

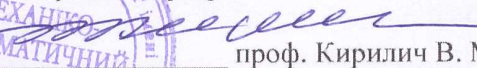
**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Механіко-математичний факультет**  
**Кафедра математичної економіки, економетрії,**  
**фінансової та страхової математики**

**Затверджено**

на засіданні кафедри математичної  
економіки, економетрії, фінансової та  
страхової математики  
механіко-математичного факультету  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 12 від 30 серпня 2022 р.)



Завідувача кафедри

  
проф. Кирилич В. М.

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**«Системна динаміка»,**

що викладається в межах ОПП Математична економіка та економетрика  
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів із спеціальності  
111 – математика, спеціалізації математична економіка та економетрика.

<b>Назва дисципліни</b>	Системна динаміка
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Механіко-математичний факультет, ауд. 372
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Механіко-математичний факультет, кафедра математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	11 – математика і статистика; 111 – математика; спеціалізація математична економіка та економетрика
<b>Викладачі дисципліни</b>	Оліскевич Маріанна Олександрівна, доктор економічних наук, професор
<b>Контактна інформація викладачів</b>	marianna.oliskevych@lnu.edu.ua <a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/oliskevych-m-o">https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/oliskevych-m-o</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	ауд. 354 – кафедра математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики, четвер 16.30 он-лайн консультації marianna.oliskevych@lnu.edu.ua
<b>Сторінка дисципліни</b>	<a href="https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4564">https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4564</a> <a href="https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4564">Курс: Системна динаміка (lnu.edu.ua)</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна «Системна динаміка» є вибірковою дисципліною із спеціальності 111 – математика для освітньої програми математична економіка та економетрика підготовки магістра, яка викладається в II семестрі в обсязі 6 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS)
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Навчальну дисципліну розроблено так, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб будувати та аналізувати моделі системної динаміки для аналізу динамічних процесів. Тому в дисципліні представлено як огляд концепцій розроблення моделей системної динаміки, так і процесів та інструментів, які потрібні для побудови, калібрування й аналізу економетричних моделей системної динаміки різного типу, їх використання в практичному моделюванні
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Системна динаміка» є ознайомлення студентів із завданнями моделювання на підставі принципів системної динаміки та методів імітаційного моделювання для оволодіння сучасними підходами та інструментами для моделювання динамічних систем, аналізу поведінки нелінійних процесів, аналізу взаємозв'язків елементів складних економічних та фінансових систем в динаміці
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wheat, I. David, Oliskevych M., Novik A. (2021) Get Started with Macro Modeling Cavana, R.Y., Dangerfield, B., Pavlov, O.V., Radzicki, M.J., Wheat, I.D. // Feedback Economics. Economic Modeling with System Dynamics. Springer International Publishing. 630 p.</li> <li>2. Лук'яненко, І., Віт, Д., Оліскевич, М., Шумська, С., Близнюк, В., Прімерова, О., Семко, Р., Зварич, О., Токарчук, Т., Дадашова, П., Новік, А., Донкоглова, Т., Насаченко, М., Донкоглова, Н. (2020). Фінансова політика в умовах тінізації та дисбалансів на ринку праці : методологія та інструментарій : монографія. / за ред. І. Г. Лук'яненко. Київ : Національний університет «Києво-Могилянська академія», 443 с.</li> <li>3. Sterman, J. D. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. New York, Irwin. McGraw- Hill, 982 p.</li> </ol>

	<p>4. Barlas, Y. (2007). System Dynamics: Systemic Feedback Modeling for Policy Analysis. Knowledge for Sustainable Development. Encyclopedia of Life Support Systems. Vol.1, UNESCO, Oxford, pp. 1131 – 1175.</p> <p>5. Oliskevych M., Barabash, G., Dosyn, K. (2018). System Dynamics Approach to Modelling of Migration in Ukraine. Проблеми системного підходу в економіці. Вип. 1(63). С. 185–191.</p> <p>6. Kozytskyu, V., Pabyrivska, N., Beregova, G. (2021). Modeling of Wages and Prices Behavior: System Dynamic Approach. WSEAS Transactions on Computers. 21, pp. 44-50.</p> <p>7. Kozytskyi V., Beregova G., Pabyrivska N. (2020). System Dynamic Nonlinear Modeling of Price Stability. Проблеми системного підходу в економіці. Національний авіаційний університет. Київ. Вип. 1(75). Р. 148-153.</p> <p>8. Kozytskyi V., Pabyrivska N., Pabyrivskyi V. (2020). Peculiarities of Biffurcation in Price Dynamics. Приазовський економічний вісник. Класичний приватний університет. Запоріжжя. Вип. 1(18). Р. 321-328.</p>
<b>Обсяг курсу</b>	180 годин. З них: 48 години аудиторних занять (32 години лекцій і 16 години практичних занять) та 132 год. самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Знати основні теоретичні принципи системної динаміки, імітаційного моделювання, формулювання та розв’язання динамічних проблем на мікро- та макрорівні</li> <li>– Вміти ідентифікувати динамічні проблеми; структурно представляти та ілюструвати взаємозв’язки між елементами систем на рівні окремих структурних елементів та блоків, працювати в програмному середовищі Stella Architect; проводити аналіз чутливості системи до зміни її параметрів за допомогою сценарного відтворення динаміки процесів, що виникають між всіма ланками складних систем з метою пошуку оптимальних та ефективних методів управління та регулювання, проводити аналіз впливу шоків враховуючи затримки різних типів</li> </ul> <p>Курс забезпечує набуття таких компетентностей та програмних результатів навчання: ЗК4, ЗК5, ЗК7, ФК1, ФК7, ФК9, ПРН4, ПРН10, ПРН16, ПРН19</p>
<b>Ключові слова</b>	Модель системної динаміки, динамічна модель, імітаційне моделювання, петлі зворотного зв’язку, матеріальні та інформаційні затримки
<b>Формат курсу</b>	Очний
	Проведення лекцій, практичних занять та консультації для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	<p>Тема 1. Миттєві та кумулятивні ефекти. Запаси і потоки. Умови рівноваги.</p> <p>Тема 2. Графічне інтегрування та диференціювання. Структурні і поведінкові графіки. Петлі. Зворотний зв’язок.</p> <p>Тема 3. Типи діаграм. Stock-and-Flow діаграма. Causal-Loop діаграма.</p> <p>Тема 4. Reinforcing loop. Період подвоєння. Правило 70. Збіжність до рівноваги. Репелор. Модель зростання населення.</p> <p>Тема 5. Balancing loop. Збіжність до рівноваги. Атрактор. STEP і IMPULSE функції. Модель охолодження продукту.</p> <p>Тема 6. Нелінійні моделі. Модель хижак-жертва. Екологічні моделі.</p> <p>Тема 7. Інформаційні затримки. Вплив зміни T. Вплив зміни N. Модель формування очікувань.</p> <p>Тема 8. Матеріальні затримки. Вплив зміни T. Вплив зміни N. Модель поглинання токсичних речовин. Модель поштових надходжень.</p>

	Тема 9. Модель поширення епідемії.
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік в кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з диференціальних рівнянь, математичної економіки, основ економетрії достатніх для сприйняття категоріального апарату методів побудови моделей системної динаміки, розуміння джерел динаміки поведінки змінних та взаємозв'язків між змінними
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентації, лекції, практичні заняття, дискусії, консультації.
<b>Необхідне обладнання</b>	Використання програмного забезпечення і операційних систем, MS Word, Stella Architect, MS PowerPoint

<p><b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b></p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Оцінювання проводиться протягом семестру за такими видами робіт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Індивідуальні/самостійні проекти доповіді: 50% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 50;</li> <li>• контрольні заміри (модулі): 50% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 50.</li> </ul> <p>Загалом протягом семестру 100 балів.</p> <p><b>Письмові роботи:</b> Очікується, що студенти виконають декілька видів письмових робіт (тести, побудова і аналіз моделей).</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали, набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p><b>Питання до екзамену (чи питання до контрольної роботи)</b></p>	<p>Матеріали на залік розміщені на сайті предмету <a href="https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4564">https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4564</a>  Курс: Системна динаміка (lnu.edu.ua)</p>
<p><b>Опитування</b></p>	<p>Анкет-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенні курсу.</p>

## Схема курсу

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота	Література, *** Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1	Миттєві та кумулятивні ефекти. Запаси і потоки. Умови рівноваги.	лекція	<a href="#">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції 2 год	
2	Графічне інтегрування та диференціювання.	лекція, практична	<a href="#">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
3	Структурні і поведінкові графіки. Петлі. Зворотний зв'язок.	лекція	<a href="#">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції 2 год	
4	Типи діаграм. Stock-and-Flow діаграма. Causal-Loop діаграма.	лекція, практична	<a href="#">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
5	Reinforcing loop. Період подвоєння. Правило 70.	лекція	<a href="#">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції 2 год	
6	Збіжність до рівноваги. Репелор. Модель зростання населення.	лекція, практична	<a href="#">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
7	Balancing loop. Збіжність до рівноваги. Атрактор.	лекція	<a href="#">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції 2 год	
8	STEP і IMPULSE функції. Модель охолодження продукту.	лекція, практична	<a href="#">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
9	Моделювання процесів приймання ліків. Крапельне введення медикаментів.	лекція	<a href="#">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції 2 год	
10	Моделювання приймання ліків у таблетках.	лекція, практична	<a href="#">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції,	

				провести моделювання 4 год	
11	Нелінійні моделі. Модель хижак-жертва.	лекція	<a href="http://Inu.edu.ua">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції 2 год	
12	Моделювання насичення ринку.	лекція, практична	<a href="http://Inu.edu.ua">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
13	Інформаційні затримки. Вплив зміни T. Вплив зміни N. Модель формування очікувань.	лекція	<a href="http://Inu.edu.ua">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції 2 год	
14	Модель поглинання токсичних речовин. Модель поштових надходжень.	лекція, практична	<a href="http://Inu.edu.ua">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
15	Матеріальні затримки. Вплив зміни T. Вплив зміни N.	лекція	<a href="http://Inu.edu.ua">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції 2 год	
16	Модель поширення епідемії	лекція, практична	<a href="http://Inu.edu.ua">Курс: Системна динаміка (Inu.edu.ua)</a>	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	