

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет прикладної математики та інформатики**  
**Кафедра теорії оптимальних процесів**

**Затверджено**

На засіданні кафедри теорії оптимальних процесів  
факультету прикладної математики та  
інформатики  
Львівського національного університету імені  
Івана Франка  
(протокол № 1 від 28.08.2024 р.)

Завідувач кафедри проф. Шахно С.М.



**Силабус**

**Виробнича практика**

**що проходить в межах ООП Системний аналіз**  
**другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів з**  
**спеціальності 124 – системний аналіз**

<b>Назва дисципліни</b>	<b>Виробнича практика</b>
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет прикладної математики та інформатики, Кафедра теорії оптимальних процесів
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	12 – інформаційні технології 124 – системний аналіз
<b>Викладачі дисципліни</b>	Шахно Степан Михайлович, завідувач кафедри теорії оптимальних процесів, професор, Чабанюк Ярослав Михайлович, професор
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:stepan.shakhno@lnu.edu.ua">stepan.shakhno@lnu.edu.ua</a> ; <a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/shahno">https://ami.lnu.edu.ua/employee/shahno</a> ; <a href="mailto:yaroslav.chabanyuk@lnu.edu.ua">yaroslav.chabanyuk@lnu.edu.ua</a> ; <a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/chabanyuk">https://ami.lnu.edu.ua/employee/chabanyuk</a> Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, ауд. 269. м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації у Zoom, Microsoft Teams. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або дзвонити.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://ami.lnu.edu.ua/course/vyrobnycha-praktyka">https://ami.lnu.edu.ua/course/vyrobnycha-praktyka</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Виробнича практика є обов'язковою зі спеціальності 124 – системний аналіз для освітньої програми Системний аналіз, яка проходить в 1 і 2-му семестрах в обсязі 3-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	<p>Виробнича практика студентів ОПІ "Системний аналіз" є невід'ємною частиною підготовки фахівців, основним завданням якої є практична підготовка. Вона проводиться на оснащених відповідним чином базах університету та на підприємствах, в організаціях і установах різних галузей господарства.</p> <p>На практиці часто необхідно розв'язувати нелінійні задачі, які формуються у вигляді систем нелінійних диференціальних рівнянь із відповідними початковими та крайовими умовами. Також швидкий розвиток чисельних методів розв'язування нелінійних крайових задач математичної фізики викликає необхідність вивчення їх на сучасному рівні студентами, які навчаються за спеціальністю "Системний аналіз".</p> <p>З іншої сторони розвиток системного аналізу та теорії прийняття рішень вимагає знань в галузі формальних та порівняльних методів пошуку оптимальних рішень, зокрема в умовах конфлікту.</p> <p>Однак в основних курсах ці питання вивчаються недостатньо. Даний спецкурс є розширенням окремих тем курсу "Чисельні методи" та є логічним продовженням курсів "Методи оптимізації", "Системного аналізу".</p> <p>При розгляді конкретних методів з перелічених розділів основна увага зосереджується на строгій постановці задач, обґрунтуванню їх коректності, розгляду ідей побудови методів. Викладення матеріалу здійснюється на основі понять математичного та функціонального аналізу, лінійної алгебри, методів оптимізації, теорії диференціальних рівнянь. Студенти мають можливість представити результати своїх індивідуальних завдань</p>

<p><b>Мета та цілі дисципліни</b></p>	<p><b>Метою</b> цього курсу є розробка різницевих схем та практична реалізація програм для типових нелінійних задач математичної фізики та нелінійних задач для звичайних диференціальних рівнянь. Навчити студентів використовувати математичні методи прийняття рішень в умовах конфлікту, виконувати усі етапи системного дослідження, класифікувати типові задачі прийняття рішень в умовах конфлікту. Задачі та методи розкриття невизначеності цілей. Розкриття невизначеності цілей на підставі принципу Парето. Метод технічних обмежень. Розкриття невизначеності дії партнера або супротивника. Задача взаємодії двох партнерів.. Задача протидії двох суб'єктів.</p> <p><b>Цілі:</b> Дана дисципліна дає можливість студентам оволодіти основними методами розв'язування систем нелінійних рівнянь, нелінійних задач математичної фізики, обирати метод розв'язування задачі прийняття рішень в умовах конфлікту та методи розкриття невизначеності цілей відповідно до її типу та здійснити практичну реалізацію деяких з них на модельних задачах.</p>
<p><b>Література для вивчення дисципліни</b></p>	<p><b>Базова</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Н.Д. Панкратова. Системний аналіз. Теорія та застосування. – Підручник.- Київ, Наукова думка, 2018, 347 с.</li> <li>2. Я.М.Григоренко, Н.Д.Панкратова. Обчислювальні методи в задачах прикладної математики. Київ, Либідь, 1995, 280 с.</li> <li>3. С.М. Шахно, Г.П. Ярмола. Чисельні методи розв'язування задач нелінійного і системного аналізу. Навчально-методичний посібник. - Львів : ЛНУ ім. І. Франка , 2021 , 98 с.</li> <li>4. Бартіш М.Я., Дудзяний І.М. Дослідження операцій. Ч.3 Ухвалення рішень і теорія ігор. Львів : ЛНУ ім. І. Франка , 2009 , 278 с.</li> <li>5. <a href="#">Argyros C. I.</a>, <a href="#">Argyros I. K.</a>, <a href="#">Shakhno S.M.</a>, <a href="#">Yarmola H. P.</a> Enlarging the radius of convergence for Newton-like method in which the derivative is re-evaluated after certain steps // <i>Mathematical Modeling and Computing</i>, Vol. 9, No. 3, pp. 594–598 (2022)</li> <li>6. Argyros, I.K., Shakhno, S., Regmi, S., Yarmola, H. Newton-Type Methods for Solving Equations in Banach Spaces: A Unified Approach // <i>Symmetry</i>, 2023, 15(1), 15</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. J. M. Ortega, W. C. Rheinboldt. Iterative Solution of Nonlinear Equations in Several Variables. Front Cover. SIAM, 1970 - 598 p.</li> <li>8. Ortega, J.M., Poole, W.G. An Introduction to Numerical Methods for Differential Equations. Front Cover. Pitman Pub., 1981 - 329 p.</li> <li>9. Samarskii A.A. The Theory of Difference Schemes. CRC Press, 2001. 786 p.</li> <li>10. Волошин О.Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 336 с.</li> <li>11. Шахно С.М., Дудикевич А.Т., Левицька С.М. Практикум з чисельних методів. - Львів : ЛНУ ім. І. Франка , 2013 , 432 с.</li> </ol> <p><b>Допоміжна</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>12. Argyros I.K. The Theory and Applications of Iteration Methods CRC Press, 2022 - 470 p.</li> <li>13. Argyros I.K., Shakhno S, Regmi S, Yarmola H, On the Convergence of Two-Step Kurchatov-Type Methods under Generalized Continuity Conditions for Solving Nonlinear Equations. <i>Symmetry</i> 2022, 14, 2548</li> <li>14. Argyros I.K. Convergence and Applications of Newton-type Iterations. Springer , 2008 , 506 p</li> </ol>

<b>Обсяг курсу</b>	Загальний обсяг: 90 годин.Лабораторних-28 Самостійної роботи: 62 год.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>В результаті вивчення даного курсу студент повинен</p> <p><b>знати:</b> основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів, основні чисельні методи розв’язування нелінійних крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь та рівнянь в частинних похідних, основні поняття систем прийняття рішень в умовах конфлікту, основні методи дослідження систем та розв’язку задач прийняття рішень в умовах конфлікту;</p> <p><b>вміти:</b> застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів; будувати різницеві схеми для крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь та рівнянь в частинних похідних, застосовувати ітераційні методи та алгоритми для їх розв’язування, створювати програми для реалізації конкретних нелінійних задач, застосовувати вивчені методи до конкретних задач нелінійного та системного аналізу.</p> <p>Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій.</p> <p>Здатність застосувати методи системного аналізу при розв’язанні комплексних задач науки та виробництва.</p> <p>Здатність застосувати методи системного аналізу при розв’язанні задач об’єктно-орієнтованого проектування, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.</p> <p><b>Курс забезпечує набуття таких компетентностей та програмних результатів навчання:</b></p> <p><b>Загальні компетентності (ЗК) і спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):</b></p> <p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК4. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).</p> <p>ЗК6. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК7. Здатність проявляти лідерські навички, мотивувати людей, працювати в команді.</p> <p>ЗК8. Здатність свідомо та соціально-відповідально діяти на основі етичних міркувань і принципів академічної доброчесності.</p> <p>СК1. Здатність інтегрувати знання та здійснювати системні дослідження, застосовувати методи математичного та інформаційного моделювання складних систем та процесів різної природи.</p> <p>СК7. Здатність управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.</p>

	<p>СК10. Здатність до самоосвіти та професійного розвитку.</p> <p>СК11. Здатність досліджувати математичні моделі та методи їх розв'язування.</p> <p>СК12. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології при розв'язанні задач системного аналізу.</p> <p><b>Результати навчання (РН):</b></p> <p>РН1 Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері системного аналізу та інформаційних технологій і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.</p> <p>РН2 Будувати та досліджувати моделі складних систем і процесів застосовуючи методи системного аналізу, математичного, комп'ютерного та інформаційного моделювання.</p> <p>РН5 Використовувати міри оцінювання ризиків та застосовувати їх при аналізі багатофакторних ризиків в складних системах.</p> <p>РН12 Застосовувати, модифікувати і досліджувати чисельні методи для розв'язування прикладних задач.</p> <p>РН13 Здійснювати обробку, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, узагальнювати передовий вітчизняний та зарубіжний досвід з питань системного аналізу.</p>
<b>Ключові слова</b>	Прийняття рішень в умовах конфлікту, недоміновані та домінуючі стратегії, рівноваги Неша, розкриття невизначеності цілей, рівняння теплопровідності, неявна різницєва схема, метод Ньютона, метод Пікара, метод лінеаризації,
<b>Формат курсу</b>	Очний
<b>Теми</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дискретна процедура стохастичної оптимізації Кіфера-Вольфовиця.</li> <li>2. Стохастичний квазіградієнтний метод мінімізації слабоопуклої функції.</li> <li>3. Індивідуально-оптимальні рівноваги.</li> <li>4. Рівновага у спільних змішаних стратегіях.</li> <li>5. Метод Ньютона та метод Пікара для розв'язування стаціонарної задачі теплопровідності (тестова задача) з різними методами розв'язування СЛАР.</li> <li>6. Метод Ньютона та метод Пікара для розв'язування стаціонарної задачі теплопровідності (індивідуальна задача) з різними методами розв'язування СЛАР.</li> <li>7. Методи розв'язання нелінійних крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.. Метод лінеаризації розв'язування нелінійних крайових задач для звичайного диференціального рівняння другого порядку.</li> <li>8. Задачі та методи розкриття невизначеності цілей. Розкриття невизначеності цілей на підставі принципу Парето. Метод технічних обмежень. Розкриття невизначеності дії партнера або супротивника. Задача взаємодії двох партнерів. Задача протидії двох суб'єктів.</li> </ol>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	залік у кінці 2 семестру.

<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з математичного аналізу; алгебри, диференціальних рівнянь, системного аналізу, дослідження операцій, програмування, достатніх для сприйняття сучасних методів розв'язування задач прогнозування динамічних процесів, математичних методів ПР в умовах конфлікту, нелінійних задач математичної фізики та системного аналізу.									
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Індивідуальні завдання.									
<b>Необхідне обладнання</b>	Комп'ютер із стандартним програмним забезпеченням, Internet доступ.									
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.									
	<b>Оцінка ЄКТС</b>		<b>Оцінка в балах</b>		<b>Оцінка за національною шкалою</b>				<b>Залік</b>	
					<b>Екзамен, диференційований залік</b>			<b>Залік</b>		
	A	90-100	5	відмінно		зараховано				
B	81-89	4	дуже добре							
C	71-80		добре							
D	61-70	3	задовільно							
E	51-60		достатньо							
FХ	21-50	2	незадовільно		не зараховано					
F	0-20	2	незадовільно (без права перездачі)		не зараховано (без права перездачі)					
Індивідуальне завдання								<b>Залік</b>	<b>Сума</b>	
№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8		100	
10	10	10	10	10	10	20	20			
<b>Академічна доброчесність:</b> Відвідування лабораторних завдань обов'язкове. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.										
<b>Питання до заліку.</b>	Наведені у розділі "Теми".									
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.									

### Схема курсу “Виробнича практика”

Тиждень	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1-4	Тема 1. Дискретна процедура стохастичної оптимізації Кіфера-Вольфовиця. Означення ймовірності. Властивості.	лабораторне (4 год.)	[1,3,4]	Індивідуальне завдання (8 год.)	4 тиж.

<b>5-8</b>	<b>Тема 2.</b> Стохастичний квазіградієнтний метод мінімізації слабоопуклої функції.	лабораторне (4 год.)	[1,4,5]	Індивідуальне завдання (8 год.)	4 тиж.
<b>9-12</b>	<b>Тема 3.</b> Індивідуально-оптимальні рівноваги.	лабораторне (4 год.)	[1,2,4]	Індивідуальне завдання (8 год.)	4 тиж.
<b>13-16</b>	<b>Тема 4.</b> Рівновага у спільних змішаних стратегіях.	лабораторне (2 год.)	[1,2,5]	Індивідуальне завдання (8 год.)	4 тиж.
<b>17-20</b>	<b>Тема 5.</b> Метод Пікара для розв'язування стаціонарної задачі теплопровідності (тестова задача) з методами прогонки розв'язування СЛАР.	лабораторне (4 год.)	[2,3,5, 7,8]	Індивідуальне завдання (8 год.)	4 тиж.
<b>21-24</b>	<b>Тема 6.</b> Метод Ньютона для розв'язування стаціонарної задачі теплопровідності (індивідуальна задача)	лабораторне (4 год.)	[2,3,5, 7,8]	Індивідуальне завдання (8 год.)	4 тиж.
<b>25-28</b>	<b>Тема 7.</b> Метод лінеаризації розв'язування нелінійних крайових задач для звичайного диференціального рівняння другого порядку.	лабораторне (4 год.)	[2,3,5, 7,8]	Індивідуальне завдання (8 год.)	4 тиж.
<b>29-32</b>	<b>Тема 8.</b> Задачі та методи розкриття невизначеності цілей.	лабораторне (2 год.)	[4-6]	Індивідуальне завдання (6 год.)	4 тиж.