

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

Робоча програма
навчальної дисципліни
"ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ"
для студентів напряму підготовки
6.030502 "Економічна кібернетика"
денної форми навчання

Харків. Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014

Затверджено на засіданні кафедри економічної кібернетики.
Протокол № 1 від 27.08.2013 р.

Укладач Ястребова Г. С.

P58 Робоча програма навчальної дисципліни "Імітаційне моделювання" для студентів напряму підготовки 6.030502 "Економічна кібернетика" денної форми навчання / укл. Г. С. Ястребова. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 43 с. (Укр. мов.)

Подано тематичний план навчальної дисципліни, її зміст за модулями і темами, перелік лабораторних занять, контрольні запитання, рекомендовані теми індивідуальних робіт і рефератів, систему оцінювання студентів.

Рекомендовано для студентів напряму підготовки 6.030502 "Економічна кібернетика" денної форми навчання.

Вступ

Реальні складні системи й об'єкти можна досліджувати, використовуючи два основних типи моделей: аналітичні й імітаційні. В аналітичних моделях поведінка системи (об'єкта, процесу) записується у вигляді деяких функціональних співвідношень або логічних умов. До аналітичних моделей також відносяться й моделі оптимізаційного типу, де повинне бути знайдене оптимальне рішення.

Коли явища в системі занадто складні й різноманітні, аналітична модель стає лише грубим наближенням. У таких умовах дослідник змушений застосовувати імітаційне моделювання. В імітаційній моделі поведінка системи описується за допомогою набору алгоритмів із застосуванням певної мови програмування, які реалізують ситуації, що виникають у реальній системі. Імітаційні моделі характеризуються точним відображенням економічного процесу або явища. Тому математичні моделі, які входять до їх складу, виявляються досить складними, у них присутні нелінійні й стохастичні залежності й змінні.

Навчальна дисципліна "Імітаційне моделювання" є складовою вибіркової частини циклу професійно орієнтованих дисциплін за напрямом підготовки "Економічна кібернетика".

Мета – розширення та поглиблення знань про принципи та методи побудови моделей, використання моделювання під час дослідження економічних та виробничих об'єктів та систем.

Завдання – оволодіння навичками побудови імітаційних моделей складних систем для забезпечення ґрунтовного прийняття рішень щодо управління ними.

Предмет – методи побудови та аналізу імітаційних моделей економічних систем.

Об'єктом вивчення дисципліни є імітаційні моделі складних систем, що складаються з великого числа взаємодіючих між собою підрозділів.

Імітаційне моделювання систем є невід'ємною частиною циклу управління системами. Воно дає фахівцю інструмент всебічного дослідження та аналізу складної системи, дозволяє провести попередній аналіз розроблюваних рішень щодо управління системою, провести оцінку майбутніх наслідків та можливих ускладнень у реалізації рішень. Використання імітаційних моделей у вигляді програм-тренажерів також є важливою складовою у підготовці фахівців різних галузей економіки.

Структура навчальної дисципліни наведена в табл. 1.

Структура навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна: підготовка бакалаврів	Галузь знань, напрям, підготовки, освітньо- кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 4; у тому числі: змістовних модулів – 2; самостійна робота	Галузь знань: 0305 "Економіка та підприємництво"	Вибіркова. Рік підготовки: 4. Семестр: 7
Кількість годин: усього – 144; за змістовними модулями: модуль 1 – 64 години; модуль 2 – 80 годин	Шифр та назва напрямку підготовки: 6.030502 "Економічна кібернетика"	Лекції: кількість годин – 34. Лабораторні: кількість годин – 34. Самостійна робота: кількість годин – 76, індивідуальні завдання
Кількість тижнів викладання навчальної дисципліни – 17 Кількість годин на тиждень – 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Вид контролю: ПМК

1. Кваліфікаційні вимоги до студентів

Навчальна дисципліна є складовою частиною загальної підготовки бакалаврів за напрямом підготовки "Економічна кібернетика". Вона має як широке теоретичне, так і конкретно-прикладне значення.

Програмою дисципліни передбачено проведення лекційних та лабораторних занять. Лабораторні заняття базуються на матеріалах лекцій, включають розгляд конкретних об'єктів і систем та побудову їх імітаційних моделей.

Самостійна робота студентів передбачає реалізацію на ЕОМ побудованих імітаційних моделей та їх випробування.

Необхідна навчальна база перед початком вивчення дисципліни. З метою найкращого засвоєння матеріалу студенти повинні до початку вивчення дисципліни опанувати знання і навички в галузі інформаційних технологій, математичного аналізу, теорії матриць, математичного програмування, теорії ймовірностей, теорії випадкових процесів, макроекономіки і мікроекономіки, економетрики, програмування.

Знання, отримані в дисципліні "Імітаційне моделювання", стануть основою для подальшого вивчення дисциплін економіко-математичного циклу, допоможуть при виконанні кваліфікаційних робіт.

Згідно з національною рамкою кваліфікації, дисципліна формує такі компетентності (табл. 2).

Основні компетентності

Знання	Уміння	Комунікація	Автономність і відповідальність
1	2	3	4
<p>Здатність класифікувати комп'ютерні математичні моделі, усвідомлювати поняття комп'ютерної імітації. Уміння конструювати концептуальні моделі об'єктів та процесів потокового типу. Здатність до відбору типів моделей, що потрібні для моделювання тої чи іншої динамічної ситуації, здатність до аналізу недоліків та переваги імітаційного моделювання щодо конкретних економічних проблем. Уміння проводити формалізації об'єкта або процесу. Здатність до класифікації засобів та систем імітаційного моделювання. Здатність до побудови імітаційних моделей конкретної економічної, соціально-економічної або виробничо-економічної системи на спеціальній мові програмування потокового типу на базі концепції системної динаміки. Здатність усвідомлювати поняття "псевдовипадкових чисел" та їх ролі у сучасних комп'ютерних та побутових системах. Можливість побудови випадкових чисел шляхом детермінованих перетворень. Уміння розробляти генератори псевдовипадкових чисел та моделі випадкових процесів на основі спостережень за системами. Здатність усвідомлювати поняття "модельний час" та розкривати принципи управління часом в імітаційних моделях. Навички щодо вдосконалення, розвитку та адаптації імітаційних моделей до нових умов застосування. Здатність до оцінки та аналізу придатності імітаційної моделі конкретної економічної, соціально-економічної або виробничо-економічної. Навички щодо розрахунку складних критеріїв адекватності генераторів псевдовипадкових чисел. Уміння класифікувати та відібрати найбільш інформативні показники придатності імітаційної моделі для дослідження реальної ситуації. Здатність до складної оцінки можливості застосування імітаційної моделі в реальних прикладних ситуаціях. Здатність визначати основні фактори, обмеження та можливості, що впливають на кінцевий результат моделювання, формувати цілі та задачі імітації, ключові якісні та кількісні відгуки соціально-економічної системи. Навички щодо тестування імітаційних моделей з великої кількості факторів, що впливають на результати моделювання. Можливість оцінювати чутливість моделей до тих чи інших змін. Уміння формувати цілі та задачі імітаційних експериментів з моделями систем. Здатність до розробки планів імітаційних експериментів за умови зниження трудових та фінансових витрат. Здатність до узагальнення результатів імітаційних експериментів; розробки пропозицій щодо удосконалення розглядуваного об'єкта імітаційного моделювання. Здатність використовувати статистичні методи з тим, щоб покращити ефективність імітаційного моделювання, а саме: зниження похибок, дисперсії, відсіч перехідного періоду, виявлення числа та довжини експериментів. Здатність обирати стратегії експериментування з імітаційними моделями. Здатність організації взаємодії імітаційних моделей у рамках систем імітаційного моделювання</p>			

Закінчення табл. 2

1	2	3	4
<p>Концептуальні знання, набуті у процесі навчання: ґрунтова математична підготовка в області методів дослідження операцій</p>	<p>здатність здійснювати аналіз функціонування й розвитку суб'єкта економічної діяльності, соціально-економічної системи макро-, мезо- і мікрорівня, виділяти найбільш актуальні завдання управління об'єктом; уміння формулювати мету управління економічною системою, формувати систему критеріїв якості управління; здатність до побудови економіко-математичної моделі завдання (комплексу завдань) для здійснення функцій керування; здатність виробляти керуючі рішення на основі прогнозування, моделювання й оцінки поточної ситуації й наслідків прийнятих рішень за допомогою економіко-математичних методів і моделей; уміння формувати інформаційні вимоги до розв'язуваного завдання керування, використати інформаційні технології при розробці економіко-математичної моделі, формуванні рішення і його реалізації</p>	<p>здатність обґрунтовувати власну точку зору на розв'язуване завдання керування на основі використання методів наукового пізнання, математичного моделювання, сучасного економіко-математичного інструментарію; здатність спілкуватися з колегами, клієнтами, партнерами, у тому числі іноземними, щодо конкретних питань діяльності підприємства, установи, організації; здатність складати аналітичні звіти, доповіді у письмовій формі та виступати з результатами власної роботи на нарадах, конференціях тощо</p>	<p>здатність самостійно розв'язувати поставлені завдання професійної діяльності із залученням сучасних методів, спеціалізованої методичної та наукової літератури, використанням сучасного програмного забезпечення; уміння до саморозвитку та удосконалення у професійній діяльності; здатність до подальшого навчання з певним рівнем автономності, зокрема, з використанням дистанційних технологій; виконання окремих функцій управління підприємством, установою, організацією, пов'язаних з обробкою інформації, побудовою моделей аналізу, прогнозування розвитку ситуації, підготовка рішень щодо оптимізації діяльності, функціонування інформаційних систем організації</p>

2. Тематичний план навчальної дисципліни

На початку вивчення дисципліни кожен студент має бути ознайомлений як з програмою дисципліни і формами організації навчання, так і зі структурою, змістом та обсягом кожного з її навчальних модулів, а також з усіма видами контролю та методикою оцінювання навчальної роботи.

Навчальний процес згідно з програмою навчальної дисципліни "Імітаційне моделювання" здійснюється у таких формах: лекційні та лабораторні заняття; самостійна робота студентів; контрольні заходи.

Вивчення студентом навчальної дисципліни відбувається шляхом послідовного і ґрунтовного опрацювання навчальних модулів. Навчальний модуль – це відносно окремих самостійний блок дисципліни, який логічно об'єднує кілька навчальних елементів дисципліни за змістом та взаємозв'язками.

Тематичний план даної дисципліни складається з двох модулів (табл. 3).

Таблиця 3

Структура залікового кредиту навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин, відведених на:			Разом
	лекції	лабора- торні заняття	самос- тійну роботу	
1	2	3	4	5
Змістовий модуль 1. Принципи побудови та експлуатації імітаційних моделей				
Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання	4	4	8	24
Тема 2. Засоби та системи імітаційного моделювання	2	2	4	12
Тема 3. Концепція методу системної динаміки	2	2	4	12
Тема 4. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло	4	4	8	24
Тема 5. Модельний час	4	4	8	24
Усього за модулем	16	16	32	64
Змістовний модуль 2. Прикладні аспекти імітаційного моделювання				
Тема 6. Оцінка та аналіз адекватності імітаційних моделей	6	6	12	24

1	2	3	4	5
Тема 7. Тестування імітаційних моделей та оцінка чутливості	4	4	10	18
Тема 8. Планування імітаційних експериментів у процесі дослідження та оптимізації систем	4	4	10	18
Тема 9. Статистичні аспекти імітаційного моделювання	4	4	12	20
Усього за модулем	18	18	44	80
Разом	34	34	76	144

3. Зміст навчальної дисципліни за модулями та темами

Змістовий модуль 1. Принципи побудови та експлуатації імітаційних моделей

Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання

Зміст імітаційного моделювання. Об'єкт дослідження. Розвиток імітаційних моделей. Аналітичні та імітаційні моделі. Умови застосування імітаційних моделей. Характеристика та принципи використання імітаційного моделювання. Принцип "чорного ящика". Механізм зворотного зв'язку. Структура імітаційного дослідження.

Тема 2. Засоби та системи імітаційного моделювання

Концепції імітаційного моделювання. Язикові, програмні, інформаційні та організаційні засоби імітаційного моделювання. Використання мов програмування високого рівня для імітації. Системи імітаційного моделювання.

Тема 3. Концепція методу системної динаміки

Принципи й концептуальні особливості методу системної динаміки Дж. Форрестера. Моделі системної динаміки. Динамічна складність. Затримки в петлях зворотних зв'язків.

Тема 4. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло

Сутність методу Монте-Карло. Галузі застосування методу. Переваги, проблеми та недоліки. Генерування випадкових величин під час машинної імітації. Методи побудови псевдовипадкових чисел.

Тема 5. Модельний час

Поняття про модельний час. Активність імітаційної моделі. Принципи зміни модельного часу. Управління часом в системах імітаційного моделювання.

Змістовний модуль 2. Прикладні аспекти імітаційного моделювання

Тема 6. Оцінка і аналіз адекватності імітаційних моделей

Методи оцінки та забезпечення адекватності імітаційних моделей. Верифікація та валідація моделі. Оцінка адекватності на базі перевірки поточкового співпадіння. Неформальні процедури оцінки придатності імітаційних моделей.

Тема 7. Тестування імітаційних моделей та оцінка чутливості

Особливості тестування системно-динамічних моделей. Аналіз чутливості імітаційної моделі. Показники оцінки чутливості імітаційної моделі.

Тема 8. Планування імітаційних експериментів у процесі дослідження та оптимізації систем

Принципи планування експерименту. Схеми планування експерименту. Повний та неповний факторний експеримент. Планування імітаційних експериментів у процесі дослідження та оптимізації систем. Пошук екстремуму функції відгуку. Оцінка моделі зв'язку відгуку та факторів. Вивчення поверхні реакції.

Тема 9. Статистичні аспекти імітаційного моделювання

Стратегії запуску імітаційних моделей. Початковий стан та перехідний період імітаційної моделі. Визначення обсягу вибірки з заданим рівнем надійності. Тривалість та число прогонів. Методи зниження дисперсії.

4. Плани лекцій

Змістовний модуль 1. Принципи побудови та експлуатації імітаційних моделей

Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання

1.1. Зміст імітаційного моделювання. Об'єкт дослідження.

1.2. Аналітичні та імітаційні моделі.

1.3. Умови застосування імітаційних моделей. Характеристика та принципи використання імітаційного моделювання.

1.4. Принцип "чорного ящика". Механізм зворотного зв'язку.

1.5. Структура імітаційного дослідження.

Література: [1; 3; 4; 10; 16; 17; 21].

Тема 2. Засоби та системи імітаційного моделювання

3.1. Концепції імітаційного моделювання.

3.2. Мовні, програмні, інформаційні та організаційні засоби імітаційного моделювання.

3.2. Використання мов програмування високого рівня для імітації.

3.3. Системи імітаційного моделювання.

Література: [1; 3; 4; 10; 16; 17].

Тема 3. Концепція методу системної динаміки

4.1. Принципи методу системної динаміки Дж. Форрестера.

4.2. Концептуальні особливості методу системної динаміки Дж. Форрестера.

4.2. Моделі системної динаміки.

4.3. Динамічна складність. Затримки в петлях зворотних зв'язків.

Література: [1; 9; 11; 17; 19; 22; 24].

Тема 4. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло

2.1. Сутність методу Монте-Карло.

2.2. Галузі застосування методу Монте-Карло. Переваги, проблеми та недоліки.

2.3. Генерування випадкових величин під час машинної імітації. Методи побудови псевдовипадкових чисел. Аналітичні формули генерування псевдовипадкових чисел.

Література: [1; 2; 6; 7; 15].

Тема 5. Модельний час

5.1. Поняття про модельний час.

5.2. Активність імітаційної моделі.

5.3. Принципи зміни модельного часу.

5.4. Управління часом у системах імітаційного моделювання.

Література: [3; 11; 22].

Змістовний модуль 2. Прикладні аспекти імітаційного моделювання

Тема 6. Оцінка і аналіз адекватності імітаційних моделей

6.1. Методи оцінки та забезпечення адекватності імітаційних моделей.

6.2. Верифікація та валідація моделі.

6.3. Оцінка адекватності на базі перевірки поточкового співпадіння.

6.4. Неформальні процедури оцінки придатності імітаційних моделей.

Література: [1; 2; 18; 20; 23].

Тема 7. Тестування імітаційних моделей та оцінка чутливості

7.1. Особливості тестування системно-динамічних моделей.

7.2. Аналіз чутливості імітаційної моделі.

7.3. Показники оцінки чутливості імітаційної моделі.

Література: [1; 2; 18; 20; 23].

Тема 8. Планування імітаційних експериментів у процесі дослідження та оптимізації систем

8.1. Принципи та проблеми планування експерименту.

8.2. Схеми планування експерименту. Повний та неповний факторний експеримент.

8.3. Планування імітаційних експериментів у процесі дослідження та оптимізації систем.

8.4. Оцінка моделі зв'язку відгуку та факторів. Вивчення поверхні реакції.

8.5. Пошук екстремуму функції відгуку.

8.6. Метод Бокса-Уілсона пошуку екстремуму функції відгуку.

Література: [1; 2; 4 – 6; 15; 18; 21].

Тема 9. Статистичні аспекти імітаційного моделювання

9.1. Стратегії запуску імітаційних моделей.

9.2. Початковий стан та перехідний період імітаційної моделі.

9.3. Тривалість та число прогонів імітаційної моделі. Визначення обсягу вибірки з заданим рівнем надійності.

9.4. Методи зниження дисперсії.

Література: [1; 2; 4 – 6; 15; 18; 21].

5. Плани лабораторних занять

Лабораторні роботи призначені для вироблення навичок, якими має оволодіти студент після вивчення дисципліни "Імітаційне моделювання". Лабораторні заняття проводяться у спеціальному класі, обладнаному ПЕОМ.

На кожному лабораторному занятті (табл. 4) до виконання лабораторної роботи студент має відповісти на контрольні питання, які відбивають його готовність до виконання лабораторної роботи, зокрема оволодіння необхідними теоретичними знаннями та усвідомлення мети роботи. Після закінчення виконання лабораторної роботи викладач оцінює ступінь оволодіння відповідними навичками та досягнення мети даної роботи. Підсумкові оцінки за виконання кожної лабораторної роботи вносяться у відповідний журнал. Отримані студентом оцінки за окремі лабораторні роботи враховуються при виставленні підсумкової оцінки з даної навчальної дисципліни.

Таблиця 4

Перелік лабораторних робіт

Назва змістовного модуля	Тема та мета лабораторних робіт (за модулями)	Кількість годин	Література
1	2	3	4

Модуль 1. Принципи побудови та експлуатації імітаційних моделей	1. Побудова концептуальної імітаційної моделі потокового типу. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок побудови діаграм причинно-наслідкових зв'язків та діаграм потоків на основі аналізу словесного опису ситуацій	2	[1; 3; 8; 11; 17; 18; 22; 24]
--	---	---	-------------------------------

Закінчення табл. 4

1	2	3	4
	2. Побудова базової детермінованої імітаційної моделі. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок побудови базового варіанту імітаційної моделі в середовищі Vensim PLE, що включає побудову діаграми причинно-наслідкових зв'язків, діаграми потоків, написання моделі-програми, виведення та аналіз отриманих результатів	6	[1; 3; 8; 11; 17; 18; 22; 24]
	3. Розробка генератора випадкових величин з заданим законом розподілу. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок використання методу Монте-Карло при генерації випадкових величин із законом розподілу, заданим графічно, таблично або аналітично, та побудови генератора за-собами програмування	4	[2; 4; 13; 15]
	4. Адаптація базової імітаційної моделі. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок побудови імітаційних моделей з урахуванням стохастичних процесів та реальних умов функціонування досліджуваної системи	4	[1; 3; 11; 17; 18; 22; 24]
Модуль 2. Прикладні аспекти імітаційного моделювання	5. Оцінка адекватності генератору випадкових чисел. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок щодо перевірки вибіркової характеристики розподілів	4	[2; 6; 11]
	6. Оцінка адекватності імітаційної моделі. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок перевірки реплікативної придатності імітаційної моделі та визначення джерела помилки	2	[1 – 3; 6; 11]
	7. Аналіз чутливості імітаційної моделі. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок тестування імітаційної моделі ті виявлення її числової чутливості до детермінованих факторів, початкових умов та параметрів випадкових законів	4	[1; 2; 18; 20; 23]

	8. Планування та реалізація імітаційних експериментів з адаптованою імітаційною моделі. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок планування факторного експерименту та побудови рівняння поверхні реакції	4	[2; 6; 11]
	9. Визначення довжини перехідного періоду. <i>Мета</i> – опанування навичок визначення довжини перехідного періоду та формування стратегії запуску імітаційної моделі	4	[2; 6; 11]

6. Самостійна робота студентів

Необхідним елементом успішного засвоєння матеріалу навчальної дисципліни є самостійна робота студентів з вітчизняною та закордонною спеціальною літературою, спеціальними засобами імітаційного моделювання, періодичними виданнями тощо.

Основні види самостійної роботи, які запропоновані студентам:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
 2. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою.
 3. Вивчення основних термінів та понять за темами дисципліни.
 4. Підготовка до лабораторних занять.
 5. Контрольна перевірка кожним студентом особистих знань за запитаннями для самоконтролю.
 6. Підготовка до проміжного та підсумкового контролю.
- Перелік питань для самостійного опрацювання подано в табл. 5.

Таблиця 5

Перелік питань для самостійного опрацювання

Назва теми	Питання для самостійного опрацювання (за модулями та темами)	Рекомендована література
1	2	3
Змістовний модуль 1. Принципи побудови та експлуатації імітаційних моделей		

Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання	<ol style="list-style-type: none"> 1. Розвиток концепцій імітаційного моделювання. 2. Засоби імітаційного моделювання. 3. Концепція та можливості об'єктно-орієнтованої системи моделювання. 4. Особливості та можливості системи Pilgrim. 5. Особливості застосування та головні елементи системи Stella. 6. Проблемно-орієнтовані імітаційні моделі у гео-просторі 	[1; 3; 4; 10; 16; 17; 21]
--	--	---------------------------

Продовження табл. 5

1	2	3
Тема 2. Засоби та системи імітаційного моделювання	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мови імітаційного моделювання дискретного типу. 2. Характеристика і використання системи GPSS. 3. Характеристика і використання мови імітаційного моделювання СЛАМ II. 4. Можливості використання ППП "Matlab Simulink". 5. Імітаційне моделювання засобами C++ (Modula) 	[1; 3; 4; 10; 16; 17]
Тема 3. Концепція методу системної динаміки	<p>Потокова концепція управління запасами</p> <p>Потокова концепція управління динамікою популяцій</p> <p>Концепції еколого-економічних імітаційних моделей та моделей забруднення навколишнього середовища.</p> <p>Концепції моделей корпоративних інформаційних систем.</p> <p>Імітаційна модель регіонального відтворення</p>	[1; 8; 11; 17; 19; 224 24]
Тема 4. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло	<ol style="list-style-type: none"> 1. Переваги, проблеми та недоліки метода Монте-Карло. 2. Використання методу Монте-Карло у чисельному розв'язку рівнянь та систем, обчисленні інтегралів. 3. Імітація випадкових впливів. 4. Методи перевірки рівномірності випадкових чисел 	[1; 2; 6; 15]

Тема 5. Модельний час	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методи апроксимації функціональних дій. 2. Сфери економіки, що є об'єктом імітації за різних умов зміну модельного часу. 3. Сучасні системи імітаційного моделювання: управління часом 	[1; 8; 11; 17; 19]
Змістовний модуль 2. Прикладні аспекти імітаційного моделювання		
Тема 7. Оцінка і аналіз адекватності імітаційних моделей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гармонічний аналіз результатів імітаційних експериментів. 2. Спектральні тести перевірки придатності імітаційних моделей. 3. Засоби економетрії визначення адекватності імітаційних моделей економічних систем 	[1; 2; 8; 15; 16; 18]

Закінчення табл. 5

1	2	3
Тема 7. Тестування імітаційних моделей та оцінка чутливості	<ol style="list-style-type: none"> 1. Архетипи динамічної поведінки в реальній економіці. 2. Напрями використання результатів аналізу чутливості 	[1; 2; 8; 9; 15; 19; 24]
Тема 8. Планування імітаційних експериментів у процесі дослідження та оптимізації систем	<ol style="list-style-type: none"> 1. Засоби автоматизації імітаційних експериментів у Vensim Professional. 2. Методи оптимізації функції відгуку у планування імітаційних експериментів. 3. Імітаційна модель галузевого планування. 4. Дослідження варіантів розвитку багатогалузевої економіки. 	[1; 2; 4 – 6; 15; 18; 21]
Тема 9. Статистичні аспекти імітаційного моделювання	<ol style="list-style-type: none"> 1. Часові діаграми інтервалів активності. 2. Засоби управління транзактами та подіями в імітаційній моделі. 3. Моделювання паралельних процесів засобами мови Ада. 4. Засоби організації квазі-паралелізму 	[1; 3; 6; 10; 14]

7. Контрольні запитання для самодіагностики

1. Поняття про імітаційне моделювання, імітаційну модель.
2. Області використання, переваги й недоліки імітаційних моделей.

3. Принцип "чорного ящика".
4. Механізм зворотного зв'язку в імітаційній моделі.
5. Концепції імітаційного моделювання. Концептуальні засоби.
6. Мови імітаційного моделювання, їхній зв'язок з концепціями імітаційного моделювання.
7. Язикові, програмні, інформаційні та організаційні засоби імітаційного моделювання.
8. Системи імітаційного моделювання: склад, призначення.
9. Етапи імітаційного моделювання, їхній взаємозв'язок.
10. Концепція системної динаміки Дж. Форрестера: особливості, властивості.
11. Поняття про параметри, змінні, критерії імітаційної моделі і статистики моделювання.
12. Засоби побудови концептуальна системно-динамічної моделі.
13. Динамічна складність. Затримки в петлях зворотних зв'язків.
14. Етапи системно-динамічного моделювання.
15. Динамічні ситуації, умови їх виникнення.
16. Архетипи в системній динаміці.
17. Типові структури в системній динаміці: лінійне сімейство, експоненціальні, телеологічні, коливальні траєкторії.
18. Методи верифікації моделі.
19. Валідація імітаційних моделей: види придатності, методи оцінки.
20. Неформальні методи оцінки придатності імітаційних моделей.
21. Аналіз чутливості імітаційної моделі.
22. Стаціонарний режим функціонування імітаційної моделі, дослідження моделі.
23. Метод Монте-Карло: сутність умови застосування.

24. Методи генерації нормально розподілених випадкових величин.
25. Методи генерації псевдовипадкових рівномірно розподілених випадкових чисел.
26. Методи зниження дисперсії: призначення, загальна характеристика.
27. Метод стратифікованої вибірки: до експерименту й після проведення.
28. Планування імітаційного експерименту.
29. Повний і неповний факторний експеримент.
30. Визначення необхідного обсягу вибірки при відомій і невідомій дисперсії.
31. Визначення обсягу двох вибірок для порівняння середніх.
32. Метод Бокса-Уілсона пошуку екстремуму функції відгуку.
33. Початковий стан та перехідний період імітаційної моделі.
34. Тривалість та число прогонів імітаційної моделі.
35. Визначення обсягу вибірки з заданим рівнем надійності.

8. Індивідуально-консультативна робота

Індивідуально-консультативна робота здійснюється за графіком індивідуально-консультативної роботи у формі: індивідуальних занять, консультацій, перевірки виконання індивідуальних завдань, перевірки та захисту лабораторних робіт, що винесені на поточний контроль тощо.

Формами організації індивідуально-консультативної роботи є:

- а) за засвоєнням теоретичного матеріалу:
консультації, індивідуальні (запитання – відповідь); групові (розгляд типових прикладів – ситуацій);
- б) за засвоєнням практичного матеріалу:
консультації індивідуальні і групові;
- в) для комплексної оцінки засвоєння програмного матеріалу:
індивідуальне здавання лабораторних робіт та ІНДЗ.

9. Методики активізації процесу навчання

При викладанні навчальної дисципліни "Імітаційне моделювання" для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів передбачено застосування таких навчальних технологій, як: проблемні лекції; кейс-метод; рольові ігри; колоквиум; презентації; самооцінка; банки візуального супроводження (табл. 6).

Таблиця 6

Використання навчальних технологій для активізації процесу навчання

Методики активізації процесу навчання	Практичне застосування навчальних технологій
1	2
Проблемні лекції направлено на розвиток логічного мислення студентів, коло питань теми обмежується двома-трьома ключовими моментами, використовується досвід закордонних навчальних закладів з роздачею студентам під час лекцій друкованого матеріалу та виділенням головних висновків з питань, що розглядаються. При читанні лекцій студентам даються питання для самостійного розмірковування, на які лектор відповідає сам, не чекаючи відповідей студентів.	Проблемна лекція з питання "Умови застосування імітаційних моделей" (тема 1)
	Проблемна лекція з питання "Галузі застосування методу Монте-Карло" (тема 4)
	Проблемна лекція з питання "Алгоритми побудови псевдовипадкових послідовностей" (тема 4)
	Проблемна лекція з питання "Системи прикладного імітаційного моделювання" (тема 2)
	Проблемна лекція з питання "Розробка концептуальної моделі" (тема 3)
	Проблемна лекція з питання "Вимоги до прикладних імітаційних моделей" (тема 6)
	Проблемна лекція з питання "Методи зниження дисперсії" (тема 9)

Продовження табл. 6

1	2
Кейс-метод — метод аналізу конкретних ситуацій, який дає змогу наблизити процес навчання до реальної практичної діяльності.	Проблемна ситуація "Підготовка та перепідготовка апарату управління машинобудівного заводу" (лабораторна робота за темою 1)

спеціалістів. Важливими характеристиками ситуаційних вправ є їхні практична спрямованість та наявність прототипу реальної ситуації	Проблемна ситуація "Вдосконалення роботи аптечної мережі " (лабораторне заняття за темою 8)
Рольові ігри – форма проведення практичних (лабораторних) занять, за якої студенти задіяні в процесі прийняття управлінських рішень у ролі безпосередніх учасників подій, за правилами, які вже розроблено або виробляються самими учасниками; реалізується через самостійне вирішення студентами поставленої проблеми	Ділова гра "Оцінка придатності імітаційної моделі". Метою є моделювання процесу неформальної оцінки якості імітаційної моделі. Студенти поділяються на групи: аналітиків, які організують процес оцінки моделі, розробників, які представляють розроблену ними модель та відповідають за її якість, експертів-замовників, які мають дати відповідь на запитання аналітиків щодо якості моделі. Вхідні дані – характеристика імітаційної моделі (надається розробникам), методичні вказівки до організації процесу оцінки моделі (надаються аналітикам), характеристика цілей розробки імітаційної моделі та галузі застосування (надається замовникам). Вихідні дані – рішення про адекватність імітаційної моделі та можливості її використання. Технологія проведення ділової гри визначається методикою оцінки імітаційної моделі (лабораторна робота за темою 7)
Презентації – виступи перед аудиторією, що використовуються для представлення певних досягнень	Демонстрація та обговорення результатів виконання лабораторних робіт та теоретичної підготовки до їх виконання Демонстрація та обговорення результатів самостійної підготовки з окремих питань Демонстрація та обговорення отриманих результатів ділової гри "Оцінка придатності імітаційної моделі" Презентація індивідуального навчально-дослідного завдання
Самооцінка сприяє підвищенню зацікавленості студентів у виступах колег, виробленню об'єктивності у оцінці їх діяльності, підвищує відповідальність студентів за підготовку до виступу, дозволяє провести аналіз помилок у структурі або змісті виступу, виявити приховані конфлікти у групі	Виступи студентів з доповідями (презентаціями) з питань самостійної роботи або підготовки до лабораторних робіт оцінюються іншими студентами групи, за критеріями: володіння матеріалом (60 %), вміння пояснити слухачам (30 %), емоційність (10 %). Для проведення самооцінки використовується спеціальний бланк з зазначенням прізвища студента, критеріїв оцінки та вагових коефіцієнтів, який побудовано таким чином, щоб забезпечити анонімність (аби уникнути конфліктів у групі) та об'єктивність оцінок. Викладач також виставляє оцінку за наведеними критеріями. Загальна оцінка визначається як середня

Закінчення табл. 6

1	2
---	---

Банки візуального супроводження за допомогою наочності сприяють активізації творчого сприйняття змісту дисципліни	Опорні конспекти, які тезово відображають ключові моменти заняття, основні формули, визначення та схеми (лекції з тем 1-9)
	Презентація моделей потокового типу у рамках концепції системної динаміки (лабораторна робота 1 – 2)
	Презентації моделі логістичної системи (лабораторна робота 9)
	Комплект форм для застосування самооцінки
	Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, тексти лекцій
	Сайт дистанційного навчання кафедри економічної кібернетики на базі платформи Chamilio

10. Система поточного та підсумкового контролю знань студентів

Система оцінювання знань, вмінь та навичок студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни "Імітаційне моделювання" передбачають лекційні та лабораторні заняття, а також самостійну роботу. Контрольні заходи включають поточний і підсумковий контроль. Система оцінювання рівня професійних компетентностей наведено у додатках А, Б, В.

Поточно-модульний контроль. Поточно-модульний контроль за дисципліною проводиться в наступних формах:

1. Оцінювання активності роботи на лекції.
 2. Оцінювання знань студента під час лабораторних занять.
 3. Виконання індивідуальних лабораторних завдань.
 4. Виконання практичних домашніх завдань.
 5. Дослідницька робота (у тому числі ІЗ).
2. Поточні практичні тестові завдання.
 3. Поточні письмові контрольні роботи.

Оцінювання знань студента під час лекційних завдань передбачає систематичність, активність та результативність роботи протягом семестру над вивченням програмного матеріалу дисципліни; відвідування занять. Оцінювання знань студента під час лабораторних занять має на меті контроль активності під час виконання роботи, перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи, для чого студент в аудиторії виконує практичні тестові завдання, та ступінь

виконання індивідуальних лабораторної роботи, наявність ідеї, вміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки. Перевірка виконання практичних домашніх завдань передбачає контроль якості та своєчасності виконання завдань.

Оцінювання виконання проводиться згідно з системою оцінювання рівня професійних компетентностей (додаток Б) за такими критеріями:

1. ступінь засвоєння та розуміння фактичного матеріалу навчальної дисципліни;

2. знайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань, що розглядаються;

3. вміння поєднувати теорію з практикою при розв'язанні задач імітаційного моделювання реальних економічних систем, при виконанні завдань, винесених для самостійного опрацювання, та завдань, винесених на розгляд в аудиторії;

4. логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах, вміння обґрунтовувати свою позицію під час захисту роботи, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки.

При оцінюванні виконання лабораторних та практичних завдань увага також приділяється якості, самостійності та своєчасності здачі виконаних завдань викладачу (згідно з графіком навчального процесу). Якщо якась із вимог не буде виконана, то на розсуд викладача оцінка знижується.

Поточні контрольні роботи проводиться по закінченні вивчення кожної теми або блоку тем дисципліни. При проведенні поточного тестування визначається рівень знань студентів з теоретичних питань навчальної дисципліни та вміння застосувати ці знання на практиці.

Теоретичні тестові контрольні роботи охоплюють теоретичний матеріал теми, який вивчаються в межах навчальної дисципліни "Імітаційне моделювання" та згруповані за двома модулями, кожен з яких складається з тестових завдань різного рівня складності.

Практичні контрольні роботи містять тести та розрахункові завдання. Тестові завдання розрізняються за принципом побудови відповіді.

Тестові завдання закритого типу:

1. *Альтернативні* тестові завдання передбачають наявність двох варіантів відповіді типу "так" – "ні", "правильно" – "неправильно", їх

використовують для перевірки правильності вибору або прийняття рішення в згорнутій формі. Для правильної відповіді на них слід констатувати лише хибність чи істинність наведеного твердження. У випадку, якщо твердження, що підлягає оцінці на істинність, містить хоча б один виняток, його вважають хибним. Типовим початком питання є "Чи правильно, що...".

2. Тестові завдання з *множинними відповідями* "правильно" – "неправильно" передбачає наведення кількох варіантів відповідей (до 5), з яких правильною вважається лише одна. За ними тестується глибина знань, розуміння різних аспектів явищ, процесів тощо.

3. Тестові завдання з *множинними відповідями* "правильно" передбачає наведення кількох варіантів відповідей (до 5), з яких правильними може виявитися не одна. За ними тестується глибина знань, розуміння різних аспектів явищ, властивостей, процесів тощо. При формулюванні питання зазначають: "Оберіть усі можливі ...", "Оберіть усі ..., що відповідають умовам ...".

4. Тестові завдання *на поєднання відповідних частин* відносяться до найскладніших. Їх сутність полягає у формуванні двох (чи більше) колонок інформації, одна з яких містить певні терміни, елементи дисципліни, а друга – відповідні їм визначення, властивості тощо, але у іншому порядку. Студентам пропонується поставити визначення (властивості, графіки тощо) у тому ж порядку, що й терміни (елементи). В якості відповіді наводиться послідовність позначень відповідних визначень.

5. Тестові завдання *на відтворення правильної послідовності*, які потребують переструктурування даних або елементів будь-якої комбінації, використовуються в разі тестування вміння та знань правильної послідовності дій, алгоритмів, технологічних прийомів тощо при застосуванні певних методів (методик).

6. Тестові завдання *відкритого типу* передбачають вільні відповіді тестованих, є завданнями без запропонованих варіантів відповідей і використовуються для виявлення знань термінів, визначень, понять і т. д. Їх сутність полягає у наведенні у запитанні твердження, деякі слова якого замінені прогалиною. У процесі відповіді замість простору

студенту потрібно вписати відповідний професійний термін, що перетворить дане твердження на істинне.

Для поточного тестування з окремих тем використовуються альтернативні тестові запитання, які сприймаються студентами на слух. Для відповіді використовуються спеціальні бланки відповідей.

Тестове завдання містить від 10 до 30 запитань щодо перевірки знань основних категорій навчальної дисципліни залежно від теми.

Оцінка рівня відповідей студентів виставляється згідно з 100-бальною системою в залежності від складності тесту та сумою балів, відведеними на тест, згідно з системою оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей (додаток Б).

Модульний контроль проводиться з урахуванням даних поточного контролю за відповідний модуль і має на меті оцінку результатів навчання студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля або блоку тем.

Підсумкова кількість балів за змістовий модуль виставляється як сума балів за всіма формами контролю.

Оцінка практичних завдань виставляється згідно з 100-бальною системою в залежності від складності та сумою балів, відведених на практичну контрольну роботу, згідно з системою оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей (див. додаток Б).

Зразок контрольної роботи

Теоретична частина

1. Поставте етапи імітаційного моделювання в правильному порядку:

- 1.1. концептуальна модель;
- 1.2. формалізація концептуальної моделі;
- 1.3. програмування й налагодження моделі;
- 1.4. змістовний опис;
- 1.5. опис моделі;
- 1.6. перевірка адекватності;
- 1.7. верифікація моделі;
- 1.8. експлуатація моделі.

2. Який з етапів імітаційного моделювання більшою мірою залежить від вибору способу формалізації:

- 2.1. концептуальна модель;

- 2.2. формалізація концептуальної моделі;
 - 2.3. програмування й налагодження моделі;
 - 2.4. змістовний опис;
 - 2.5. опис моделі;
 - 2.6. перевірка адекватності;
 - 2.7. верифікація моделі;
 - 2.8. експлуатація моделі?
3. Перелічіть всі з перерахованих теорій, які відносяться до концептуальних засобів:
- 3.1. концепція предметної області;
 - 3.2. природна мова предметної області;
 - 3.3. мова опису даних;
 - 3.4. база даних;
 - 3.5. теорія планування експерименту?
4. Параметрами моделювання називаються:
- 4.1. ті величини, значення яких вимірюються в ході імітаційного експеримента;
 - 4.2. ті величини, значення яких дослідник може задавати довільно;
 - 4.3. ті величини, які характеризують якість функціонування імітаційної моделі.
5. Визначте все, що відноситься до недоліків імітаційної моделі:
- 5.1. опис компонентів системи з високим ступенем деталізації;
 - 5.2. обмеження на залежності між параметрами й змінними моделі;
 - 5.3. дорожнеча моделі;
 - 5.4. неточність моделі;
 - 5.5. дослідження в динаміці?
6. У якому випадку створення імітаційної моделі єдиний спосіб рішення завдання:
- 6.1. у випадку, якщо процес описується повністю;
 - 6.2. у випадку, якщо система є складною, але необхідно вивчити її властивості;
 - 6.3. у випадку, якщо є аналітичні моделі, але математичні процедури складні;
 - 6.4. у випадку, якщо систему можна спостерігати фізично;

- 6.5. у будь-якому разі?
7. Перевірка якої придатності моделі найбільш важлива:
 - 7.1. технічної;
 - 7.2. операційної;
 - 7.3. динамічної?
8. Робастність моделі перевіряє:
 - 8.1. точність апроксимації процесів;
 - 8.2. точність завдання вихідних даних;
 - 8.3. чутливість моделі;
 - 8.4. чутливість вихідних характеристик моделі.
9. Для яких цілей використовується коефіцієнт Тейла:
 - 9.1. для перевірки вибірових характеристик розподілу.
 - 9.2. для перевірки властивостей траєкторій.
 - 9.3. для перевірки поточкового збігу?
10. Для яких перевірок використовується тест Т'юринга:
 - 10.1. для перевірки вибірових характеристик розподілу.
 - 10.2. для перевірки властивостей траєкторій.
 - 10.3. для перевірки поточечного збігу?
11. У якому критерії беруть участь справжні й імітовані накопичені значення функції розподілу:
 - 11.1. хі-квадрат;
 - 11.2. Колмогорова-Смирнова;
 - 11.3. Ст'юдента?
12. Що включають втрати при здійсненні помилки першого роду:
 - 12.1. втрати, що відбуваються в реальній системі при прийнятті неправильного рішення;
 - 12.2. витрати на створення й експлуатацію імітаційної моделі;
 - 12.3. і те, й інше?
13. Виберіть правильне твердження:
 - 13.1. розробка концептуальної моделі передуює її змістовному опису;
 - 13.2. інформація про синтаксичні помилки є елементом програмних засобів імітаційного моделювання;
 - 13.3. методи математичної статистики відносяться до технічних засобів імітаційного моделювання;
 - 13.4. мовні засоби забезпечують комунікацію між

виконавцями й керуючою програмою моделі.

14. На якій стадії імітаційного моделювання виробляється оцінка відповідності функціонування моделі характеристикам реальної системи:

- 14.1. оцінка придатності моделі;
- 14.2. планування експерименту;
- 14.3. верифікація;
- 14.4. побудова концептуальної моделі?

15. Під методом Монте-Карло в широкому значенні розуміється:

15.1. метод імітації випадкових процесів на основі послідовності нормально-нормально-розподілених випадкових величин;

15.2. будь-який метод рішення моделі, що використовує випадкові або псевдовипадкові числа;

15.3. будь-який метод імітації рівномірно-розподілених випадкових величин, що використовують випадкові або псевдовипадкові числа;

15.4. будь-який метод одержання псевдовипадкових послідовностей на основі алгебраїчної формули.

16. Який тип коливальної траєкторії має нескінченний період:

- 16.1. стійкий;
- 16.2. вибуховий;
- 16.3. хаотичний;
- 16.4. загасаючий?

17. Доповніть список засобів імітаційного моделювання: концептуальні, мовні, організаційні, технічні, _____, _____?

Практична частина

1. Перевірити ступінь ідентичності результатів спостережень і прогона імітаційної моделі за критерієм Пірсона χ^2 (табл. 7):

Вихідні дані

Діапазон змінної	0 – 5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	20 – 25	25 – 30	30 – 35
Частота, що спостерігалася	1	3	5	7	5	8	3
Модельна частота	1	3	5	6	8	7	2

2. Провести імітаційний експеримент для випадкової величини, яка описується функцією щільності, показаною на рисунку 1, з використанням метода Монте-Карло і мультиплікативно-конгруентного генератора з параметрами $a=103$, $x_0=2$, $m=512$.

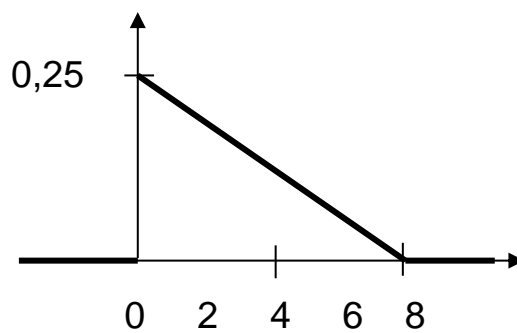


Рис. 1. Функція щільності розподілу

Підсумкова оцінка з дисципліни складається як сума балів за кожен вид поточно-модульного контролю протягом семестру.

Умовою здачі дисципліни є наявність: мінімум 60 балів для зарахування дисципліни.

Підсумкова оцінка з дисципліни згідно з Методикою переведення показників успішності знань студентів Університету в систему оцінювання за шкалою ECTS конвертується в підсумкову оцінку за шкалою ECTS (табл. 8).

**Переведення показників успішності знань студентів
у систему оцінювання за шкалою ECTS**

Всього оцінок	Сума балів	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
			Екзамен
	90 – 100	A	відмінно
	82 – 89	B	добре
	74 – 81	C	
	64 – 73	D	
	60 – 63	E	задовільно
	35 – 59	FX	незадовільно
	1 – 34	F	

11. Рекомендована література

11.1. Основна

1. Емельянов А. А. Имитационное моделирование экономических процессов : учебн. пособ. / А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дум. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
2. Клейнер Дж. Статистические методы в имитационном моделировании / Дж. Клейнер. – М. : Статистика, 1978. – 256 с.
3. Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И. В. Максимей. – М. : Радио и связь, 1988. – 232 с.

11.2. Додаткова

4. Алексеев Я. Н. Имитационное моделирование социально-экономических систем : учебн. пособ. / Я. Н. Алексеев, Т. В. Биткова, В. В. Годин. – М. : МИУ, 1986. – 180 с.
5. Багриновский А. А. Имитационные системы в планировании экономических объектов / А. А. Багриновский, Н. Е. Егорова. – М. : Наука, 1980. – 124 с.
6. Багриновский А. А. Имитационные системы принятия экономических решений / А. А. Багриновский, Т. И. Конник, М. Р. Левинсон. – М. : Наука, 1989. – 168 с.
7. Бакаев А. А. Имитационные модели в экономике / А. А. Бакаев, Н. И. Костина, Н. В. Яровицкий. – К. : Наукова думка, 1978. – 304 с.
8. Конспект лекций по магистерской специальности "Прикладная экономика". Т. I. Базовые модули / под ред. д. э. н., профессора Т. С. Клебановой – Донецк : Изд. Донецкого национального университета. – 418 с.
9. Лавлинский С. М. Имитационный анализ регионального воспроизводственного процесса / С. М. Лавлинский, В. А. Макаров, А. И. Певницкий и др. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1987. – 176 с.
10. Максимей И. В. Математическое моделирование больших систем / И. В. Максимей. – Мн. : Вышэйша школа, 1985. –

120 с.

11. Милов А. В. Задания и методические указания к лабораторным работам по курсу "Имитационное моделирование" / сост. А. В. Милов, О. Ю. Полякова, Т. В. Биткова. – Х. : ХГЭУ, 2000. – 48 с.

12. Полякова О. Ю. Задания и методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по курсу "Имитационное моделирование" для студентов специальности 6.050100 "Экономическая кибернетика" дневной формы обучения / сост. О. Ю. Полякова, О. С. Олексенко. – Х. : Изд. ХНЭУ, 2005. – 36 с.

13. Полякова О. Ю. Методические рекомендации к выполнению практических заданий по курсу "Имитационное моделирование" для студентов специальности 7.050102 / сост. О. Ю. Полякова. – Х. : Изд. ХГЭУ, 2002. – 28 с.

14. Полякова О. Ю. Модельное время : текст лекции / О. Ю. Полякова. – Х. : ХГЭУ, 2003. – 24 с.

15. Полякова О. Ю. Основы статистического моделирования : текст лекции / О. Ю. Полякова. – Х. : ХГЭУ, 1999. – 16 с.

16. Полякова О. Ю. Построение и эксплуатация имитационных моделей : текст лекции / О. Ю. Полякова. – Х. : ХГЭУ, 1999. – 28 с.

17. Сидоренко В. Н. Системная динамика / В. Н. Сидоренко. – М. : Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 1998. – 205 с.

18. Урезченко В. М. Построение имитационных моделей с использованием принципов системной динамики / В. М. Урезченко. – М. : МИФИ, 1989. – 88 с.

19. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / Дж. Форрестер. – М. : Прогресс, 1971. – 278 с.

20. Цвиркун А. Д. Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем / А. Д. Цвиркун. – М. : Наука, 1985. – 173 с.

21. Шеннон Р. Ю. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Р. Ю. Шеннон. – М. : Мир, 1978. – 418 с.

22. Forrester J. W. System Dynamics and Learner-Centered-Learning / J. W. Forrester // System Dynamic Group. – 1993. – 20 p.

23. Meredith D. Fundamentals of Management Science / D.

Meredith, J. Turban. – 1989. – 914 p.

24. Moresroft J. D. W. System Dynamics: Microworlds for Policy Makers / J. D. W. Moresroft // European Journal of Operational Research. – 1988. – V. 35 (5). – Pp. 301–320.

Додатки

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

Кафедра економічної кібернетики

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА накопичувальних рейтингових балів з навчальної дисципліни "Імітаційне моделювання"

для студентів факультету: **Економічна інформатика**

2013/2014 навчальний рік

I
семестр

напряму підготовки: **6.030502 "Економічна кібернетика"**

Загальний обсяг годин

4 курсу групи: **6.04.04.10.01**

за робочим навчальним планом: **144**

Форма підсумкового контролю: **ПКМ**

Лектори : к.е.н., доц. **Ястребова Г. С.**

Викладачі:

33

Форми навчання	Навчальні тижні																	Сесія	Σ	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18-20		
<i>Загальне учбове навантаження студента, години на тиждень</i>																				
Аудиторні години	Лекції	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		34
	Практичні заняття																			
	Лабораторні заняття	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		34
	Поточні консультації *	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	
	Екзамен																			
Аудиторні години	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		68	

Закінчення додатка А

СРС	Вивчення теоретичного матеріалу	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3			36
	Виконання практичних завдань	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3			40
	Підготовка до екзамену																					
Самостійна робота		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6			76	
Загальний обсяг годин		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10			144	
Графік оцінювання, балів на тиждень																						
Методи контролю	Лекції	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2			3,2	
	Практичні заняття	0,2	0,2	0,2		0,2	0,2	0,2		0,2	0,2		0,2	0,2	0,1	0,2					2,3	
	Лабораторні заняття	3			4		4		4		4	4		4		4		4			35	
	Виконання практичних та лабораторних завдань		0,3	0,3		0,3		0,3		0,3			0,3		0,3		0,3	0,1			2,5	
	Дослідницька робота (у тому числі виконання ІНДЗ)																	10			10	
	Поточні тестові практичні завдання				3		3				3	3		3		3						
	Поточні письмові КР				6		5		6			4						2	6			29
	Екзамен																					
ВСЬОГО балів на тиждень		3,4	0,7	0,7	13	0,7	12	0,7	10	0,7	7,4	11	0,7	7,4	0,6	7,4	2,5	20				
НАКОПИЧЕННЯ балів		3,4	4,1	4,8	18	19	31	32	42	43	50	61	62	69	70	77	80	100	100			
Затверджено на засіданні кафедри " " 201 р.												Протокол №										
Завідувач кафедри												Т. С. Клебанова										
* поточні консультації проводяться викладачем за графіком, для студента години на консультації відводяться за рахунок самостійної роботи																						

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СФОРМОВАНOSTI

ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

за навчальною дисципліною
"ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ"

Професійні компетентності	Навчальний тиждень	Години	Форми навчання	ОЦІНКА рівня сформованості компетентностей			
				Форми контролю	Макс. бал		
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ							
Здатність класифікувати комп'ютерні математичні моделі, усвідомлювати поняття комп'ютерної імітації. Уміння конструювати концептуальні моделі об'єктів та процесів потокового типу	1	Ауд.	2	Лекція	Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання.	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	1. Побудова концептуальної моделі потокового типу.	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2
		СРС	4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Здача лабораторних робіт	3
Здатність до відбору типів моделей, що потрібні для моделювання тої чи іншої динамічної ситуації, здатність до аналізу недоліків та переваги імітаційного моделювання щодо конкретних економічних проблем	2	Ауд.	2	Лекція	Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	2. Побудова базової детермінованої імітаційної моделі	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2

Продовження додатка Б

		СРС	4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	0,3
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт		
Уміння проводити формалізації об'єкта або процесу. Здатність до класифікації засобів та систем імітаційного моделювання.	3	Ауд.	2	Лекція	Тема 2. Засоби та системи імітаційного моделювання.	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	2. Побудова базової детермінованої імітаційної моделі	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2
		СРС	4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	0,3
Здатність до побудови імітаційних моделей конкретної економічної, соціально-економічної або виробничо-економічної системи на спеціальній мові програмування потокового типу на базі концепції системної динаміки	4	Ауд.	2	Лекція	Тема 3. Концепція методу системної динаміки.	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	2. Побудова базової детермінованої імітаційної моделі.	Контрольна робота №1Т	6
		СРС	4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Тести за практичними аспектами виконання лабораторних робіт	3

					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Здача лабораторних робіт	4
Здатність усвідомлювати поняття "псевдовипадкових чисел" та їх ролі у сучасних комп'ютерних та побутових системах. Можливість побудови випадкових чисел шляхом детермінованих перетворень	5	Ауд.	2	Лекція	Тема 4. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	3. Розробка генератора випадкових величин з заданим законом розподілу	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2
		СРС	4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	0,3
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт		
Уміння розробляти генератори всевдовипадкових чисел та моделі випадкових процесів на основі спостережень за системами	6	Ауд.	2	Лекція	Тема 4. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло	Контрольна робота №1П	5
			2	Лабораторне заняття	3. Розробка генератора випадкових величин з заданим законом розподілу	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2
		СРС	4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Тести за практичними аспектами виконання лабораторних робіт	3
					Підготовка до контрольної роботи		

					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Здача лабораторних робіт	4	
Здатність усвідомлювати поняття "модельний час" та розкривати принципи управління часом в імітаційних моделях. Навички щодо вдосконалення, розвитку та адаптації імітаційних моделей до нових умов застосування	7	Ауд.	2	Лекція	Тема 5. Модельний час	Робота на лекції	0,2	
			2	Лабораторне заняття	4. Адаптація базової імітаційної моделі	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2	
		СРС	4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	0,3	
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт			
		8	Ауд.	2	Лекція	Тема 5. Модельний час.	Робота на лекції	0,2
				2	Лабораторне заняття	4. Адаптація базової імітаційної моделі	Контрольна робота №2Т	6
	СРС		4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Здача лабораторних робіт	4	
					Підготовка до контрольної роботи			
	Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт							

Продовження додатка Б

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. ПРИКЛАДНІ СТАТИСТИЧНІ АСПЕКТИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Здатність до оцінки та аналізу придатності імітаційної моделі конкретної економічної, соціально-економічної або виробничо-економічної. Навички щодо розрахунку складних критеріїв адекватності генераторів псевдовипадкових чисел	9	Ауд.	2	Лекція	Тема 6. Оцінка та аналіз адекватності імітаційних моделей	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	5. Оцінка адекватності генератору випадкових чисел	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2
		СРС	4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Перевірка ДЗ	0,3
	10	Ауд.	2	Лекція	Тема 6. Оцінка та аналіз адекватності імітаційних моделей	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	5. Оцінка адекватності генератору випадкових чисел	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2
		СРС	4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Тести за практичними аспектами виконання лабораторних робіт	3
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Здача лабораторних робіт	4
	11	Ауд.	2	Лекція	Тема 6. Оцінка та аналіз адекватності імітаційних моделей	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	6. Оцінка адекватності імітаційної моделі	Контрольна робота № 2П	4

Продовження додатка Б

		СРС	4	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Тести за практичними аспектами виконання лабораторних робіт	3
					Підготовка до контрольної роботи		
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Здача лабораторних робіт	4
Здатність визначати основні фактори, обмеження та можливості, що впливають на кінцевий результат моделювання, формувати цілі та задачі імітації, ключові якісні та кількісні відгуки соціально-економічної системи. Навички щодо тестування імітаційних моделей з великої кількістю факторів, що впливають на результати моделювання. Можливість оцінювати чутливість моделей до тих чи інших змін	12	Ауд.	2	Лекція	Тема 7. Тестування імітаційних моделей та оцінка чутливості	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	7. Аналіз чутливості імітаційної моделі	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2
		СРС	5	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	0,3
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт		
	13	Ауд.	2	Лекція	Тема 7. Тестування імітаційних моделей та оцінка чутливості	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	7. Аналіз чутливості імітаційної моделі	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2
		СРС	5	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Тести за практичними аспектами виконання лабораторних робіт	3
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Здача лабораторних робіт	4

Продовження додатка Б

Уміння формувати цілі та задачі імітаційних експериментів з моделями систем. Здатність до розробки планів імітаційних експериментів за умови зниження трудових та фінансових витрат	14	Ауд.	2	Лекція	Тема 8. Планування імітаційних експериментів у процесі дослідження та оптимізації систем	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	8. Планування та реалізація імітаційних експериментів з адаптованою імітаційною моделлю	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,1
		СРС	5	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Перевірка ДЗ	0,3
Здатність до узагальнення результатів імітаційних експериментів; розробки пропозицій щодо удосконалення розглядуваного об'єкта імітаційного моделювання	15	Ауд.	2	Лекція	Тема 8. Планування імітаційних експериментів у процесі дослідження та оптимізації систем	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	8. Планування та реалізація імітаційних експериментів з адаптованою імітаційною моделлю	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,2
		СРС	5	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Тести за практичними аспектами виконання лабораторних робіт	3
					Виконання ІНДЗ Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Здача лабораторних робіт	4
Здатність використовувати статистичні методи с тим, щоб покращити ефективність імітаційного моделювання, а саме: зниження похибок, дисперсії, відсіч перехідного періоду, виявлення числа та довжини експериментів	16	Ауд.	2	Лекція	Тема 9. Статистичні аспекти дослідження та експлуатації імітаційних моделей	Робота на лекції	0,2
			2	Лабораторне заняття	9. Визначення довжини перехідного періоду	Контрольна робота № 3П	2

Закінчення додатка Б

		СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	0,3		
					Виконання ІНДЗ				
					Підготовка до контрольної роботи				
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт				
Здатність обирати стратегії експериментування з імітаційними моделями. Здатність організації взаємодії імітаційних моделей у рамках систем імітаційного моделювання	17	Ауд.	2	Лекція	Тема 9. Статистичні аспекти дослідження та експлуатації імітаційних моделей	Робота на лекції	0,2		
			2	Лабораторне заняття	9. Визначення довжини перехідного періоду	Контрольна робота № 3Т	6		
		СРС	6	Підготовка до занять			Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	0,1
							Підготовка до контрольної роботи		
							Виконання ІНДЗ	Захист ІНДЗ	10
							Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Сдача лабораторних робіт	4
ВСЬОГО годин			144	Загальна максимальна кількість балів по дисципліні			100,00		

з них

з них

аудиторні: **68**поточний контроль: **100,00**самостійна робота: **76**

підсумковий контроль:

Розподіл балів за формами та методами навчання

Теми змістовного модуля		Лекції	Лабораторні заняття	Виконання індивідуальних лабораторних завдань	Виконання практичних домашніх завдань	Дослідницька робота (виконання ІНДЗ)	Поточні тестові практичні завдання	Поточні письмові КР	Σ	
43	ЗМ 1	Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання	0,4	0,4	3	0,3			17	41,8
		Тема 2. Засоби та системи імітаційного моделювання	0,2	0,2		0,3				
		Тема 3. Концепція методу системної динаміки	0,2		4			3		
		Тема 4. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло	0,2	0,4	4	0,3		3		
		Тема 5. Модельний час	0,4	0,2	4	0,3				
ЗМ 2		Тема 6. Оцінка та аналіз адекватності імітаційних моделей	0,6	0,4	8	0,3		6	12	58,2
		Тема 7. Тестування імітаційних моделей та оцінка чутливості	0,4	0,4	4	0,3		3		
		Тема 8. Планування імітаційних експериментів у процесі дослідження та оптимізації систем	0,4	0,4	4	0,3		3		
		Тема 9. Статистичні аспекти дослідження та експлуатації імітаційних моделей	0,4		4	0,3	10			
Σ		3,2	2,4	35	2,4	10	18	29	100	

Максимальний бал на тиждень

Теми змістовного модуля		Лекції	Лабораторні заняття	Виконання індивідуальних лабораторних завдань	Виконання практичних домашніх завдань	Дослідницька робота (виконання ПНДЗ)	Поточні тестові практичні завдання	Поточні письмові КР	Σ
ЗМ 1	Тема 1	1 тиждень	0,2	0,2	3				3,4
		2 тиждень	0,2	0,2		0,3			0,7
	Тема 2	3 тиждень	0,2	0,2		0,3			0,7
	Тема 3	4 тиждень	0,2		4		3	6	13,2
	Тема 4	5 тиждень	0,2	0,2		0,3			0,7
		6 тиждень		0,2	4		3	5	12,2
	Тема 5	7 тиждень	0,2	0,2		0,3			0,7
		8 тиждень	0,2		4			6	10,2
ЗМ 2	Тема 6	9 тиждень	0,2	0,2		0,3			0,7
		10 тиждень	0,2	0,2	4		3		7,4
		11 тиждень	0,2		4		3	4	11,2
	Тема 7	12 тиждень	0,2	0,2		0,3			0,7
		13 тиждень	0,2	0,2	4		3		7,4
	Тема 8	14 тиждень	0,2	0,1		0,3			0,6
		15 тиждень	0,2	0,2	4		3		7,4
	Тема 9	16 тиждень	0,2			0,3		2	2,5
17 тиждень		0,2		4	0,1	10	6	20,3	
Σ		3,2	2,3	35	2,5	10	18	29	100

Зміст

Вступ	3
1. Кваліфікаційні вимоги до студентів	4
2. Тематичний план навчальної дисципліни	7
3. Зміст навчальної дисципліни за модулями та темами	8
4. Плани лекцій	10
5. Плани лабораторних занять	12
6. Самостійна робота студентів	14
7. Контрольні запитання для самодіагностики	16
8. Індивідуально-консультативна робота	17
9. Методики активізації процесу навчання	18
10. Система поточного та підсумкового контролю знань студентів	20
11. Рекомендована література	28
Додатки	30

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Робоча програма
навчальної дисципліни
"ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ"
для студентів напряму підготовки
6.030502 "Економічна кібернетика"
денної форми навчання**

Укладач **Ястребова** Ганна Сергіївна

Відповідальний за випуск **Клебанова Т. С.**

Редактор **Бутенко В. О.**

Коректор **Бутенко В. О.**

План 2014 р. Поз. № 237 ЕВ. Обсяг 43 стор.

Видавець і виготівник – видавництво ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, пр. Леніна, 9а

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи

Дк № 481 від 13.06.2001 р.

