

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Чернігівська політехніка»
Навчально-науковий інститут електронних та інформаційних технологій
Кафедра *інформаційних технологій та програмної інженерії*

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Завідувач кафедри

І.В.Білоус
“31” _____ серпня _____ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ (ВБ6)

Освітня програма «*Інженерія програмного забезпечення*»

Рівень вищої освіти – *перший (бакалаврський)*

Спеціальність *121 – Інженерія програмного забезпечення*

Мова навчання: *українська*

Статус дисципліни: *за вибором*

Форма навчан.	Рік навч.	Сем.	Розподіл годин				Разом	За тиждень		ІНДЗ	Контр.
			Всього ауд.	Лек	Лаб.	СРС		Ауд.	СРС		
Денна	2	4	40	24	16	110	150	2,5	6,9	РГР	Е

Чернігів – 2021 рік

Abstract

ESIEIT / SE VB6- Simulation modeling 2021/2022 Sem. 2

Course Description

The subject of studying is principles and methods of development, implementation and research of models of complex systems, acquisition of skills of developing algorithms of simulation of discrete event systems.

The purpose of course mastering the principles of application of empirical methods in the field of software engineering.

The primary studying goals of the discipline:

- 1) methods and methods for formalizing models of complex systems,
- 2) algorithms for simulation of discrete event systems, their verification and validation,
- 3) ways to use parallel computing in systems modeling,
- 4) methods for determining the accuracy of imitation algorithms and their complexity,
- 5) methods of experimental study of imitation models of systems,
- 6) methods of optimization of discrete-event systems,
- 7) components of systems modeling software,
- 8) current trends in systems modeling software development.

Contents: the development of simulation algorithms for complex systems models based on universal programming languages and the development of models of complex systems using specialized simulation software.

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 12 – Інформаційні технології	Вибіркова
Модулів – 1	Спеціальність: <i>121 – Інженерія програмного забезпечення</i> Освітньо-професійна програма: <i>Інженерія програмного забезпечення</i>	Рік підготовки: 2-й
Змістових модулів – 3		Семестр
Індивідуальне науково-дослідне завдання – розрахунково-графічна робота		
Загальна кількість годин – 150		
Тижневих годин: аудиторних – 2,5; самостійної і індивідуальної роботи студента – 6,9	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції
		24 год.
		Лабораторні
		16 год.
		Самостійна робота
		110 год.
		Індивідуальні завдання: РГР
Вид контролю:		
		Екзамен

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить $40:110=1:3$.

Застосовані скорочення:

GPSS - General Purpose Simulation System.

Передумовою для вивчення дисципліни є успішне засвоєння дисциплін: «Основи програмування», «Операційні системи», «Комп'ютерні числення», «Комп'ютерна дискретна математика», «Теорія ймовірностей та матстатистика».

Набуті під час вивчення дисципліни знання є можуть бути застосовані при вивченні дисципліни «Засоби інтеграції розподілених систем». Набуті знання та вміння застосовуються також у виконанні курсових проектів в подальших семестрах та випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.

Обов'язковою умовою викладання дисципліни є проведення лабораторного

практикуму із застосуванням мов програмування, призначених для імітаційного моделювання різноманітних систем, наприклад GPSS.

Застосовані скорочення:

GPSS - General Purpose Simulation System

Arena Rockwell Software

CPNTools

2 Мета навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни *“Імітаційне моделювання”* є закріплення та розвиток фахових компетентностей бакалавра спеціальності *«Інженерія програмного забезпечення»* із застосування у повсякденній діяльності та розробки нових методів аналізу та проектування систем. Предмет вивчення – сукупність методів моделювання та проектування систем.

Під час вивчення дисципліни здобувач вищої освіти (ЗВО) має набути або розширити наступні загальні (ЗКх) та фахові (ФКх) компетентності, передбачені освітньою програмою:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність працювати в команді.

ЗК13. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ФК16. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

ФК22. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

ФК25. Здатність реалізовувати фази та ітерації життєвого циклу програмних систем та інформаційних технологій на основі відповідних моделей і підходів розробки програмного забезпечення.

ФК26. Здатність здійснювати процес інтеграції системи, застосовувати стандарти і процедури управління змінами для підтримки цілісності, загальної функціональності і надійності програмного забезпечення.

ФК28. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

Основними завданнями вивчення дисципліни *“Імітаційне моделювання”* є:

- 1) Ознайомлення з сучасним станом і тенденціями моделювання систем;
- 2) Вивчення методів та способів формалізації моделей складних систем;
- 3) Вивчення основ використання паралельних обчислень в моделюванні систем;
- 4) Вивчення методів оптимізації дискретно-подійних систем.

3 Очікувані результати навчання з дисципліни

Під час вивчення дисципліни *“Імітаційне моделювання”* ЗВО має досягти або вдосконалити наступні програмні результати навчання (ПРН), передбачені освітньою програмою:

ПР03. Знати основні процеси, фази та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення.

ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПР09. Знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до програмного забезпечення.

ПР11. Вибирати вихідні дані для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання.

ПР16. Мати навички командної розробки, погодження, оформлення і випуску всіх видів програмної документації.

ПР23. Вміти документувати та презентувати результати розробки програмного забезпечення.

У підсумку ЗВО повинні

знати:

- методи та способи формалізації моделей складних систем,
- алгоритми імітації дискретно-подійних систем, їх верифікацію та валідацію,
- способи використання паралельних обчислень в моделюванні систем,
- методи визначення точності алгоритмів імітації та їх складності,
- методи експериментального дослідження імітаційних моделей систем,
- методи оптимізації дискретно-подійних систем,
- складові компоненти програмного забезпечення з моделювання систем,
- сучасні тенденції розвитку програмного забезпечення з моделювання систем.

вміти:

- складати формалізовані моделі систем,
- розробляти алгоритми імітації на основі подійного представлення функціонування системи,
- розробляти алгоритми імітації на основі представлення функціонування системи стохастичною мережею Петрі,
- розробляти алгоритми імітації з використанням Петрі-об'єктної технології,
- оцінювати точність та складність алгоритмів імітації,
- використовувати паралельні обчислення в алгоритмах імітації та експериментального дослідження систем,
- розробляти моделі систем з використанням програмного забезпечення Arena Rockwell Software, GPSS, CPNTools,
- розробляти графічні редактори мереж Петрі,
- виконувати експериментальне дослідження з моделями систем, у тому числі їх оптимізацію.

4 Критерії оцінювання результатів навчання

З тими ЗВО, які до проведення підсумкового семестрового контролю не встигли виконати всі обов'язкові види робіт та мають підсумкову оцінку від 0 до 19 балів (за шкалою оцінювання), проводяться додаткові індивідуальні заняття, за

результатами яких визначається, наскільки глибоко засвоєний матеріал, та чи необхідне повторне вивчення дисципліни.

Дисципліну можна вважати такою, що засвоєна, якщо ЗВО:

1) **знає:**

- методи та способи формалізації моделей складних систем,
- алгоритми імітації дискретно-подійних систем, їх верифікацію та валідацію, способи використання паралельних обчислень в моделюванні систем,
- методи визначення точності алгоритмів імітації та їх складності,
- методи експериментального дослідження імітаційних моделей систем,
- методи оптимізації дискретно-подійних систем, складові компоненти програмного забезпечення з моделювання систем,
- сучасні тенденції розвитку програмного забезпечення з моделювання систем.

2) **вміє:**

- складати формалізовані моделі систем,
- розробляти алгоритми імітації на основі подійного представлення функціонування системи,
- розробляти алгоритми імітації на основі представлення функціонування системи стохастичною мережею Петрі,
- розробляти алгоритми імітації з використанням Петрі-об'єктної технології, оцінювати точність та складність алгоритмів імітації,
- використовувати паралельні обчислення в алгоритмах імітації та експериментального дослідження систем,
- розробляти моделі систем з використанням програмного забезпечення Arena Rockwell Software, GPSS, CPNTools,
- розробляти графічні редактори мереж Петрі,
- виконувати експериментальне дослідження з моделями систем, у тому числі їх оптимізацію.

5 Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни є поточний та семестровий контроль. Поточний контроль складається з опитувань, які проводяться під час лекцій, а також – захисту лабораторних та розрахунково-графічних робіт. Запитання для поточного контролю знаходяться у відповідних методичних рекомендаціях. Семестровий контроль проводиться у вигляді іспиту, запитання до якого на початку семестру розміщується на сторінці дисципліни в системі дистанційного навчання Moodle. Запитання до іспиту також знаходяться в пакеті документації на дисципліну.

6 Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Базові формалізми опису функціонування дискретно-подійних систем та їх алгоритми

Тема 1. Поняття моделі. Способи побудови моделей. Методи моделювання. Технології моделювання.

Формування програмних результатів навчання: ПР3, ПР11, ПР16

Поняття системи та ознаки складної системи. Поняття моделі та способи представлення моделей. Класифікація моделей. Способи побудови моделей: фізичні та нефізичні моделі. Методи моделювання: аналітичне, математичне, імітаційне моделювання. Використання програмних моделей систем в задачах управління та прийняття рішень.

Тема 2. Генератори випадкових чисел.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР11

Способи генерування рівномірно розподіленої в інтервалі $(0;1)$ випадкової величини. Способи генерування випадкової величини за заданим законом розподілу. Тестування генераторів випадкових чисел.

Тема 3. Алгоритм імітаційного моделювання дискретно-подійної системи.

Формування програмних результатів навчання: ПР3, ПР11

Поняття дискретно-подійної системи. Поняття імітаційного моделювання. Етапи імітаційного моделювання. Способи побудови алгоритму імітації. Алгоритм імітації на основі подійного представлення процесу функціонування та просування часу до найближчої події. Приклад розробки алгоритму імітації простої системи масового обслуговування. Верифікація алгоритму імітації.

Тема 4. Об'єктно-орієнтований підхід до розробки алгоритму імітаційного моделювання дискретно-подійних системи.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР11

Узагальнення елементу моделі дискретно-подійної системи та його алгоритмізація. Формування списку елементів. Зв'язки між елементами. Просування часу в об'єктно-орієнтованій реалізації алгоритму імітації. Узагальнення моделі на основі списку елементів.

Тема 5. Формалізація процесів функціонування дискретно-подійних систем.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР11, ПР16

Способи формального представлення процесів функціонування дискретно-подійних систем: мережі масового обслуговування, стохастичні мережі Петрі. Графічне представлення процесів функціонування дискретно-подійних систем.

Тема 6. Формалізм мереж масового обслуговування.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР11, ПР16

Область застосування формалізму мереж масового обслуговування. Елементи мережі масового обслуговування. Приклади формалізації процесів функціонування дискретно-подійних систем мережею масового обслуговування. Універсальний алгоритм імітації мережі масового обслуговування. Оцінка точності алгоритму імітації мережі масового обслуговування. Оцінка складності алгоритму імітації для мережі масового обслуговування.

Тема 7. Формалізм стохастичних мереж Петрі.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР11, ПР16

Область застосування стохастичних мереж Петрі. Поняття базової мережі Петрі. Елементи стохастичної мережі Петрі. Класифікація стохастичних мереж Петрі. Приклади формалізації процесів функціонування дискретно-подійних систем стохастичних мереж Петрі. Порівняння мережі Петрі та мережі масового обслуговування.

Тема 8. Алгоритм імітації стохастичної мережі Петрі з багатоканальними переходами.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР11

Алгоритм імітації базової мережі Петрі. Алгоритм імітації мережі Петрі з часовими затримками, з багатоканальними переходами, з конфліктними переходами. Універсальний алгоритм імітації стохастичної мережі Петрі. Оцінка складності алгоритму імітації стохастичної мережі Петрі. Оцінка точності алгоритму імітації стохастичної мережі Петрі. Обчислюваність алгоритму імітації стохастичної мережі Петрі.

Тема 9. Математичний опис стохастичної мережі Петрі.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР11

Матричні рівняння базової мережі Петрі. Дослідження властивостей мереж Петрі. Інваріанти мережі Петрі. Рівняння станів стохастичної мережі Петрі. Матричні рівняння станів стохастичної мережі Петрі. Еквівалентні відношення між базовою, детермінованою та стохастичною мережами Петрі.

Тема 10. Процес формалізації дискретно-подійної системи.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР11

Протоколи подій. Аналіз процесу функціонування дискретно-подійної системи. Поняття Process Mining. Сучасні тенденції в розробці нових засобів формалізації дискретно-подійних систем: ієрархічні моделі, багаторівневі моделі.

Змістовий модуль 2. Формалізм Петрі-об'єктної моделі та його програмне забезпечення

Тема 11. Формалізм Петрі-об'єктної моделі

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР11

Поняття Петрі-об'єкта. Структура Петрі-об'єктної моделі. Приклади застосування Петрі-об'єктного підходу для формалізації процесів функціонування дискретно-подійних систем.

Тема 12. Математичний опис Петрі-об'єктної моделі.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР11

Математичний опис Петрі-об'єкта. Математичний опис зв'язків Петрі-об'єктів в моделі. Еквівалентність рівнянь станів Петрі-об'єктної моделі та рівнянь станів стохастичної мережі Петрі.

Тема 13. Програмне забезпечення Петрі-об'єктного моделювання.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР11

Алгоритм імітації Петрі-об'єктної моделі. Бібліотека класів Петрі-об'єктного моделювання. Графічний редактор мережі Петрі. Графічний редактор Петрі-об'єктної моделі.

Змістовий модуль 3. Програмне забезпечення імітаційного моделювання систем

Тема 14. Моделювання в GPSS

Формування програмних результатів навчання: ПР3, ПР16

Основні оператори мови GPSS.

Приклади реалізації моделей мовою GPSS.

Тема 15 Моделювання в Arena Rockwell Software.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР23

Основні блоки для розробки моделей в Arena. Побудова ієрархічних моделей в Arena. Елементи анімації програмного забезпечення Arena. Приклади реалізації моделей в Arena.

Тема 16 Моделювання в CPNTools.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР23

Розробка моделей засобами кольорових мереж Петрі в CPNTools. Приклади реалізації моделей в CPNTools.

Тема 17 Паралельні обчислення в імітаційному моделюванні.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР23

Паралельні обчислення в експериментуванні з імітаційними моделями. Паралельні обчислення в розробці візуальних засобів імітаційного моделювання. Паралельні обчислення в розробці алгоритмів імітації дискретно-подійних систем. Паралельний алгоритм імітації Петрі-об'єктної моделі.

Тема 18 Програмне забезпечення з імітаційного моделювання.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР23

Порівняльний аналіз засобів моделювання складних систем. Загальні складові сучасного програмного забезпечення з імітаційного моделювання систем. Тенденції розвитку програмного забезпечення з імітаційного моделювання.

7 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем		Кількість годин для денної/заочної форми навчання									
		Всього		У тому числі							
				Лек.		Прак.		Лаб.		Сам.роб.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Змістовий модуль 1. Базові формалізми опису функціонування дискретно-подійних систем та їх алгоритми											
1	Тема 1. Поняття моделі. Способи побудови моделей. Методи моделювання. Технології моделювання.	5		1							4
2	Тема 2. Генератори випадкових чисел.	7		1				1			5
3	Тема 3. Алгоритм імітаційного моделювання дискретно-подійної системи.	7		1				1			5
4	Тема 4. Об'єктно-орієнтований підхід до розробки алгоритму імітаційного моделювання дискретно-подійних систем.	5		1							4
5	Тема 5. Формалізація процесів функціонування дискретно-подійних систем.	7		1				1			5
6	Тема 6. Формалізм мереж масового обслуговування.	5		1							4
7	Тема 7. Формалізм стохастичних мереж Петрі.	7		1				1			5
8	Тема 8. Алгоритм імітації стохастичної мережі Петрі з багатоканальними переходами.	7		1				1			5
9	Тема 9. Математичний опис стохастичної мережі Петрі.	5		1							4
10	Тема 10. Процес формалізації дискретно-подійної системи.	5		1							4
Разом за змістовим модулем 1		60		10				5			45
Змістовий модуль 2. Формалізм Петрі-об'єктної моделі та його програмне забезпечення											
11	Тема 11. Формалізм Петрі-об'єктної моделі	9		2							7
12	Тема 12. Математичний опис Петрі-об'єктної моделі	10		2				2			6
13	Тема 13. Програмне забезпечення Петрі-об'єктного моделювання	11		3				2			6
Разом за змістовим модулем 2		30		7		0		4			19
Змістовий модуль 3. Програмне забезпечення імітаційного моделювання систем											
14	Тема 14. Моделювання в GPSS	13		1				2			10
15	Тема 15 Моделювання в Arena Rockwell Software.	14		2				2			10

16	Тема 16 Моделювання в CPNTools.	13	1		2	10
17	Тема 17 Паралельні обчислення в імітаційному моделюванні.	10	1		1	8
18	Тема 18 Програмне забезпечення з імітаційного моделювання	10	2			8
Разом за змістовим модулем 3		60	7		7	46
Усього годин за дисципліну		150	24		16	110

8 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка генераторів випадкових чисел та їх перевірка на відповідність закону розподілу.	2
2	Розробка алгоритму імітації моделі масового обслуговування на основі об'єктно-орієнтованого підходу.	2
3	Розробка моделі системи на основі формалізованого опису мережею масового обслуговування та її реалізація. Оцінка точності та складності алгоритму імітації моделі масового обслуговування	2
4	Розробка універсального алгоритму імітації стохастичної мережі Петрі. Оцінка точності та складності алгоритму імітації стохастичної мережі Петрі	2
5	Розробка моделі системи на основі формалізованого опису стохастичною мережею Петрі та її реалізація	2
6	Експериментальне дослідження імітаційної моделі системи.	2
7	Розробка моделей з використанням програмного забезпечення GPSS.	2
8	Розробка моделей з використанням програмного забезпечення Arena Rockwell. Розробка ієрархічних моделей в Arena Rockwell. Візуалізація імітації в Arena Rockwell.	2
Разом		16

9 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Поточне опрацювання теоретичного матеріалу	20
2	Підготовка до лабораторних робіт	40
4	Виконання розрахунково-графічної роботи	20
5	Підготовка до іспиту	30
Разом		110

10 Індивідуальні завдання

Робочим планом передбачено виконання індивідуальних завдань з дисципліни у вигляді розрахунково-графічної роботи (РГР). В ній ЗВО наводять тексти програм, які розроблені власноруч відповідно до отриманих варіантів завдань і досліджені під час лабораторних робіт. Докладна інформація про РГР міститься в [14.2]. Форми контролю виконання РГР наведені в таблиці.

Вид роботи	Форма контролю	Кількість балів	
Структура, опис методу та програмна частина	1. Відповідність умовам завдання	0...	4
	2. Експериментальне підтвердження	0...	2
Пояснювальна записка	1. Обґрунтованість рішень	0...	3
	2. Посилання на першоджерела	0...	2
	3. Відповідність оформлення вимогам	0...	2
	4. Своєчасність здачі	0...	2
Захист РГР	Самостійність виконання (відповіді на запитання)	0...	5
Разом		0...	20

11 Методи контролю

Оцінювання знань студентів здійснюється відповідно до [«Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Національного університету «Чернігівська політехніка»](#).

З дисципліни ЗВО може набрати до 60% підсумкової оцінки за виконання всіх видів робіт, що виконуються протягом семестру і до 40% підсумкової оцінки – на екзамені.

Виконання та особистий захист усіх лабораторних робіт, зазначених у робочій навчальній програмі з дисципліни, є обов'язковим. Поточний контроль проводиться шляхом спілкування із ЗВО під час лекцій та консультацій та опитувань ЗВО під час захисту лабораторних робіт.

Результати поточного контролю за відповідний модуль оприлюднюються викладачем на наступному аудиторному занятті. Бали, які набрані ЗВО під час модульних контролів, складають оцінку поточного контролю.

Семестровий контроль у вигляді *екзамену* проводиться під час екзаменаційної сесії з трьома запитаннями: двома теоретичними (по 10 балів максимум за кожне) та одним практичним (20 балів максимум). Оцінка за результатами вивчення дисципліни формується шляхом додавання підсумкових результатів поточного контролю до екзаменаційної оцінки. Взаємозв'язок між набраними балами і оцінкою наведений у розділі 12.

В випадку повторного складання іспиту всі набрані протягом семестру бали анулюються, а повторний іспит складається з трьома питаннями: двома теоретичними (по 30 балів максимум за кожне) та одним практичним (40 балів максимум). Екзаменаційні білети знаходяться у пакеті документів на дисципліну.

У випадку, якщо ЗВО протягом семестру не виконав в повному обсязі передбачених робочою програмою всіх видів навчальної роботи, має невідпрацьовані лабораторні роботи або не набрав мінімально необхідну кількість балів (20), він не допускається до складання іспиту під час семестрового контролю, але має право ліквідувати академічну заборгованість у порядку, передбаченому [«Положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Національного університету «Чернігівська політехніка»](#).

Повторне складання іспиту з метою підвищення позитивної оцінки не дозволяється.

За результатами семестру в екзаменаційну відомість виставляється оцінка відповідно до шкали оцінювання, що наведена в наступному розділі.

12 Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль за модулями

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю	Кількість балів
Змістовий модуль 1. Базові формалізми опису функціонування дискретно-подійних систем та їх алгоритми	0... 11
1 Повнота ведення конспектів занять.	0... 3
2 Підготовленість до лабораторних робіт.	0... 2
3 Самостійність та своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 2
4 Захист лабораторних робіт.	0... 4
Змістовий модуль 2. Формалізм Петрі-об'єктної моделі та його програмне забезпечення	0... 11
1 Повнота ведення конспектів занять.	0... 3
2 Підготовленість до лабораторних робіт.	0... 2
3 Самостійність та своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 2
4 Захист лабораторних робіт.	0... 4
Змістовий модуль 3. Програмне забезпечення імітаційного моделювання систем	0... 18
1 Повнота ведення конспектів занять.	0... 3
2 Підготовленість до лабораторних робіт.	0... 3
3 Самостійність та своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 3
4 Захист лабораторних робіт.	0... 9
Оцінка за РГР	0... 20
Семестрова оцінка поточного контролю	0... 60

Для захисту лабораторної роботи студент повинен відповісти на всі контрольні запитання з методичних вказівок та на два запитання за вибором викладача з лекційного курсу за темою лабораторної роботи. Для денної форми навчання за кожну лабораторну роботу студент отримує певну кількість балів з урахуванням максимальної кількості балів згідно наведеної вище таблиці. При цьому враховується якість оформлення звіту та повнота відповідей на запитання при захисті лабораторної роботи.

Під час семестрового контролю до визначеної поточним контролем суми балів додається оцінка за відповідь на завдання іспиту, що відображається в

екзаменаційній відомості. Екзаменаційна оцінка виставляється відповідно до шкали оцінювання, наведеної нижче.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
66-74	D		
60-65	E	задовільно	не зараховано
0-59	FX	незадовільно	

13 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Лекційний матеріал подається у вигляді презентацій за допомогою медіа-проектора. Під час лекцій аналізуються проблемні ситуації, організується зворотний зв'язок з аудиторією шляхом формулювання запитань і стислих відповідей з обох сторін.

Особливістю виконання лабораторних робіт є застосування спеціального обладнання та прикладного програмного забезпечення навчальної лабораторії «Аналітичної обробки інформації».

14 Методичне забезпечення

1. Імітаційне моделювання. Методичні вказівки до виконання лабораторних та самостійних робіт для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – 16 с.
2. Імітаційне моделювання. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – 12 с.

15 Рекомендована література

Базова

1. Томашевський В. М. Моделювання систем. - К: Видавнича група ВНУ, 2005. - 352 с.
2. Об'єктно-орієнтоване моделювання при проектуванні вбудованих систем і систем часу : навчальний посібник : затверджено МОН України / В.В. Литвинов, С.В. Голуб, К.М. Григор'єв, В.Ю. Жигульська. - Київ-Черкаси. : ІнтролігаТОР, 2011.
3. Імітаційне моделювання // Моделювання систем : Підручник / В.М. Томашевський. - К. : Видавнича група ВНУ, 2005..

4. Шеннон, Р.Ю. Имитационное моделирование систем - искусство и наука : Пер. с англ. / Р.Ю. Шеннон. ; Под ред. Е.К.Масловского. - М. : Мир, 1978. - 418 С.
5. Jensen K. Coloured Petri Nets: Modeling and Validation of Concurrent Systems / K.Jensen, L.Kristensen - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000 – 383p.

Допоміжна

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем /Н.П. Бусленко //Изд НАУКА Главная редакция физ.-мат. литературы. -Москва 1968 г–356 С.
2. Стеценко И.В. Алгоритм имитации Петри-объектной модели / И.В. Стеценко // Математичні машини і системи. – Київ, 2012. - №2 . №1 . – С.154-165.
3. Kelton W.D. Simulation with Arena / W.D. Kelton, R.P. Sadowski, D.A. Sadowski– - New York: McGraw-Hill, 1998. - 672 p.

16 Інформаційні ресурси

1. Система дистанційного навчання НУ «Чернігівська політехніка». Курс «Імітаційне моделювання». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://eln.stu.cn.ua/course/view.php?id=2581>
2. Arena Simulation Software [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.arenasimulation.com/what-is-simulation>
3. Petri nets World site TGI group at the University of Hamburg, Germany [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/>