



Теорія ігор та економічна поведінка

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 годин/4 кредити (30 годин – Лекції, 30 години – Практичні, 60 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/модульна контрольна робота, розрахункова робота
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: канд. фіз.-мат. наук, доцент, Алексєєва Ірина Віталіївна alexirl@ukr.net Практичні / Семінарські: канд. фіз.-мат. наук, доцент, Алексєєва Ірина Віталіївна alexirl@ukr.net , асистент Поліщук А.Ю.
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7337

Програма навчальної дисципліни

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

Цілі дисципліни	Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів освіти: – базових знань і основних теоретичних положень прийняття рішень в умовах конфліктних ситуацій; – навичок сучасної техніки обробки інформації, вмінь аналізувати конфлікти у вигляді спрощених математичних моделей - ігор; – навичок застосування теоретичних знань до розв'язання типових задач теорії ігор; – вмінь розробляти теоретико-ігрові моделі для управління економічними системами; – здатностей застосовувати математичні методи та алгоритми, сучасні комп'ютерні системи та інформаційні технології для розв'язання ігрових моделей в економіці.
Предмет навчальної дисципліни	Математичні моделі теорії ігор, способи математичної формалізації конфліктних ситуацій для прийняття ефективних управлінських рішень, знаходження оптимальних стратегій гравців в умовах конфліктів.
Компетентності	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1); Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2); Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК6); Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК7); Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК9); Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (ФК1); Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі (ФК2); Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок (ФК3); Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем (ФК6); Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей (ФК7); Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів (ФК8); Здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм (ФК9); Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символічних розрахунків (ФК10); Здатність знаходити методи розв'язання прикладних задач в нових та незнайомих контекстах на основі математичних методів та методів комп'ютерної статистики (ФК12); Здатність застосовувати математичний апарат до оптимізації та оцінювання ефективності організаційно-управлінської системи в конкретних предметних областях, проводити прогнози

	розрахунки, оцінювати точність та достовірність результатів моделювання (ФК13); Здатність застосувати математичні методи до прогнозування економічних та соціальних процесів у сфері управління на підприємствах, в фінансових установах, в навчальних закладах тощо (ФК15).
Програмні результати навчання	Мати навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси (РН5); Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів (РН6); Пояснювати математичні концепції мовою, зрозумілою для нефахівців у галузі математики (РН7); Уміти працювати зі спеціальною літературою іноземною мовою (РН9); Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями (РН10); Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей (РН11); Відшуковувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації (РН12); Розв'язувати типові задачі математичного аналізу, алгебри, диференціальних та інтегральних рівнянь, оптимізації за допомогою чисельних методів (РН21); Знати міждисциплінарні зв'язки між математичною та іншими природничими та соціальними науками; основи міжнародного співробітництва в галузі науки та освіти; математичної мови як універсального способу для моделювання природничих, технічних та соціальних процесів (РН23); Застосовувати отримані знання з математичних дисциплін, у яких вивчаються моделі природничих процесів; математичні методи аналізу та прогнозування; математичні способи інтерпретації числових даних; принципи функціонування природничих процесів, математичні моделі оцінки ризиків в тих предметних областях, де проводяться дослідження (РН24).

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

Пререквізити: Вибіркова дисципліна «Теорія ігор та економічна поведінка» викладається у восьмому семестрі (4 курс) підготовки бакалаврів і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Математичний аналіз» (ПО1, ПО2), «Лінійна алгебра» (ПО3), «Основи фінансової математики» (ЗО5), «Теорія ймовірностей» (ПО15), «Диференціальні рівняння» (ПО8), «Дослідження операцій та сучасні наближені методи обчислень» (ПО19).

Постреквізити: Дисципліна «Теорія ігор та економічна поведінка» викладається в останньому семестрі бакалаврського рівня вищої освіти і передує комплексному атестаційному екзамєну.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
1	2	3	4	5
Розділ 1. Стратегічні ігри				
Тема 1.1. Ігри з нульовою сумою. Методи розв'язання матричних ігор.	4	2	-	2
Тема 1.2. Нескінченні антагоністичні ігри.	32	10	6	16
Тема 1.3. Безкоаліційні ігри п осіб. Рівновага за Нешем. Рівновага за Парето.	18	6	4	8
Тема 1.4. Біматричні ігри.	10	4	2	4
Тема 1.5. Статистичні ігри				
Тема 1.6. Позиційні ігри з повною і неповною інформацією.				
Розрахункова робота	8	-	-	8
Розділ 2. Нестратегічні ігри				
Тема 2.1. Моделі перемовин. Арбітражні схеми.	11	4	1	6
Тема 2.2. Кооперативні ігри.	7	2	1	4
Модульна контрольна робота	6	-	2	4
Залік	8	2	-	6
Всього годин	120	30	30	60

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Волошин О.Ф., Машенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень. К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. – 306 с.
2. Моклячук М.П., Ямненко Р.Є. Теорія вибору та прийняття рішень. К.: ВПЦ «Київський університет», 2013. – 527 с.
3. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: підручник. К.: Видавничий дім «Слово», 2006. – 816с.
4. Теорія антагоністичних ігор : навчальний посібник для студентів за напрямом підготовки "Прикладна математика" вищих навчальних закладів / В.В. Романюк. - Львів : Новий світ-2000, 2019. - 294 с.
5. Теорія ігор. Курс лекцій/Л. В. Барановська. Київ, КПП ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 245 с.
6. Теорія прийняття рішень: підручник для студентів спеціальності «Комп'ютерні науки та інформаційні технології/ Л.С. Файнзілберґ, О.А. Жуковська, В.С. Якимчук. – Київ: Освіта України, 2018. – 246 с.
7. Зайченко О.Ю., Зайченко О.П. Дослідження операцій. Збірник задач. К.: Видавничий дім «Слово», 2007. – 472 с.
8. John von Neumann, Oskar Morgenstern. Theory of Games and Economic Behavior. 60th Anniversary Commemorative Edition, Princeton University Press, 2020. – 776 p.
9. Martin J. Osborne. An Introduction to Game Theory. Oxford University Press, USA, 2003. – 685 p.
10. R. Gibbons. Game Theory for Applied Economists. Princeton University Press. 1992. – 288 p.

11. Game theory / Michael Maschler, Eilon Solan, Shmuel Zamir. - Cambridge University Press, 2013. – 1008 p.

Додаткова література

12. D. Fudenberg, J. Tirole. Game Theory. The MIT Press. Cambridge, MA. 1991. – 604 p.
13. E. Prisner. Game Theory Through Examples. MAA Service Center, Washington, 2014. – 308 p.
14. Доценко С.І. Теорія ігор. К.: КНУ ім. Т. Шевченка. 2013. – 88с.
15. Послайко Н. І. Дослідження операцій. Задачі з умовами невизначеності та конфлікту: навч. посіб. / Н. І. Послайко. – Дніпро : Стандарт - Сервіс, 2019. – 53 с.

Інформаційні ресурси

1. Алексєєва І.В. Дистанційний курс. <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7337>
2. <https://www.coursera.org/learn/game-theory-1>
3. <https://www.coursera.org/learn/game-theory-introduction>
4. <https://ocw.mit.edu/courses/17-810-game-theory-spring-2021/>
5. <https://ocw.mit.edu/courses/14-12-economic-applications-of-game-theory-fall-2012/>
6. <https://ocw.mit.edu/courses/14-126-game-theory-spring-2016/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Очна/дистанційна форма

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на CPC)
1	Вступ до теорії ігор. Прийняття рішень в умовах конфлікту. Історія розвитку теорії ігор. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
2	Основні поняття теорії ігор. Матричні ігри. Ситуація рівноваги, сідлова точка, ціна гри. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
3	Змішані стратегії в матричній грі. Критерій оптимальності змішаних стратегій. Графічний метод розв'язання матричних ігор $2 \times n$, $m \times 2$. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
4	Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування. Афіне правило. Домінування. Симетричні ігри. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
5	Ітеративний метод розв'язання матричних ігор. Поняття про неперервні ігри. Метод Брауна – Робінсон. Ігри на одиничному квадраті. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
6	Статистичні ігри (ігри з «природою»). Прийняття рішення в умовах невизначеності. Критерії Байєса, Лапласа, Вальда, Севіджа та Гурвіца при прийнятті рішення в умовах невизначеності та ризику. Планування експерименту в умовах невизначеності. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
7	Неантагоністичні ігри. Поняття безкоаліційної гри в нормальній формі. Зміані стратегії. Рівновага за Нешем. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
8	Біматричні ігри. Поняття біматричної гри. Графічний спосіб розв'язання біматричних ігор 2×2 . Цілком змішана рівновага. Поняття про неперервні неантагоністичні ігри.

	<i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
9	Біматричні ігри. Оптимальність за Парето. Рівні безпеки в біматричних іграх. Зведення біматричної гри до задачі цілочислового програмування. Задача про переговори. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
10	Позиційні ігри. Поняття позиційної гри. Алгоритм Куна. Позиційні ігри з повною і неповною інформацією. Індиферентна рівновага. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
11	Економічні застосування. Олігополії. Дуополія Курно, дуополія Бертрана, дуополія Хотеллінга, дуополія Штакельберга. Модель послідовної торгової угоди Рубінштейна. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
12	Кооперативні ігри. Характеристична функція безкоаліційної гри. Поняття поділу, домінування поділів. С-ядро кооперативної гри. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
13	(0-1) – редукована гра. Умови непустоти С-ядра. Розв’язок за Нейманом – Моргенштерном. <i>Рекомендована література:</i> [1, 3, 4, 6 – 8, 10 – 13].
14	Вектор Шеплі. N-ядро. Аксиоми справедливості за Шеплі, вектор Шеплі. N-ядро. [1, 3, 4, 6 - 8, 10 – 13].
15	Оглядова лекція

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Приклади задач, що приводять до ігрових моделей. Побудова математичних моделей у формі матричної гри. <i>Завдання на СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].
2	Розв’язання ігор в чистих стратегіях, сідлова точка, ціна гри. <i>Завдання на СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].
3	Графічне розв’язання матричних ігор $2 \times n$, $m \times 2$. <i>Завдання для СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].
4	Аналітичний метод розв’язання гри 2×2 . Зведення гри $m \times n$ до пари двоїстих задач лінійного програмування. <i>Завдання для СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].
5	Ітеративний метод Брауна – Робінсон. <i>Завдання для СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].
6	Нескінченні антагоністичні ігри. Ігри на квадраті. <i>Завдання для СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].
7	Біматричні ігри. Графічне розв’язання класичних моделей біматричних ігор: «Ділеми в’язнів», «Сімейної суперечки», «Боротьби за ринки». <i>Завдання для СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].
8	Біматричні ігри. Сумісні стратегії, перемовна множина, оптимальність за Парето. <i>Завдання для СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].
9	Статистичні ігри. Застосування різних критеріїв для прийняття рішення в іграх з «природою». Планування експерименту. <i>Завдання для СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].
10	Позиційні ігри з повною і неповною інформацією. Алгоритм Куна <i>Завдання для СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].
11	Зведення позиційних ігор до ігор в нормальній формі. <i>Завдання для СРС:</i> [2, 3, 4, 9, 10].

12	Кооперативні ігри. Поділи і С-ядро. Ігри в (0-1) редукованій формі. Економічно стійкі коаліції в кооперативній грі. Завдання для СРС: [2, 3, 4, 9, 10].
13	Кооперативні ігри. НМ розв'язок. Вектор Шеплі. Завдання для СРС: [2, 3, 4, 9, 10].
14	Модульна контрольна робота.
15	Залік

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- виконання розрахункової роботи (РР);
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- підготовка презентації доповіді;
- підготовка до заліку.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів розв'язання основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, виконання розрахункової роботи, підготовку до МКР, презентації доповіді та заліку.

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

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO) (очна\дистанційна форма)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні	СРС	МКР	РР	Семестр. атест.
1	4	120	30	30	60	1	1	залік

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologennia_RSO_2022.pdf

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), МКР, РР. Результати поточного контролю, відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://osvita.kpi.ua/node/32>, викладач регулярно заносить в модуль «Поточний контроль» системи Електронний кампус <https://ecampus.kpi.ua/uk/login>. Результати поточного контролю відображаються в особистому кабінеті студента в системі Електронний кампус.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус.

Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни (освітнього компонента) є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50% від максимально можливого на час проведення такого контролю.

Рейтингова система оцінювання включає всі види семестрових завдань: роботу на практичних заняттях, виконання модульної контрольної роботи, якість виконання РР, складання заліку. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг з дисципліни.

Рейтинг студента з дисципліни розраховується виходячи із 100-бальної шкали і складається з балів, які він отримує за:

- роботу на практичних заняттях, що включає підготовку доповідей за обраною темою з теорії ігор;
- написання модульної контрольної роботи;
- виконання розрахункової роботи;
- написання залікової роботи.

Відповіді під час практичних занять

Ваговий бал 2

- якщо задача повністю розв’язана, то здобувач отримує максимальну кількість запланованих балів;
- якщо відповідь правильна, але у розв’язку є неточності, то здобувач отримує 0,5 запланованих балів;
- якщо незадовільна відповідь, метод розв’язування задачі неправильний – 0 балів.

Максимальний бал $2 \times 5 = 10$.

Доповідь та обговорення ігрової ситуації

- підготовка презентації та доповідь – 15 балів;
- участь в обговоренні – 2 балів;
- відповіді на запитання – 3 бали.

Максимальний бал 20.

Модульна контрольна робота

МКР складається з тестових завдань в середовищі Moodle, розміщених в дистанційному курсі на платформі дистанційного навчання «Сікорський».

Оцінка виставляється шляхом перерахунку відсотка правильно виконаних завдань в рейтингові бали.

Відсутність на контрольній роботі – 0 балів.

Максимальний бал 40.

Розрахункова робота

Ваговий бал 10

Розрахункова робота виконується і захищається частинами, що за змістом відповідають кожній темі, і складається з 3 завдань. Кожна частина РР здається в терміни, встановлені викладачем.

При виконанні менше 60% РР вона не зараховується і повинна бути доопрацьована.

Максимальний бал $10 \times 3 = 30$.

Штрафні та заохочувальні бали

- штрафні бали нараховуються за несвоєчасне, пізніше ніж на тиждень, подання розрахункової роботи – оцінка знижується на 10%, пізніше ніж на 2 тижні – на 20%;
- заохочувальні бали нараховуються за удосконалення дидактичного матеріалу, успішну участь у олімпіаді з вищої математики, виконання творчих завдань.

Максимальна кількість штрафних (заохочувальних) балів не перевищує 10% від семестрового рейтингу (10 балів).

Форма семестрового контролю – залік

Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі. Детальніше: <https://osvita.kpi.ua/node/37>.

Здобувач отримує позитивну залікову оцінку за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю (виконав усі передбачені види семестрових завдань). Отримані бали переводяться в оцінку за університетською шкалою.

В разі недостатньої кількості балів або з метою підвищення рейтингу, дозволяється написання залікової контрольної роботи, за результатами якої здобувач отримує остаточний рейтинговий бал.

Максимальна кількість балів за виконання і захист залікової контрольної роботи – 50 балів.

У разі написання залікової роботи, рейтинг здобувача складається з кількості балів, отриманих за індивідуальне семестрове завдання (РР та презентація доповіді) і балів, отриманих за залікову контрольну роботу.

Розрахунок шкали рейтингу (R):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 10 + 20 + 40 + 30 = 100 \text{ балів.}$$

№	Назва	Вид роботи	Кількість балів	Загальна сума балів
1	Робота на практичних заняттях	Відповіді на заняттях, виконання домашніх завдань	10	
2	Презентація доповіді на обрану тему з теорії ігор	Підготовка доповіді та презентація, участь в обговоренні, відповіді на запитання	20	
2	Розрахункова робота	Виконання завдань РР	30	
3	Підсумкова робота за темами семестру	Модульна контрольна робота	40	
4	Залік		100	$R=100$
	Остаточний рейтинг			$R=100$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95–100	Відмінно
85–94	Дуже добре
75–84	Добре
65–74	Задовільно
60–64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)

Комунікація з викладачем. Позааудиторна комунікація з викладачем відбувається з використанням інформаційно-комунікаційної системи «Електронний кампус», платформи дистанційного навчання «Сікорський», месенджеру Телеграм, електронної пошти.

Дистанційна форма навчання. У випадку дистанційної форми навчання заняття проводяться з використанням інформаційно-комунікаційних та мережевих технологій, платформ для відеоконференцій Zoom, Google Meet, Discord, системи Moodle на платформі «Сікорський».

Контрольні заходи проводяться дистанційно із застосуванням електронної пошти, Telegram, Zoom та Moodle на платформі дистанційного навчання «Сікорський», зокрема у вигляді тестових контрольних робіт.

Семестровий контроль відбувається відповідно до Регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі. Детальніше: <https://osvita.kpi.ua/node/148>.

Інклюзивне навчання. Освітній компонент може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів. Детальніше про забезпечення інклюзивності освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського за посиланням <https://osvita.kpi.ua/node/172>.

Неформальна/інформальна освіта. Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній/ інформальній освіті, регулюється відповідним чинним положенням. Детальніше: <https://osvita.kpi.ua/node/179>.

Допускається визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, при цьому рішення щодо валідації результатів на основі поданих здобувачем документів приймається колегіально комісією, яка складається з трьох членів кафедри.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

Доцентом кафедри МАтаТЙ, канд. фіз.-мат. наук, доцентом Алексєєвою І.В.

Ухвалено кафедрою МАтаТЙ (протокол № 14 від 25.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 10 від 27.06.2025 р.)