

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**

Факультет/інститут математики та інформатики

Кафедра диференціальних рівнянь і прикладної математики

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання складних економічних систем

Освітня програма Економіка

Спеціальність 051 Економіка

Галузь знань 05 Соціальні та поведінкові науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Моделювання складних економічних систем
Викладач (-і)	д.ф.м.н., проф. Дмитришин М.І.
Контактний телефон викладача	(0342)596027
E-mail викладача	marian.dmytryshyn@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очний
Обсяг дисципліни	3 кредити ECTS
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/index.php?
Консультації	Очні консультації: згідно розкладу консультацій
2. Анотація до курсу	
<p>Соціально-економічні системи відносяться до класу так званих складних систем, ефективне дослідження яких можливе засобами міждисциплінарної науки - теорії складних систем. Оскільки подібні системи практично виключають можливості їх аналітичного дослідження, найбільш дієвим інструментарієм стають методи комп'ютерного моделювання.</p> <p>Курс являє собою цикл лекційних та практичних занять, присвячених вивченню сучасних практичних технологій комп'ютерного моделювання економічних систем, необхідних для розуміння причинно-наслідкових зв'язків в економіці, прогнозуванні, плануванні, прийняття рішень менеджерами сучасних засобів, призначених для інженерних розрахунків і візуалізації отриманих даних. Тематика прикладів моделювання охоплює дослідження процесів ринкової рівноваги, проектування оптимальної ставки оподаткування бізнесу, аналіз динаміки циклів і криз, оптимальне планування в фірмах, банках, страхових компаніях і пенсійних фондах.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Метою викладання навчальної дисципліни «Моделювання складних економічних систем» є вивчення методології і технології математичного комп'ютерного моделювання в процесі проектування, дослідження та експлуатації складних систем; набуття практичних навичок використання математичного моделювання в задачах аналізу і синтезу інформаційних управляючих систем (ІУС) і технологій.</p> <p>Основними завданнями вивчення дисципліни «Моделювання складних економічних систем» є що мають бути вирішені у процесі вивчення дисципліни, є набуття знань з основних аспектів моделювання систем, формування початкових умінь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – створення моделей процесів функціонування складних систем; – вибору та використання методів їх формалізації і алгоритмізації; – використання сучасних програмно-технічних засобів обчислювальної техніки для реалізації моделей, під час проектування, дослідження та експлуатації ІУС; – аналізу та обробка результатів моделювання систем організаційного управління. <p>Згідно з вимогами освітньо-наукової програми здобувачі повинні:</p> <p>знати: концептуальні засади математичного моделювання складних економічних систем; аспекти використання теоретичних положень економіко-математичного моделювання до вирішення конкретних практичних задач; аспекти використання пакетів прикладних програм до вирішення конкретних практичних задач.</p> <p>вміти: застосовувати економіко-математичні моделі в теоретичних дослідженнях та при вирішенні практичних задач моделювання складних економічних систем; застосовувати на практиці пакети прикладних програм для економіко-математичного</p>	

моделювання складних економічних систем та використовувати їх до вирішення конкретних економічних задач.

Результатом вивчення дисципліни повинна стати спроможність здобувачів самостійно опрацьовувати необхідну літературу, поглиблювати знання, розвивати логічне мислення, використовувати методи системного моделювання під час проектування, дослідження та експлуатації ІУС, розробляти схеми моделюючих алгоритмів, проводити планування машинних експериментів, реалізувати моделюючі алгоритми на ЕОМ, виконувати обробку та аналіз результатів моделювання систем організаційного управління.

4. Результати навчання (компетентності)

Результати навчання:

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з економіки, управління соціально-економічними системами і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку.

РН03. Розробляти та досліджувати фундаментальні та прикладні моделі соціально-економічних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у економіці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН04. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу великих масивів даних та/або складної структури, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні системи.

РН09. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, емпіричних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

Компетентності:

ІК - Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у сфері економіки, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК03. Здатність використовувати сучасні методології, методи та інструменти емпіричних і теоретичних досліджень у сфері економіки, методи комп'ютерного моделювання, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та науково-педагогічній діяльності.

СК06. Здатність обґрунтовувати та готувати економічні рішення на основі розуміння закономірностей розвитку соціально-економічних систем і процесів із застосуванням математичних методів та моделей.

5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу - 90 год.

Вид заняття		Загальна кількість годин	
Лекції		20	
Практичні		10	
Самостійна робота		60	
Ознаки курсу			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Обов'язковий / вибірковий
1	051 Економіка	I	Вибіркові дисципліни
Тематика курсу			

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
<p>Тема 1. Загальні положення та визначення. Поняття системи. Поняття моделі. Співвідношення між системою та моделлю. Класифікація моделей. Вимоги до моделей. Основні види моделювання. Декомпозиція систем і простір станів. Формальні методи побудови моделей: кібернетичний підхід, системна динаміка, теоретико-множинний підхід. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання.</p>	Лекція, практичне заняття	[2,3,14, 15]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом
<p>Тема 2. Моделі систем масового обслуговування. Характеристики систем масового обслуговування: вхідний потік, організація черги, правила обслуговування вимог, вихідний потік вимог, режими роботи системи масового обслуговування. Типи моделей систем масового обслуговування. Формула Літгла. Одноканальні та багатоканальні системи масового обслуговування. Основи дискретно-подвійного моделювання систем масового обслуговування. Мережі систем масового обслуговування.</p>	Лекція, практичне заняття	[1,3,10, 11,13]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття, розв'язати задачі	0,1	До наступного заняття за розкладом
<p>Тема 3. Мережі Петрі. Розмітка мережі Петрі. Формальне визначення мереж Петрі. Розширення простих мереж Петрі. Формалізоване зображення моделі за допомогою мережі Петрі. Розширення можливостей вузлів та дуг під час моделювання. Розширення можливостей</p>	Лекція, практичне заняття	[1,3, 10, 11, 15]	Опрацювати лекційний матеріал, Пройти тестування до теми	0,1	До наступного заняття за розкладом

переходів під час моделювання.					
<p>Тема 4. Ймовірнісне моделювання. Метод статистичних випробувань. Генератори випадкових чисел. Перевірка послідовностей випадкових чисел. Моделювання випадкових подій та дискретних величин: незалежні випадкові події, група несумісних подій, умовна подія, випадкова дискретна величина, геометричний розподіл, біноміальний розподіл, розподіл Пуассона. Моделювання неперервних випадкових величин: метод оберненої функції, рівномірний розподіл, експоненційний розподіл, пуассонівський потік, нормальний розподіл, логарифмічно-нормальний розподіл, розподіл та потоки Ерланга, гамма- та бета-розподіли, розподіл Вейбулла, гіпер- та гіпоекспоненціальні розподіли. Моделювання випадкових векторів та випадкових процесів. Статистична обробка результатів моделювання: оцінювання ймовірності, розподілу випадкової величини, математичного сподівання, дисперсії, кореляційного моменту. Визначення кількості реалізацій під час моделювання випадкових величин, оцінювання ймовірності та середнього значення.</p>	Лекція, практичне заняття	[1, 4; 5,8; 9]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом
<p>Тема 5. Імітаційне моделювання. Доцільність використання імітаційного моделювання. Методи проектування імітаційних</p>	Лекція, практичне заняття	[1; 4; 5, 10, 12]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до	0,1	До наступного заняття за розкладом

<p>моделей: варіантний, ітераційний та ієрархічні методи. Формулювання проблеми та змістовна постановка задачі імітаційного моделювання. Розроблення концептуальної моделі, вибір ступеня деталізації опису об'єкта моделювання, опис змінних моделі, формалізоване зображення концептуальної моделі. Програмна реалізація імітаційної моделі. Автоматизація програмування. Імітаційна модель персонального комп'ютера. Перевірка достовірності і правильності імітаційних моделей.</p>			практично го заняття		
<p>Тема 6. Програмне забезпечення імітаційного моделювання Принципи побудови мов моделювання. Квазіпаралельна робота програм у модельному часі. Стани процесів. Організація керування процесом моделювання. Системи планування в мовах моделювання. Розвиток технологій та засобів імітаційного моделювання. Системи імітаційного моделювання. Мови моделювання: GPSS, SIMSCRIPT. Система імітаційного моделювання Taylor II Simulation і Taylor ED. Об'єктно-орієнтоване візуальне моделювання. Об'єктно-орієнтований пакет SIMPLE++. Інтерактивний пакет для моделювання Simulink. Системи візуального моделювання неперервних процесів. Методи штучного інтелекту в імітаційному</p>	Лекція, практичне заняття	[1; 4; 9, 18]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом

моделюванні.						
Тема 7. Планування та проведення експериментів з моделями Проблеми планування імітаційних експериментів. Оцінювання точності результатів моделювання. Перехідний та стаціонарний режими роботи моделі. Метод реплікацій і вилучення. Ергодичні та регенеративні процеси. Методи зниження дисперсії. Факторний план. Дисперсійний аналіз ANOVA. Особливості планування експериментів. Повний факторний експеримент. Дробовий дворівневий факторний експеримент. Пошук екстремальних значень на поверхні відгуку. Прискорення процесу імітаційного моделювання.		Лекція, практичне заняття	[1; 5,6, 10,16-18]	Опрацювати лекційний матеріал, пройти тестування до попередніх тем	0,1	До наступного заняття за розкладом
Тема 8. Прийняття рішень за результатами моделювання Подання результатів моделювання. Методи прийняття рішень. Методи оптимізації та їх використання під час проектування. Прийняття рішень щодо удосконалення системи. Порівняння альтернативних варіантів системи. Приклади прийняття рішень за допомогою імітаційного моделювання.		Лекція, практичне заняття	[1; 4,8,9, 10, 12,13]	Опрацювати лекційний матеріал, пройти тестування до попередніх тем	0,2	До наступного заняття за розкладом
Підсумкове практичне заняття		Практичне заняття		Підготуватись до контрольної роботи	0,1	Згідно розкладу
6. Система оцінювання курсу						
Загальна система оцінювання курсу	100 бальна– 50 балів протягом семестру та 50 балів за екзамен; “відмінно” – аспірант демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, наводить повний обґрунтований розв’язок прикладів та задач, аналізує причинно-наслідкові зв’язки; вільно володіє науковими термінами;					

	<p>“добре” – аспірант демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вмiє застосувати його до розв’язання конкретних прикладів та задач, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності розв’язках;</p> <p>“задовiльно” – аспірант володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послiдовно і логiчно, допускає iстотні пропуски у відповіді, не завжди вмiє правильно застосувати набуті знання до розв’язання конкретних прикладів та задач, нечітко, а iнколи й невірно формулює основні твердження та причинно-наслідковi зв’язки;</p> <p>“незадовiльно” – аспірант не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умiнь, навичок, науковими термінами.</p>
Вимоги до письмової роботи	Вiдповiдно до навчального плану, аспірант виконує одну контрольну роботу, яка є допуском до складання iспиту. Головна її мета – перевiрка самостiйної роботи аспірантiв в процесі навчання, виявлення ступеня засвоєння ними теоретичних положень курсу. При розв’язанні задач аспірант має детально вказувати, яким саме був хiд його роздумiв, який аналітичний апарат використано.
Практичні заняття	Практичне заняття проводиться з метою формування у аспірантiв умiнь і навичок з предмету, вирiшення сформульованих завдань, їх перевiрка та оцiнювання. За метою і структурою практичні заняття є ланцюжком, який пов’язує теоретичне навчання і навчальну практику з дисциплiни, а також передбачає попередній контроль знань аспірантiв. Оцiнка за практичне заняття враховується при виставленні підсумкової оцiнки з дисциплiни.
Умови допуску до підсумкового контролю	<ul style="list-style-type: none"> – оцiнка за поточне тестування (10 балiв); – оцiнка за вiдповiдi на всi основні та додатковi запитання під час аудиторних занять (15 балiв); – оцiнка за контрольну роботу (15 балiв); – оцiнка за самостiйну роботу (10 балiв).
7. Полiтика курсу	
<p>- самостiйне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатiв навчання (для осiб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх iндивiдуальних потреб і можливостей);</p> <p>- посилення на джерела iнформації у разі використання iдей, розробок, тверджень, вiдомостей;</p> <p>- надання достовiрної iнформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) дiяльностi, використанi методики досліджень і джерела iнформації.</p> <p>Засвоєння пропущеної теми лекції з поважної причини перевiряється протягом складання підсумкового контролю. Пропуск лекції з неповажної причини вiдпрацьовується вiдповiдно до вимог кафедри, що встановлені на засiданні кафедри (спiвбесiда, реферат тощо).</p> <p>Пропущені практичні заняття, незалежно вiд причини пропуску, аспірант вiдпрацьовує згiдно з графіком консультацій. Поточні „2”, отримані аспірантом під час засвоєння вiдповiдної теми на практичному занятті перескладаються викладачевi, який веде заняття до складання підсумкового контролю з обов’язковою вiдмiткою у журналі облiку роботи академічних груп.</p>	
8. Рекомендована лiтература	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Вовк В. М. Математичні методи дослідження операцій в економіко-виробничих системах: Монографія.– Львів: ЛНУ ім. Iвана Франка, 2007.– 584 с. 2. Дудник I.М. Вступ до загальної теорії систем: Навчальний посiбник/ I.М. Дудник. - К.: Кондор, 2009. - 205 с. 	

3. Дудар З.В. Моделювання систем: Навчальний посібник. – Харків: ХНУРК, 2004. – 112 с.
4. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навчальний посібник. – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.
5. Інформаційні системи в економіці / Під ред. В.С. Пономаренка. - К.: ВЦ Академія, 2002.
6. Інформаційні системи та інформаційні технології в економіці / Клімушин П.С. та ін. - К.: ВЦ Академія, 2002.
7. Маслов В.П. Інформаційні системи і технології в економіці. - Х.: Вид-во ХарРІ НАДУ «Магістр», 2011.
8. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки: Монографія. – К.: ЦНЛ, 2005.– 206 с.
9. Рогоза М. Є. Нелінійні моделі та аналіз складних систем: навчальний посібник: в 2 ч. / М. Є. Рогоза, С. К. Рамазанов, Е. К. Мусаєва. – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011.
10. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 1999. – 208 с [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://studentam.kiev.ua/content/view/701/94/>.
11. Соловйов В.М. Моделювання складних економічних систем: навч. посібник. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2010. – 119 с.
12. Соколовська З.М., Клепікова О.А. Комп'ютерне моделювання складних економічних систем : [монографія] / З.М. Соколовська, О.А. Клепікова. — Одеса: Астропринт, 2011. — 512с.
13. Соколовська З.М., Яценко Н. В. Засоби імітаційного моделювання економічних систем: Навч. посібник. — Одеса: ОДЕУ, 2003. — 240 с.
14. Старіш О.Г. Системологія: Підручник/ О.Г. Старіш. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 232 с.
15. Томашевський В.М. Моделювання систем: Підручник/ В.М. Томашевський. - К.: Видавнича група ВНУ, 2005. - 352 с.
16. Dmytryshyn M., Dmytryshyn L. A model of diffusion in the income distribution of the population // International Scientific Conference “Applied Mathematics and Information Technology” (September, 12–15 September 2022): Materials of Conference. – Chernivtsi, 2022. – P. 165-166.
17. Embrechts R, Kluppelberg C. and Mikosch T. Modelling extremal events for insurance and finance. Springer, 2009. – 410 p.
18. Garzotto F., Ghezzi C., Mandrioli D., Morzenti A. An exercise on the specification of real-time systems using logic programming, Int. Rep. 86—131, Dipartimento di elettronica politecnico di Milano, 2008. – 510 p.