

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

### МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ (ВБ5)

#### 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

Робоча програма Моделювання систем  
(назва навчальної дисципліни)

для студентів галузі знань 12 – «Інформаційні технології»  
спеціальності 121 – «Інженерія програмного забезпечення»

Розробник робочої навчальної програми:

доцент кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії НУ  
«Чернігівська політехніка», канд. фіз.-мат. наук, доцент

\_\_\_\_\_ (А.М. Акименко)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Робоча програма схвалено на засіданні кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії

Протокол від “31” серпня 2021 року № 1

Завідувач кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії

\_\_\_\_\_ (І.В. Білоус)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## Abstract

### ESIEIT /SE VB4 - Systems modeling 2021/2022 Sem. 2

#### Course Description

The purpose of teaching the discipline is to develop skills in the use of methods of mathematical, computer and simulation modeling of systems and processes in the design and operation of control systems and data processing. The subject of study - a set of methods for modeling and designing systems.

The discipline of "Systems Modeling" consists of 5 credits and five content modules.

The main tasks of studying the discipline are:

- 1) formation of a basic idea of the main directions of mathematical modeling of systems and processes, their general methodology;
- 2) study of theoretical principles and practical techniques of simulation modeling of systems;
- 3) mastering theoretical and practical methods of planning machine experiments with models of systems and processing results for decision making;
- 4) acquisition of skills and abilities to build automated simulation tools.

The course studies theoretical and applied issues of the whole process of modeling systems from problem formation, model creation, conducting experiments to decision-making based on the results of modeling.

**Contents:** system, model, system state, state space, recovery between system and model, queuing systems, Petri nets, statistical test method, random variable generators, simulation, software implementation of simulation model, planning and conducting experiments with models.

## 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>	<b>Рік підготовки:</b> 2-й
Змістових модулів – 4		<b>Семестр</b>
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
	<b>Лабораторні</b> 16 год.	
	<b>Самостійна робота</b> 110 год.	
	<b>Індивідуальні завдання:</b> РГР	
	<b>Вид контролю:</b> 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 можуть бути застосовані при вивченні дисциплін «Об'єктно-орієнтоване програмування». 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.

## 2 Мета навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни *“Моделювання систем”* є формування науково-професійного світогляду бакалавра спеціальності *«Інженерія програмного забезпечення»* в області використання методів математичного, комп'ютерного та імітаційного моделювання систем і процесів у проектуванні та експлуатації систем управління та обробки даних. Предмет вивчення – сукупність методів моделювання та проектування систем.

У курсі вивчаються теоретичні та прикладні питання усього процесу моделювання систем від формування проблеми, створення моделі, проведення експериментів до прийняття рішень за результатами моделювання.

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.

ФК18. Здатність формулювати та забезпечувати вимоги щодо якості програмного забезпечення у відповідності з вимогами замовника, технічним завданням та стандартами.

ФК21. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

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 *“Моделювання систем”* є:

- 1) формування базового уявлення про основні напрямки математичного моделювання систем і процесів, їх загальну методологію;
- 2) вивчення теоретичних принципів та практичних прийомів імітаційного моделювання систем;

- 3) опанування теоретичних та практичних методів планування машинних експериментів з моделями систем та обробки результатів для прийняття рішень;
- 4) набуття вмінь і навичок побудови автоматизованих засобів імітаційного моделювання.

### 3 Очікувані результати навчання з дисципліни

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

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

ПР06. Уміння вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення 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.

ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

ПР23. Вміти документувати та презентувати результати розробки програмного забезпечення.

У підсумку ЗВО повинні

#### **знати:**

- основні класи математичних моделей і методів моделювання систем;
- принципи побудови імітаційних моделей процесів функціонування систем;
- методи та етапи формалізації та алгоритмізації імітаційних моделей;
- принципи побудови сучасних засобів для моделювання;
- стан та перспективи розвитку методів математичного моделювання в галузі систем управління та систем обробки інформації з використанням сучасних програмних систем: генераторів, інтерактивних, інтелектуальних та візуальних систем моделювання;

#### **вміти:**

- створювати та досліджувати математичні та програмні моделі обчислювальних та інформаційних процесів, пов'язаних з функціонуванням об'єктів професійної діяльності;
- вибирати та використовувати методи математичного моделювання при проектуванні та експлуатації систем;
- розробляти схеми алгоритмів для імітаційного моделювання систем та їх об'єктів;
- самостійно реалізовувати моделюючі програми за допомогою програмних засобів комп'ютерного моделювання;

- організувати експерименти з імітаційними моделями та оцінювати точність отриманих результатів;
- обґрунтовувати та приймати рішення за допомогою методів моделювання;
- проектувати та моделювати бізнес-процеси систем.

#### **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:**

- основні класи математичних моделей і методів моделювання систем;
- принципи побудови імітаційних моделей процесів функціонування систем;
- методи та етапи формалізації та алгоритмізації імітаційних моделей;
- принципи побудови сучасних засобів для моделювання;
- сучасні тенденції розвитку методів математичного моделювання в галузі систем управління та систем обробки інформації з використанням сучасних програмних систем: генераторів, інтерактивних, інтелектуальних та візуальних систем моделювання;

##### **2) вміє:**

- створювати та досліджувати математичні та програмні моделі обчислювальних та інформаційних процесів, пов'язаних з функціонуванням об'єктів професійної діяльності;
- вибирати та використовувати методи математичного моделювання при проектуванні та експлуатації систем;
- розробляти схеми алгоритмів для імітаційного моделювання систем та їх об'єктів;
- самостійно реалізовувати моделюючі програми за допомогою програмних засобів комп'ютерного моделювання;
- організувати експерименти з імітаційними моделями та оцінювати точність отриманих результатів;
- обґрунтовувати та приймати рішення за допомогою методів моделювання.

#### **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 екзамену, запитання до якого на початку семестру розміщується у системі дистанційного навчання MOODLE. Екзаменаційні білети знаходяться в пакеті документації на дисципліну.

## 6 Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Загальні положення та визначення моделювання систем

#### Тема 1. Основні поняття та означення моделювання систем. Основні види моделювання.

Формування програмних результатів навчання: ПР3, ПР23

Базові поняття та означення моделювання систем: система, модель, стан системи, простір станів, відношення між системою та моделлю.

Класифікація моделей. Вимоги до моделей. Основні види моделювання

#### Тема 2. Формальні методи побудови моделей.

Формування програмних результатів навчання: ПР3, ПР5, ПР9, ПР23

Декомпозиція систем і простів станів. Формальні методи побудови моделей. Кібернетичний підхід. Системна динаміка. Теоретико-множинний підхід. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання.

### Змістовий модуль 2. Моделі систем масового обслуговування та мережі Петрі

#### Тема 3. Характеристики систем масового обслуговування.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР11, ПР16, ПР18

Вхідний потік вимог. Організація черги. Правила обслуговування вимог. Вихідний потік вимог. Режими роботи систем масового обслуговування.

Типи моделей систем масового обслуговування.

#### Тема 4. Теорема Литтла та її наслідки.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР11, ПР16, ПР18

Формула Литтла. Наслідки теореми Літтла. Одно- та багатоканальні системи масового обслуговування, багатозафазні системи масового обслуговування (СМО) та стохастичні мережі.

#### Тема 5. Основи дискретно-подійного моделювання систем масового обслуговування.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР11, ПР18, ПР23

Простір станів систем масового обслуговування. Приклад побудови моделі системи масового обслуговування. Алгоритм моделювання систем масового обслуговування.

#### Тема 6. Мережі систем масового обслуговування.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР11, ПР18, ПР23

Загальні відомості про мережі СМО. Операційний аналіз для мереж СМО. Основні операційні змінні. Гіпотеза про баланс потоків. Використання операційного аналізу для розрахунків мереж СМО. Приклади розрахунків мереж СМО за допомогою операційного аналізу. Аналіз вузьких місць у мережі.

#### Тема 7. Моделювання систем за допомогою мереж Петрі.

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР11, ПР18, ПР23



Прості мережі Петрі. Розмітка мережі Петрі. Формальне визначення мережі Петрі.

Розширення простих мереж Петрі. Формалізоване зображення моделі за допомогою мережі Петрі. Розширення можливостей вузлів при моделюванні. Розширення можливостей дуг при моделюванні. Розширення можливостей переходів при моделюванні.

### **Змістовий модуль 3. Ймовірнісне моделювання.**

#### **Тема 8. Метод статистичних випробувань.**

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР11, ПР18

Метод статистичних випробувань. Приклади вирішення завдань методом статистичних випробувань. Задача про бомбометання.

#### **Тема 9. Генератори випадкових величин.**

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР18

Типи генераторів: табличні, фізичні, програмні. Вимоги до програмних генераторів. Конгруентні методи побудови генератори. Перевірка послідовностей випадкових чисел.

#### **Тема 10. Моделювання випадкових подій та дискретних величин.**

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР18

Незалежні випадкові події. Група несумісних подій. Умовна подія. Випадкова дискретна величина. Геометричний розподіл. Біноміальний розподіл. Розподіл Пуассона.

#### **Тема 11. Моделювання неперервних випадкових величин.**

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР11, ПР18

Метод оберненої функції. Рівномірний розподіл. Експоненціальний розподіл. Пуассонівський потік. Нормальний розподіл. Логарифмічно-нормальний розподіл. Розподіл і потоки Ерланга. Гамма-розподіл. Бета-розподіл. Розподіл Вейбулла. Гіпер- і гіпоекспоненціальні розподіли.

Моделювання випадкових векторів. Моделювання випадкових процесів.

#### **Тема 12. Статистична обробка результатів моделювання.**

Формування програмних результатів навчання: ПР5, ПР9, ПР11, ПР18, ПР23

Оцінювання ймовірності. Оцінювання розподілу випадкової величини. Оцінювання математичного сподівання. Оцінювання дисперсії. Оцінювання кореляційного моменту.

#### **Тема 13. Визначення кількості реалізацій під час моделювання випадкових величин.**

Формування програмних результатів навчання: ПР5

Особливості оцінки точності та необхідної кількості реалізацій при статистичному моделюванні. Визначення кількості іспитів для оцінки ймовірності та математичного сподівання.

### **Змістовий модуль 4. Планування та проведення експериментів з моделями.**

**Тема 14. Оцінювання точності результатів моделювання.**

Формування програмних результатів навчання: ПР3, ПР5, ПР11, ПР16, ПР23

Перехідний режим роботи моделі. Стаціонарний режим роботи моделі. Метод реплікації і вилучення. Ергодичні процеси. Регенеративні процеси. Методи зниження дисперсії.

**Тема 15. Особливості планування експериментів.**

Формування програмних результатів навчання: ПР3, ПР5, ПР11, ПР16, ПР18

Факторний план. Повний факторний експеримент. Дробовий дворівневий факторний експеримент. Пошук екстремальних значень на поверхні відгуку. Прискорення процесу імітаційного моделювання.

**Тема 16. Прийняття рішень за результатами моделювання.**

Формування програмних результатів навчання: ПР3, ПР5, ПР9, ПР16, ПР23

Подання результатів моделювання. Методи прийняття рішень. Методи оптимізації. Використання методів оптимізації під час проектування. Прийняття рішень щодо удосконалення системи.

## 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
<b>Змістовий модуль 1. Загальні положення та визначення моделювання систем</b>											
1	Тема 1. Основні поняття та означення моделювання систем. Основні види моделювання.	14		1						13	
2	Тема 2. Формальні методи побудови моделей.	16		1				2		13	
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>		<b>30</b>		<b>2</b>				<b>2</b>		<b>26</b>	
<b>Змістовий модуль 2. Моделі систем масового обслуговування та мережі Петрі</b>											
3	Тема 3. Характеристики систем масового обслуговування.	5		1						4	
4	Тема 4. Теорема Литтла та її наслідки.	5		1						4	
5	Тема 5. Основи дискретно-подійного моделювання систем масового обслуговування.	7		2				2		3	
6	Тема 6. Мережі систем масового обслуговування.	6		2						4	
7	Тема 7. Моделювання систем за допомогою мереж Петрі.	7		2				2		3	
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>		<b>30</b>		<b>8</b>				<b>4</b>		<b>18</b>	
<b>Змістовий модуль 3. Ймовірнісне моделювання.</b>											
8	Тема 8. Метод статистичних випробувань.	4		1						3	
9	Тема 9. Генератори випадкових величин.	7		2				2		3	
10	Тема 10. Моделювання випадкових подій та дискретних величин.	4		1						3	
11	Тема 11. Моделювання неперервних випадкових величин.	4		1						3	
12	Тема 12. Статистична обробка результатів моделювання.	7		2				4		1	
13	Тема 13. Визначення кількості реалізацій під час моделювання випадкових величин.	4		1						3	
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>		<b>30</b>		<b>8</b>				<b>6</b>		<b>16</b>	
<b>Змістовий модуль 4. Планування та проведення експериментів з моделями.</b>											
14	Тема 14. Оцінювання точності результатів моделювання.	10		2				2		6	
15	Тема 15. Особливості планування	10		2						8	

експериментів.					
16	Тема 16. Прийняття рішень за результатами моделювання.	40	2	2	36
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>		<b>60</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>50</b>
<b>Усього годин за дисципліну</b>		<b>150</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>110</b>

### 8 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття. Ознайомлення з робочими місцями, правилами проведення та здачі лабораторних робіт. Вступний інструктаж з техніки безпеки	2
2	Формальні методи побудови моделей. Моделювання систем за допомогою мереж Петрі.	2
3	Генератори випадкових величин.	2
4	Статистична обробка результатів моделювання.	4
6	Оцінювання точності результатів моделювання.	2
7	Прийняття рішень за результатами моделювання.	2
8	Заклучне заняття. Захист лабораторних робіт та РГР.	2
<b>Разом</b>		<b>16</b>

### 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
<b>Разом</b>		<b>110</b>

### 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
<b>Разом</b>		<b>0...</b>	<b>20</b>

## 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
<b>Змістовий модуль 1. Загальні положення та визначення моделювання систем</b>	<b>0... 10</b>
1 Повнота ведення конспектів занять.	0... 1
2 Підготовленість до лабораторних робіт.	0... 1
3 Самостійність та своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 1
4 Захист лабораторних робіт.	0... 7
<b>Змістовий модуль 2. Моделі систем масового обслуговування та мережі Петрі.</b>	<b>0... 10</b>
1 Повнота ведення конспектів занять.	0... 1
2 Підготовленість до лабораторних робіт.	0... 1
3 Самостійність та своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 1
4 Захист лабораторних робіт.	0... 7
<b>Змістовий модуль 3. Ймовірнісне моделювання.</b>	<b>0... 10</b>
1 Повнота ведення конспектів занять.	0... 1
2 Підготовленість до лабораторних робіт.	0... 1
3 Самостійність та своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 1
4 Захист лабораторних робіт.	0... 7
<b>Змістовий модуль 4. Планування та проведення експериментів з моделями.</b>	<b>0... 10</b>
1 Повнота ведення конспектів занять.	0... 1
2 Підготовленість до лабораторних робіт.	0... 1
3 Самостійність та своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 1
4 Захист лабораторних робіт.	0... 7
<b>Оцінка за РГР</b>	<b>0... 20</b>
<b>Семестрова оцінка поточного контролю</b>	<b>0... 60</b>

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. Моделювання систем. Методичні вказівки до виконання лабораторних та самостійних робіт для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – 16 с.
2. Моделювання систем. 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. Стеценко І.В. Моделювання систем: навч. посіб. / І.В. Стеценко; М-во освіти и науки України, Черк. держ. технол. ун-т. – Черкаси: видавництво „Маклаут”, 2011. – 502с.
3. Математичне моделювання систем і процесів : навчальний посібник / П.М. Павленко, С.Ф. Філоненко, О.М. Чередніков, В.В. Трейтяк. - Київ. : НАУ, 2017. - 391 С. : ІЛ.
4. Лифшиц, А.Л. Статистическое моделирование систем массового обслуживания / А.Л. Лифшиц, Э.А. Мальц. - М. : Сов. радио, 1978. - 247 С..
5. Jensen K. Coloured Petri Nets: Modeling and Validation of Concurrent Systems / K.Jensen, L.Kristensen - Springer-Verlugg 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. Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.:Бестселлер, 2003. – 416с.
4. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 1998. -208с.
5. 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 «Моделювання систем». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://eln.stu.cn.ua/course/view.php?id=4773>
2. Arena Simulation Sofrware [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/>