Індикатори стану земної поверхні

Тема 6.2. Індикатори економічного розвитку

Розділ 7. Моделювання надзвичайних ситуацій та їх наслідків.

## **Частина 2.**

Розділ 8. Розрахунок складних систем методом початкових параметрів, МПП

Тема 8.1. Побудова загального алгоритму рішення складної одновимірної задачі. Узагальнений метод Крилова рішення системи звичайних диференціальних рівнянь як основа застосування МПП

Тема 8.2. Розподіл струмів і напруги в електричних схемах. Розподіл тисків та потоків в рідинних та газових трубопровідних системах

Розділ 9. Геометричне моделювання складних систем

Тема 9.1. Геометрія лінії на площині. Побудова складних фігур та траєкторій на площині, їх деформування і відхилення від початкового стану.

Тема 9.2. Геометрія лінії в просторі. 3D геометричний елемент, деформування складної просторової системи

Тема 9.3. Застосування методу Крилова в 3D криволінійних координатах гвинтової лінії.

Розділ 10. Деформування просторових балок

Тема 10.1. Векторна постановка задач деформування балок. Елемент балки, що має форму частини круга

Тема 10.2. Рівняння спряження для прямолінійних балок. Поворотні елементи для криволінійних балок, розгалуження балкової системи

Розділ 11. Геометрично нелінійні задачі для пружного канату

Тема 11.1. Класична теорія гнучких канатів. Постановочні рівняння, організація обчислювального ітераційного процесу

Тема 11.2. Врахування видовження канату. Наближені рішення для пологого канату

Розділ 12. Нове аналітичне рішення для канату і його застосування в методі базових та поправочних рішень

Розділ 13. Зосереджені сили, що діють на канат

Тема 13.1. Постановка задачі для системи зосереджених сил. Метод абсолютних координат (МАК), основні рівняння та їх лінеаризація

Тема 13.2 Метод стрільби, МС, (прогонки) -рівняння та їх лінеаризація

Розділ 14. Геометрично-нелінійний аналіз плоских балок

Тема 14.1 Особливості ГН аналізу плоских балок та базове рішення, БР. Постановочні рівняння для згладжувального рішення, ЗР

Тема 14.2. Узагальнене геометрично нелінійне ЗР для криволінійної балки. Дослідження деформування підводного райзера.

Розділ 15. Застосування теорії балок для побудови геометричних сплайнів

Тема 15.1. Енергетичні сплайни при точному визначенні дискретних геометричних точок

Тема 15.2. Згладжування геометрії при наявності похибок вимірювань чи відхилень

Тема 15.3. Приклади застосування теорії балок для побудови гладких замкнутих кривих по неточним дискретним даним

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Рекомендована література**

#### **Базова**

1 . Куссуль Н.М., Шелестов А.Ю., Лавренюк А.М. Інтелектуальні обчислення. Навчальний посібник (навчальний посібник з грифом МОН України). - К.: "Наукова думка", 2006. — 186 с.

2. Методи глибинного навчання для геопросторового аналізу та задач спостереження Землі/ А.Ю. Шелестов, М.С. Лавренюк, Б.Я. Яйлимов, О.М. Ткаченко. — К.: "Наукова думка", 2019. — 228 с.

3. Ориняк І.В. Розрахунки складних систем методом початкових параметрів. Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського як навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 113 «Прикладна математика» Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022, 252 с. Точка доступу [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48744/1/Rozrakhunky\\_skladnykh\\_system](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48744/1/Rozrakhunky_skladnykh_system)

4. M. Hosseini, H. McNairn, S. Mitchell, et al. A Comparison between Support Vector Machine and Water Cloud Model for Estimating Crop Leaf Area Index. *Remote Sensing*. – 2021. – Vol. 13, No. 7. – P. 1-20. DOI: 10.3390/rs13071348.
5. N. Kussul, K. Deininger, L. Shumilo, M. Lavreniuk, D. Ayalew Ali., O. Nivievskiy. Biophysical Impact of Sunflower Crop Rotation on Agricultural Fields. *Sustainability*. – 2022. – No. 14(7):3965 — pp. 125-132. <https://doi.org/10.3390/su14073965>.
6. Баженов В. А., Перельмутер А. В., Шишов А. В. Будівельна механіка. Комп'ютерні технології. Київ: Каравела. 2012, 695 стр.

#### **Додаткова**

7. Т. Басюк, В. Литвин. Мови опису онтологій. — Львівська політехніка, 2020. — 276 с.
8. О. Вовк, Н. Шаховська, Р. Камінський. Системи штучного інтелекту. — Львівська політехніка, 2018. — 392 с.
9. William F. Lawless, Ranjeev Mittu, Donald A. Sofge, Thomas Shortell, Thomas A. McDermott. *Systems Engineering and Artificial Intelligence*. — Springer Cham, 2021. — 569p., <https://doi.org/10.1007/978-3-030-77283-3>.
10. Jim Frost. *Hypothesis Testing: An Intuitive Guide for Making Data Driven Decisions*. — Statistics by Jim Publishing, 2020. — 383 p.
11. AlexJ. Gutman. *Becoming a Data Head: How to Think, Speak, and Understand Data Science, Statistics, and Machine Learning*. — Wiley, 2021. — 240 p.
12. Richard Khoury, Douglas Wilhelm Harder. *Numerical Methods and Modelling for Engineering*. Springer International Publishing, 2016, 332 p. DOI 10.1007/978-3-319-21176-3
13. Orynyak I., Mazuryk R., Orynyak A. (2020). "Basic (discontinuous) and smoothing up (conjugated) solutions in transfer matrix method for static geometrically nonlinear beam and cable in plane". *Journal of Engineering Mechanics*, V46, 5. doi: 10.1061/(ASCE)EM.1943-7889.0001753
14. Orynyak I., Mazuryk R., (2022) "Application of method of discontinuous basic and enhanced smoothing solutions for 3D multibranch cable", *Engineering Structures*, Volume 251, Part B, 113582, doi: 10.1016/j.engstruct.2021.113582/
15. Andrii Shelestov, Hanna Yailymova, Bohdan Yailymov, Nataliia Kussul. Air Quality Estimation in Ukraine Using SDG 11.6.2 Indicator Assessment. *Remote sensing*. – 2021. – No. 13(23), 4769. doi: [doi.org/10.3390/rs13234769](https://doi.org/10.3390/rs13234769).
16. N. Kussul, A. Shelestov, M. Lavreniuk, B. Yailymov, A. Kolotii, H. Yailymova, S. Skakun, L. Shumilo, Y. Bilokonska. SDG INDICATOR 11.3.1 WITHIN HORIZON-2020 SMURBS. *Space research in Ukraine. 2018–2020*. – 2021. – P. 91-95.
17. Nataliia Kussul, Mykola Lavreniuk, Andrii Kolotii, Sergii Skakun, Olena Rakoid, Leonid Shumilo. A workflow for Sustainable Development Goals indicators assessment based on high-resolution satellite data. *International Journal of Digital Earth*. – 2020. – Vol. 2, No. 13. – P. 309-321. DOI: 10.1080/17538947.2019.1610807.

#### **Навчальний контент**

##### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Під час навчання застосовуються стратегія активного навчання, особистісно-орієнтовані розвиваючі підходи, засновані на активних формах і методах навчання (використання елементів сучасної організації наукових досліджень, метод мозкового штурму, дискусія, тощо).

Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та здобувача для засвоєння ними матеріалу та розвитку навичок розв'язання наукових задач. Для лекційних занять використовуються пояснювально-ілюстративний метод та метод проблемного виконання, для проведення практичних занять використовується частково-пошуковий та дослідницький методи навчання, при яких викладач ставить перед студентами проблему, і ті

вирішують її самостійно або під керівництвом викладача, висуваючи ідеї, перевіряючи їх, підбираючи для цього необхідні джерела інформації, методи, підходи тощо.

Для розв'язання задач може використовуватись мова програмування Python та середовище Google Collaboratory.

Дистанційна форма навчання: система Google Classroom та платформа для проведення онлайн-зустрічей Zoom, електронна пошта, канали Telegram.

### Загальна структура курсу

#### Частина 1.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Лаборат.	Практичні	СРС
1	2	3	4	5	6
<b>Розділ 1.</b> Вступ. Сучасний стан підходів і методів для побудови індуктивних моделей					
Тема 1. Вступ. Сучасний стан підходів і методів для побудови індуктивних моделей обчислень	6				6
<b>Розділ 2.</b> Моделювання складних соціо-економічних процесів на основі індуктивного підходу					
6					
Тема 2. Моделювання складних соціо-економічних процесів на основі індуктивного підходу	6			1	5
<b>Розділ 3.</b> Еволюційні обчислення в задачах багатовимірної оптимізації					
Тема 3.1. Критерії багатовимірної оптимізації	7	1			6
Тема 3.2. Еволюційні стратегії	7				7
Тема 3.4. Ансамблеві методи	13			1	12
<b>Розділ 4.</b> Кластерний аналіз та його застосування для великих об'ємів даних					
Тема 1. Кластерний аналіз та його застосування для великих об'ємів даних	8				8
<b>Розділ 5.</b> Оцінка якості моделей					
Тема 5.1. Валідація моделі та валідаційна вибірка	6				6
Тема 5.2. Метрики якості моделей	6	1			5
Тема 5.3. Види похибок та їх мінімізація	7			1	6
<b>Розділ 6.</b> Моделювання індикаторів сталого розвитку					

Тема 6.1. Індикатори стану земної поверхні	7	1			6
Тема 6.2. Індикатори економічного розвитку	6				6
<b>Розділ 7. Моделювання надзвичайних ситуацій та їх наслідків</b>					
Тема 1. Моделювання надзвичайних ситуацій та їх наслідків	7	1		1	5
Іспит	4				4
<b>Всього годин</b>	<b>90</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>82</b>

## Частина 2.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практ. (семін.)	Лаборант. (комп.пр.)	СРС
1	2	3	4	5	6
<b>Розділ 8. Розрахунок складних систем методом початкових параметрів, МПП</b>					
Тема 8.1. Побудова загального алгоритму рішення складної одномірної задачі. Узагальнений метод Крилова	6	1			5
Тема 8.2. Аналіз електричних контурів. Розподіл тисків та потоків в рідинних та газових трубопровідних системах	6	1			5
<b>Розділ 9. Геометричне моделювання складних систем</b>					
6					
Тема 9.1. Геометрія лінії на площині. Побудова складних фігур та траєкторій на площині, їх деформування і відхилення від початкового стану	6			2	4
Тема 9.2. Геометрія лінії в просторі. 3D геометричний елемент, деформування складної просторової системи	4				4
Тема 9.3. Застосування методу Крилова в 3D криволінійних координатах гвинтової лінії	5				5
<b>Розділ 10. Деформування просторових балок</b>					

Тема 10.1. Векторна постановка задач деформування балок. Елемент балки, що має форму частини круга	6	2			4
Тема 10.2. Рівняння спряження для прямолінійних балок. Поворотні елементи для криволінійних балок, розгалуження балкової системи	5				5
<b>Розділ 11. Геометрично нелінійні задачі для пружного канату</b>					
Тема 11.1. Класична теорія гнучких канатів. Постановочні рівняння, організація обчислювального ітераційного процесу.	5				5
Тема 11.2. Врахування видовження канату в процесі деформування. Наближені рішення для пологого канату	4				4
<b>Розділ 12. Нове аналітичне рішення для канату і його застосування в методі БР та ПР</b>					
Тема 12.1 Нове аналітичне рішення, алгоритм і приклади реалізації	4				4
<b>Розділ 13. Зосереджені сили, що діють на канат</b>					
Тема 13.1. Постановка задачі для системи зосереджених сил. Метод абсолютних координат (МАК), основні рівняння та їх лінеаризація	4				4
Тема 13.2 Метод стрільби, МС, (прогонки) - рівняння та їх лінеаризація	4				4
<b>Розділ 14. Геометрично-нелінійний аналіз плоских балок</b>					
Тема 14.1 Особливості ГН аналізу плоских балок та базове рішення, БР. Постановочні рівняння для згладжувального рішення, ЗР	7	2			5
Тема 14.2. Узагальнене геометрично нелінійне ЗР для криволінійної балки. Дослідження деформування підводного райзера.	4				4
<b>Розділ 15. Застосування теорії балок для побудови геометричних сплайнів</b>					
Тема 15.1. Енергетичні сплайни при точному визначенні положення дискретних геометричних точок	5				5

Тема 15.2. Згладжування геометрії при наявності похибок вимірювань чи відхилень	5				5
Тема 15.3. Приклади застосування теорії балок для побудови гладких замкнених кривих по неточним дискретним даним	6			2	4
Іспит	4				4
<b>Всього годин</b>	<b>90</b>	<b>6</b>		<b>4</b>	<b>80</b>

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу, кількість годин)
1	<p><b>Лекція 1.</b> Критерії багатовимірної оптимізації. Еволюційні обчислення в задачах багатовимірної оптимізації. Основні означення. Поняття популяції. Елементи еволюційних обчислень. Критерії оптимізації. Література: 1, 2, 3, 5, 6. Метрики якості моделей. Точність (accuracy, precision). Повнота. AUC-ROC. Середньоквадратична похибка. R квадрат. Література: 1, 2, 3, 5, 6.</p>
2	<p><b>Лекція 2.</b> Індикатори стану земної поверхні. Цілі сталого розвитку. Індикатори стану земної поверхні. Джерела даних. Критерії зміни індикаторів. Література: 1, 2, 3, 5, 6. Моделювання надзвичайних ситуацій та їх наслідків. Джерела даних для моделювання надзвичайних ситуацій. Моделювання та прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій із використання індуктивних моделей. Література: 1, 2, 3, 5, 6.</p>
3	<p><b>Лекція 3.</b> Побудова загального алгоритму рішення складної одномірної задачі. Визначення потужності задачі. Правила обходу системи. Граничні умови. Нумерація невідомих. Складання системи рівнянь. Узагальнений метод Крилова для різних типів звичайних диференціальних рівнянь Література: 4 Аналіз електричних контурів. Правила обходу системи в тому числі при наявності розгалужень. Граничні умови. Нумерація невідомих. Розподіл тисків та потоків в рідинних та газових трубопровідних системах. Лінійаризація рівнянь. Організація алгоритму. Приклади рішення. Література: 4</p>
4	<p><b>Лекція 4.</b> Векторна постановка задач деформування балок, поняття про фізичні та геометричні рівняння та рівняння рівноваги. Чотири групи скалярних рівнянь. Чотири групи векторних рівнянь. Елемент балки, що має форму частини круга, дві групи рівнянь</p>

	Література: 4, 5
5	<p><b>Лекція 5.</b> Рівняння теорії плоских балок в криволінійних координатах. Поняття геометричної нелінійності для криволінійних балок. Відмінність між канатом і балкою. Умови переходу балки в канат. Поняття про базове рішення, тобто базові сили та моменти, базова кривизна та базова довжина. Постановочні диференціальні рівняння для згладжувального рішення, ЗР та його отримання. Література: 4</p>

### Практичні завдання

Основні завдання циклу практичних занять присвячені закріпленню знань, отриманих на лекційних заняттях та самостійному оволодінню методами побудови індуктивних моделей складних соціо-економічних процесів.

№ з/п	Назва практичного заняття	Кількість ауд. годин
1	Моделювання вартості землі на основі різнорідних даних	2
2	Моделювання індикатора деградації землі	2
3	Проектування криволінійних ділянок доріг	2
4	Побудова кола, еліпса до декількох точкам, знайденим точно, або з деякою похибкою	2

### Лабораторні заняття

Лабораторні заняття в межах навчальної дисципліни не передбачені.

### Індивідуальні завдання

Виконання індивідуальних семестрових завдань не передбачено.

## 6. Самостійна робота аспіранта

До СРС відносяться такі види робіт: вивчення теоретичного матеріалу з розділів дисципліни, запропонованих викладачем, підготовка до практичних занять, підготовка до екзамену.

### Самостійна робота

№ з/п	Назва розділу, теми (окремого питання), що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
-------	---	---------------------

1	Вступ. Сучасний стан підходів і методів для побудови індуктивних моделей обчислень	6
2	Моделювання складних соціо-економічних процесів на основі індуктивного підходу	5
3	Критерії багатовимірної оптимізації	8
4	Еволюційні стратегії	7
5	Ансамблеві методи	7
6	Ансамблеві моделі соціо-економічних процесів	5
7	Кластерний аналіз та його застосування для великих об'ємів даних	8
8	Валідація моделі та валідаційна вибірка	6
9	Метрики якості моделей	5
10	Види похибок та їх мінімізація	8
11	Індикатори стану земної поверхні	6
12	Індикатори економічного розвитку	6
13	Моделювання надзвичайних ситуацій та їх наслідків	5
14	Побудова загального алгоритму рішення складної одномірної задачі. Узагальнений метод Крилова	6
15	Аналіз електричних контурів. Розподіл тисків та потоків в рідинних та газових трубопровідних системах	6
16	Геометрія лінії на площині. Побудова складних фігур та траєкторій на площині, їх деформування і відхилення від початкового стану	4
17	Геометрія лінії в просторі. 3D геометричний елемент, деформування складної просторової системи	4
18	Застосування методу Крилова в 3D криволінійних координатах гвинтової лінії	5
19	Векторна постановка задач деформування балок. Елемент балки, що має форму частини круга	4
20	Рівняння спряження для прямолінійних балок. Поворотні елементи для криволінійних балок, розгалуження балкової системи	5
21	Класична теорія гнучких канатів. Постановочні рівняння, організація обчислювального ітераційного процесу.	5
22	Врахування видовження канату в процесі деформування. Наближені рішення для пологого канату	4

23	Нове аналітичне рішення, алгоритм і приклади реалізації	4
24	Постановка задачі для системи зосереджених сил. Метод абсолютних координат (МАК), основні рівняння та їх лінеаризація	4
25	Метод стрільби, МС, (прогонки) -рівняння та їх лінеаризація	4
26	Особливості ГН аналізу плоских балок та базове рішення, БР. Постановочні рівняння для згладжувального рішення, ЗР	5
27	Узагальнене геометрично нелінійне ЗР для криволінійної балки. Дослідження деформування підводного райзера.	5
28	Енергетичні сплайни при точному визначенні положення дискретних геометричних точок	5
29	Згладжування геометрії при наявності похибок вимірювань чи відхилень	5
30	Приклади застосування теорії балок для побудови гладких замкнених кривих по неточним дискретним даним	5

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак аспірантам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається базовий теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для успішного проходження курсу. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність аспіранта, а також виконання додаткових завдань та видів діяльності, які призначені для розвитку його практичних умінь та навичок.

#### Заохочувальні бали (загальна кількість не перевищує 5 балів)

Заохочувальні бали	
Критерій	Ваговий бал
Презентація за окремим питанням	2 бала
Додаткові практичні завдання	1 бал за кожне завдання
Проходження окремих курсів навчання за тематикою дисципліни (за погодженням з викладачем та наданням відповідного сертифікату)	5 балів

#### Пропущені контрольні заходи

Пропущений екзамен не зараховується; у такому випадку аспірант отримує запис у відомості «не з'явився» та повинен скласти екзамен на додатковій сесії.

#### Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### **Норми етичної поведінки**

Норми етичної поведінки аспірантів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Аспіранти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Аспіранти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

### **Інклюзивне навчання**

Навчальна дисципліна "Сучасні методи прикладної математики" може викладатися для більшості аспірантів з особливими освітніми потребами, окрім аспірантів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

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

Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100-бальною шкалою. Семестровим контролем є екзамен. Підсумковий рейтинг аспіранта складається з суми балів поточного рейтингу, балів, набраних на екзамені та заохочувальних балів.

Поточний рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, що отримуються за 2 практичних завдання, балів за самостійне опрацювання матеріалу дисципліни та заохочувальних балів.

Система поточних рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

- 1. Виконання практичного завдання:
  - - повне виконання, повні відповіді 5;
  - - повне виконання, але неповна відповідь 1...4;
- 2. Результати обговорення самостійно опрацьованого матеріалу розділів дисципліни – до 30 балів. Відповіді на запитання по кожному з трьох розділів оцінюються до 10 балів.
- 3. Заохочувальні бали (загальна кількість не має перевищувати 5 балів):
  - - виконання додаткового практичного завдання – 1бал;
  - - презентація за окремим питанням – 2 бала;
  - - проходження окремого курсу навчання за тематикою дисципліни (за погодженням з викладачем та наданням відповідного сертифікату) – 5 балів.
- 
- Аспірант допускається до іспиту за наявності виконаних та зданих практичних завдань та поточного рейтингу не менше 25 балів. Іспит з дисципліни «Сучасні методи прикладної математики» є підсумком всієї роботи аспіранта в семестрі і враховує всі види робіт, які аспіранти зобов'язані виконати протягом семестру згідно рейтингової системи оцінювання.

Екзаменаційний білет складається з 4 питань – 2 теоретичних та 2 практичних.

- Відповідь на кожне теоретичне та практичне запитання оцінюється в 15 балів.

- Максимальна кількість балів за відповідь на екзамені: 15 балів × 4 запитання = 60 балів.
- За відповідь на кожне запитання білету аспірант отримує:
  - 12-15 балів, якщо він надав повну та правильну відповідь або припустився незначних похибок, які істотно не вплинули на саму відповідь,
  - 8-11 балів, якщо відповідь правильна лише частково або не є повною (наприклад, наведена лише схема необхідного доведення теореми або під час розв'язання прикладу не перевірена можливість застосування відповідного методу),
  - 4-7 бали, якщо відповідь частково правильна, але містить значні прогалини (наприклад, відсутнє необхідне доведення теореми чи під час розв'язання прикладу враховані не всі можливі випадки),
  - 0-3 бали, якщо відповідь на запитання взагалі не була надана або містить грубі помилки.
- Розрахунок шкали рейтингу:
  - $R = 5 \times 2 + 10 \times 3 + 15 \times 4 = 100$  балів
- Рейтингова шкала оцінювання аспіранта:

Рейтингові бали	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
25...59	Незадовільно
менше 25	Не допущений

### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Проходження додаткових курсів за тематикою навчальної дисципліни та наявність сертифікатів за їх результатом дає можливість підвищити свій загальний рейтинг після узгодження з викладачем.

#### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., проф., Шелестов А.Ю., д.т.н. проф., Ориняк І.В.

Ухвалено кафедрою математичного моделювання та аналізу даних НН ФТІ (протокол №14 від 22.06.2022)

Ухвалено кафедрою прикладної математики ФПМ (протокол №13 від 16.06.2022)

Погоджено Методичною комісією НН ФТІ (протокол №6 від 30.06.2022)

Погоджено Методичною комісією ФПМ (протокол №9 від 24.06.2022)