

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
«Імітаційне моделювання»,

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.

Назва дисципліни	Імітаційне моделювання
Адреса викладання дисципліни	Механіко-математичний факультет, ауд. 372
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет, кафедра математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 – математика та статистика; 111 – математика; спеціалізація математична економіка та економетрика
Викладачі дисципліни	Оліскевич Маріанна Олександрівна, доктор економічних наук, професор
Контактна інформація викладачів	marianna.oliskevych@lnu.edu.ua https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/oliskevych-m-o
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	ауд. 354 – кафедра математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики, четвер 16.30 он-лайн консультації marianna.oliskevych@lnu.edu.ua
Сторінка дисципліни	https://new.mmf.lnu.edu.ua/department/meefsm
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Імітаційне моделювання» 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)
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено так, щоб надати учасникам необхідні знання, потрібні для того, щоб проводити імітаційне моделювання, аналізувати моделі динамічних процесів. В дисципліні представлено огляд концепцій розроблення імітаційних моделей, методи обчислення значень певних характеристик процесу, що розвивається в часі, шляхом відтворення течії цього процесу на комп'ютері за допомогою його математичної моделі, використання імітаційних моделей в практичному моделюванні
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Імітаційне моделювання» є ознайомлення студентів із завданнями моделювання на підставі принципів імітаційного моделювання, обчислення характеристик динамічних процесів для моделювання динамічних систем, проведення симуляцій, аналізу взаємозв'язків елементів складних економічних та фінансових систем в динаміці
Література для вивчення дисципліни	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. 2. Law, Averill (2013). Simulation Modeling and Analysis. 5 th ed. McGraw-Hill Education. Series in Industrial Engineering and Management. 770P. 3. Sterman, J. D. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. New York, Irwin. McGraw- Hill, 982 p. 4. Лук'яненко, Ірина; Насаченко, Марія (2019). Підходи до розроблення імітаційної агрегованої макромоделі української економіки з урахуванням тіньового сектору та ринку праці. Монографія. Київ : НаУКМА, 74 с.
Обсяг курсу	180 годин. З них: 48 години аудиторних занять (32 години лекцій і 16 години практичних занять) та 132 год. самостійної роботи

Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Знати основні теоретичні принципи імітаційного моделювання, формулювання та розв’язання динамічних проблем, – Вміти ідентифікувати динамічні проблеми; структурно представляти та ілюструвати взаємозв’язки між елементами систем на рівні окремих проєктів, проводити верифікацію моделі, аналізувати результати моделювання за умови зміни параметрів та структурних шоків <p>Курс забезпечує набуття таких компетентностей та програмних результатів навчання: ЗК4, ЗК5, ЗК7, ФК1, ФК7, ФК9, ПРН4, ПРН10, ПРН16, ПРН19</p>
Ключові слова	Імітаційна модель, симуляції, динамічна модель, петлі зворотного зв'язку, системна динаміка
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, практичних занять та консультації для кращого розуміння тем
Теми	<p>Тема 1. Симуляції дискретних систем. Симуляція потоків та запасів. Різницеві рівняння.</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. Пакети прикладних програм для реалізації симуляцій. Stella Architect. Vensim.</p> <p>Тема 5. Reinforcing loop. Репелор. Balancing loop. Збіжність до рівноваги. Атрактор. STEP і IMPULSE функції.</p> <p>Тема 6. Методи оцінювання математичного сподівання, дисперсії, кореляцій. Розподіли випадкових величин. Тестування гіпотез.</p> <p>Тема 7. Генерування випадкових величин. Емпіричні і теоретичні тести.</p> <p>Тема 8. Оцінювання і верифікація адекватності імітаційних моделей.</p> <p>Тема 9. Аналіз результатів моделювання. Аналіз чутливості результатів моделювання до зміни параметрів моделі. Вплив шоків на динаміку процесів.</p> <p>Тема 10. Імітаційні агреговані моделі української економіки.</p>
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Пререквізити	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
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, практичні заняття, дискусії, консультації.
Необхідне обладнання	Використання програмного забезпечення і операційних систем, MS Word, Stella Architect, Vensim

<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Оцінювання проводиться протягом семестру за такими видами робіт:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Індивідуальні/самостійні проекти доповіді: 50% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 50; • контрольні заміри (модулі): 50% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 50. <p>Загалом протягом семестру 100 балів.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що студенти виконають декілька видів письмових робіт (тести, побудова і аналіз моделей).</p> <p>Академічна доброчесність: 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>Відвідання занять 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>Література. 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>Політика виставлення балів. 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>Питання до екзамену (чи питання до контрольної роботи)</p>	<p>Матеріали на залік розміщуються на сайті предмету https://new.mmf.lnu.edu.ua/department/meefsm</p>
<p>Опитування</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	Симуляції дискретних систем.	лекція	Law, Averill (2013). Simulation Modeling and Analysis. 5 th ed. Mcgraw-Hill Education. Series in Industrial Engineering and Management.770P	Опрацювати питання лекції 2 год	
2	Симуляція потоків та запасів. Різницеві рівняння.	лекція, практична	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.	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
3	Графічне інтегрування та диференціювання.	лекція	Sterman, J. D. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. New York, Irwin. McGraw- Hill, 982 p.	Опрацювати питання лекції 2 год	
4	Структурні і поведінкові графіки. Петлі. Зворотний зв'язок.	лекція, практична	https://www.iseesystems.com	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
5	Типи діаграм. Stock-and-Flow діаграма. Causal-Loop діаграма.	лекція	https://vensim.com	Опрацювати питання лекції 2 год	
6	Пакети прикладних програм для реалізації симуляцій. Stella Architect	лекція, практична		Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
7	Пакети прикладних програм для реалізації симуляцій. Vensim	лекція		Опрацювати питання лекції	

				2 год	
8	Reinforcing loop. Період подвоєння. Правило 70. Збіжність до рівноваги. Репелор. Модель зростання населення.	лекція, практична	Sterman, J. D. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. New York, Irwin. McGraw- Hill, 982 p.	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
9	Balancing loop. Збіжність до рівноваги. Атрактор.	лекція		Опрацювати питання лекції 2 год	
10	STEP і IMPULSE функції. Способи моделювання впливу тимчасових і постійних шоків.	лекція, практична	https://www.iseesystems.com	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
11	Методи оцінювання математичного сподівання, дисперсії, кореляцій.	лекція	Law, Averill (2013). Simulation Modeling and Analysis. 5 th ed. Mcgraw-Hill Education. Series in Industrial Engineering and Management.770P	Опрацювати питання лекції 2 год	
12	Розподіли випадкових величин. Тестування гіпотез.	лекція, практична	Wheat, I. David, Oliskevych M., Novik A. (2021). Get Started with Macro Modeling	Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
13	Генерування випадкових величин. Емпіричні і теоретичні тести.	лекція	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.	Опрацювати питання лекції 2 год	
14	Оцінювання і верифікація адекватності імітаційних моделей	лекція, практична		Опрацювати питання лекції, провести моделювання 4 год	
15	Імітаційні агреговані моделі української економіки.	лекція	Лук'яненко, Ірина; Насаченко, Марія (2019). Підходи до розроблення імітаційної агрегованої макромоделі української	Опрацювати питання лекції 2 год	
16	Імітаційні агреговані моделі української економіки.	лекція, практична		Опрацювати питання	

			економіки з урахуванням тіньового сектору та ринку праці. Монографія. Київ : НаУКМА, 74с	лекції, провести моделюв ання 4 год	
--	--	--	---	---	--