

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

Факультет/інститут економічний

Кафедра економічної кібернетики

**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 № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ 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

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Моделювання складних економічних систем
<b>Викладач (-і)</b>	д.е.н., проф. Благун І.С.
<b>Контактний телефон викладача</b>	+38(050)5262131
<b>Е-mail викладача</b>	ivan.blahun@pnu.edu.ua
<b>Формат дисципліни</b>	Очний
<b>Обсяг дисципліни</b>	3 кредити ECTS
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	
<b>Консультації</b>	Очні консультації: згідно розкладу консультацій
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Соціально-економічні системи відносяться до класу так званих складних систем, ефективно 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>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p><b>Метою</b> 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><b>Основними завданнями</b> вивчення дисципліни «Моделювання складних економічних систем» є що мають бути вирішені у процесі вивчення дисципліни, є набуття знань з основних розділів математики моделювання систем, формування початкових умінь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– створення моделей процесів функціонування складних систем;</li> <li>– вибору та використання методів їх формалізації і алгоритмізації;</li> <li>– використання сучасних програмно-технічних засобів обчислювальної техніки для реалізації моделей, під час проектування, дослідження та експлуатації ІУС;</li> <li>– аналізу та обробка результатів моделювання систем організаційного управління.</li> </ul> <p>Згідно з вимогами освітньо-наукової програми здобувачі повинні:</p> <p><b>знати:</b> 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><b>вміти:</b> 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 математичну 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:

4. Розуміти принципи економічної науки, особливості функціонування економічних систем.

10. Проводити аналіз функціонування та розвитку суб'єктів господарювання, визначати функціональні сфери, розраховувати відповідні показники які характеризують результативність їх діяльності

19. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології для вирішення соціально-економічних завдань, підготовки та представлення аналітичних звітів.

##### Компетентності:

ІК - Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в економічній сфері, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, що передбачає застосування теорій та методів економічної науки.

ЗК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК8. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК4. Здатність пояснювати економічні та соціальні процеси і явища на основі теоретичних моделей, аналізувати і змістовно інтерпретувати отримані результати.

СК7. Здатність застосовувати комп'ютерні технології та програмне забезпечення з обробки даних для вирішення економічних завдань, аналізу інформації та підготовки аналітичних звітів.

#### 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
3	051 Економіка	II	Вибіркові дисципліни

##### Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Тема 1. Загальні положення та визначення.</b> 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,	Лекція, практичне заняття	Основна: [1; 2]. Додатков а: [8; 9]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом

системна динаміка, теоретико-множинний підхід. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання.					
<b>Тема 2. Моделі систем масового обслуговування.</b> 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.	Лекція, практичне заняття	Основна: [1; 2]. Додатков а: [6]	Опрацюва ти лекційний матеріал, підготуват ися до практично го заняття, розв'язати задачі	0,1	До наступного заняття за розкладом
<b>Тема 3. Мережі Петрі.</b> 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 переходів під час моделювання.	Лекція, практичне заняття	Основна: [1 – 3]. Додатков а: [11]	Опрацюва ти лекційний матеріал, Пройти тестування до теми	0,1	До наступного заняття за розкладом
<b>Тема 4. Ймовірнісне моделювання.</b> 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	Лекція, практичне заняття	Основна: [1; 4; 5]. Додатков а: [8; 9]	Опрацюва ти лекційний матеріал, підготуват ися до практично го заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом

<p>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>					
<p><b>Тема 5. Імітаційне моделювання.</b> Доцільність використання імітаційного моделювання. Методи проектування імітаційних моделей: варіантний, ітераційний та ієрархічні методи. Формулювання проблеми та змістова постановка задачі імітаційного моделювання. Розроблення концептуальної моделі, вибір ступеня деталізації опису об'єкта моделювання, опис змінних моделі, формалізоване зображення концептуальної моделі. Програмна</p>	<p>Лекція, практичне заняття</p>	<p>Основна: [1; 4; 5]. Додатков а: [8; 9]</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття</p>	<p>0,1</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>

реалізація імітаційної моделі. Автоматизація програмування. Імітаційна модель персонального комп'ютера. Перевірка достовірності і правильності імітаційних моделей.					
<p><b>Тема 6. Програмне забезпечення імітаційного моделювання</b> 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++.</p> <p>Інтерактивний пакет для моделювання Simulink. Системи візуального моделювання неперервних процесів. Методи штучного інтелекту в імітаційному моделюванні.</p>	Лекція, практичне заняття	Основна: [1; 2]. Додатков а: [7; 8]	Опрацюва ти лекційний матеріал, підготуват ися до практично го заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом
<p><b>Тема 7. Планування та проведення експериментів з моделями</b> Проблеми планування імітаційних експериментів. Оцінювання точності результатів моделювання. Перехідний та стаціонарний режими роботи моделі. Метод реплікацій і вилучення. Ергодичні та регенеративні процеси. Методи зниження</p>	Лекція, практичне заняття	Основна: [1; 5,6]. Додатков а: [10]	Опрацюва ти лекційний матеріал, пройти тестування до попередніх тем	0,1	До наступного заняття за розкладом

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.					
<b>Тема 8. Прийняття рішень за результатами моделювання</b> 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	Основна: [1; 2; 5]. Додатков а: [7,12]	Опрацюва ти лекційний матеріал, пройти тестування до попередніх тем	0,2	До наступного заняття за розкладом
<b>Підсумкове практичне заняття</b>	Практичне заняття		Підготуват ись до контрольн ої роботи	0,1	Згідно розкладу

#### 6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	<p><b>100 бальна– 50 балів</b> протягом семестру та 50 балів за екзамен;</p> <p><b>“відмінно”</b> – студент 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> <p><b>“добре”</b> – студент демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє 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><b>“задовільно”</b> – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні пропуски у відповіді, не завжди вміє правильно застосувати набуті знання до розв’язання конкретних прикладів та задач, нечітко, а інколи й невірно формулює основні твердження та причинно-наслідкові зв’язки;</p> <p><b>“незадовільно”</b> – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами.</p>
Вимоги до письмової роботи	Відповідно до навчального плану, студент виконує одну контрольну роботу, яка є допуском до складання іспиту. Головна її мета – перевірка самостійної роботи студентів в процесі навчання, виявлення ступеня

	засвоєння ними теоретичних положень курсу. При розв'язанні задач студент має детально вказувати, яким саме був хід його роздумів, якими формулами він користувався.
Семінарські заняття	Практичне заняття проводиться з метою формування у студентів умінь і навичок з предмету, вирішення сформульованих завдань, їх перевірка та оцінювання. За метою і структурою практичні заняття є ланцюжком, який пов'язує теоретичне навчання і навчальну практику з дисципліни, а також передбачає попередній контроль знань студентів. Оцінка за практичне заняття враховується при виставленні підсумкової оцінки з дисципліни.
Умови допуску до підсумкового контролю	<ul style="list-style-type: none"> <li>– оцінка за поточне тестування (10 балів);</li> <li>– оцінка за відповіді на всі основні та додаткові запитання під час аудиторних занять (15 балів);</li> <li>– оцінка за контрольну роботу (15 балів);</li> <li>– оцінка за самостійну роботу (10 балів).</li> </ul>

#### **7. Політика курсу**

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);

- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;

- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

Засвоєння пропущеної теми лекції з поважної причини перевіряється під час складання підсумкового контролю. Пропуск лекції з неповажної причини відпрацьовується студентом відповідно до вимог кафедри, що встановлені на засіданні кафедри (співбесіда, реферат тощо).

Пропущені практичні, семінарські та лабораторні заняття, незалежно від причини пропуску, студент відпрацьовує згідно з графіком консультацій. Поточні „2”, отримані студентом під час засвоєння відповідної теми на практичному, семінарському та лабораторному занятті перескладаються викладачеві, який веде заняття до складання підсумкового контролю з обов'язковою відміткою у журналі обліку роботи академічних груп.

#### **8. Рекомендована література**

##### **Базова**

1. Варфоломеев В. И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем: Практикум. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 208 с.
2. Вожжов В.Д. Модели экономических систем. – М., 1991. – 64 с.
3. Дудник І.М. Вступ до загальної теорії систем: Навчальний посібник/ І. М. Дудник. - К.: Кондор, 2009. - 205 с.
4. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.
5. Інформаційні системи в економіці / Під ред. В.С. Пономаренка. - К.: ВЦ Академія, 2002.
6. Колесов Ю.Б. Моделирование систем. Практикум по компьютерному моделированию: учебное пособие/ Ю. Б. Колесов, Ю. Б. Сенченко. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 352 с. эл. опт. диск (CD-WORM).
7. Маслов В.П. Інформаційні системи і технологи в економіці. - К.: СЛОВО, 2003.
8. Райтингер М., Муч Г. Visual Basic 6.0. - К.: 2000.
9. Томашевський В.М. Моделювання систем: Підручник/ В.М. Томашевський. - К.: Видавнича група ВНУ, 2005. - 352 с. - (Інформатика: За заг. ред. академіка НАН України М.З. Згуровського).
10. Ярушкіна Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: Учеб.пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.

##### **Допоміжна**

1. Дудар З.В. Моделювання систем: Навч. посібник. – Харків: ХНУРК, 2004. – 112 с.

2. Електронний портал <http://simulation.in.ua>
3. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике: Учебн. пособие для вузов. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1999. – 407 с.
4. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в Волшебных странах. - М.: Логос, 2003.
5. 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/>.
6. Старіш О.Г. Системологія: Підручник/ О.Г. Старіш. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 232 с.

**Викладач**

**Благун І.С.**