

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
ННІ ІНФОТЕХ
Кафедра прикладної математики

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ»

1. Загальна інформація про курс

Мова викладання	Курс викладається українською мовою
Статус дисципліни	Обов'язкова
Викладачі	Сердюк О.А., к.е.н., доцент, доцент кафедри прикладної математики та інформатики
Код класу /	
Корпоративна пошта / E-mail:	serdyuk@vu.cdu.edu.ua
Затвердження та перегляд робочої навчальної програми	Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри прикладної математики та інформатики 27.08.2025, протокол № 1

8. Політика курсу

Письмові роботи. Очікується, що студенти протягом семестру виконають кілька письмових робіт у вигляді звітів, підготованих у системах розробки електронних документів, а також розроблять кілька програм обраною мовою програмування.

Академічна доброчесність. Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів можуть бути кваліфіковані як академічна недоброчесність. Виявлення ознак академічної недоброчесності у письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату.

Відвідування занять. Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття (за наявності поважної причини), у такому випадку допускається підключення студентів онлайн і їх дистанційна робота. Допускається 1 пропуск з поважних причин, який не впливатиме на систему оцінювання. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

9. Схема курсу

Тема, основні питання / завдання	Розподіл годин за темами та формами занять	Форми та методи проведення	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання для самостійної роботи, год	Форма контролю, бали
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ					
Лекція 1. Знайомство з імітаційними моделями 1. Поняття імітаційної моделі 2. Класифікація імітаційних моделей 3. Використання моделей на практиці 4. Моделювання динамічних систем 5. Поняття ймовірності 6. Поняття теореми Байєса 7. Види розподілів ймовірностей	2	Лекція-інформація з елементами візуалізації	Основна: 1, 4 Додаткова: 6, 8, 9, 10, 11	1. Опрацювання літератури з теми лекції (4 год.)	
Лабораторне заняття 1. Поняття випадковості та випадкових чисел. Метод Монте-Карло 1. Стохастичні процеси	4	Практична робота. Матеріали: демонстраційні версії програм	Основна: 4 Додаткова: 9, 10, 11, 12	1. Написання програм, що реалізують задані моделі (6 год)	Перевірка та захист програм (0-4 бали)

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом та на лабораторних заняттях залежить від дотримання таких вимог:

- своєчасність виконання навчальних завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання навчальних завдань;
- самостійність виконання;
- творчий підхід у виконанні завдань.

Виконання модульних контрольних робіт та завдань самостійної роботи є обов'язковим. До їх виконання допускаються всі студенти. Студент, який не виконав поточних завдань, не підготувався до лабораторних занять, отримує 0 балів. Поточну заборгованість, пов'язану з непідготовленістю або недостатньою підготовленістю до навчальних занять, студент повинен ліквідувати шляхом виконання у визначений термін завдань, передбачених програмою. За виконані завдання нараховуються від 0 до 5 балів.

Студенти, які за результатами поточного контролю набрали менше 20 балів, вважаються такими, що мають академічну заборгованість, ліквідація якої є обов'язковою. Студенти, які не мають академічної заборгованості за результатами поточного контролю, допускаються до екзамену.

11. Критерії оцінювання успішності навчання

1. Завданням **поточного контролю** є систематична перевірка розуміння та засвоєння програмного матеріалу шляхом тестування, аналіз виконання завдань самостійної роботи, умінь у електронному форматі представляти певний матеріал.

Критеріями оцінювання у ході поточного контролю є:

- а) під час поточної аудиторної роботи на лекційних та семінарських заняттях:
 - активна участь у дискусіях та пропонуваннях форм роботи на лекційних та лабораторних заняттях;
 - доповнення та запитання на лекційних та лабораторних заняттях;
- б) при виконанні письмових завдань:
 - повнота розкриття питання;
 - цілісність, систематичність, логічна послідовність;
 - підготовка матеріалу за допомогою комп'ютерної техніки;
- в) при виконанні завдань для самостійної та індивідуальної роботи:
 - повнота виконання завдання;
 - творчість та самостійність виконання.

2. Критерії оцінювання **модульної контрольної роботи**. Модульна контрольна робота містить 10 тестових завдань, кожне з яких оцінюється 1 балом.

2. Анотація до курсу

Навчальна дисципліна «Моделювання інформаційних систем та бізнес-процесів» є курсом циклу професійної та практичної підготовки фахівця з інформаційних систем та технологій. Навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують у фахівця в області інформаційних систем навички аналізу предметної області, побудови моделі інформаційної системи у заданій предметній області, дослідження роботи моделі та аналізу результатів моделювання з формулюванням висновків, що є розв'язанням задачі.

Вивчення навчальної дисципліни рекомендується планувати у першому семестрі.

3. Мета та цілі курсу

Метою курсу є формування у студентів системи теоретичних знань і набуття ними практичних умінь та навичок щодо процесів моделювання інформаційних систем, сучасних технологій та структурно-функціонального підходу; побудови моделей для опису предметної області комп'ютерного моделювання складних систем, об'єктів управління та технологічних процесів, зокрема, у економічно-фінансовому сегменті ринку.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни «Моделювання інформаційних систем та бізнес-процесів» передбачено:

- набуття та систематизація студентами знань:
 - принципів та методів структурного аналізу, об'єктного моделювання та проектування ІС
 - методики побудови концептуальних, логічних та фізичних моделей даних ІС;
- формування компетентностей, необхідних для:
 - проведення аналізу бізнес-процесів та потоків даних підприємств;
 - побудови UML-моделі ІС;
 - оцінки результатів моделювання та проектування ІС;
 - формування вимог до побудови інформаційно-комп'ютерних систем;
 - використання шаблонів проектування.

4. Компетентності та очікувані результати навчання

Навчальна дисципліна «Моделювання інформаційних систем та бізнес-процесів» забезпечує формування таких компетентностей, передбачених освітньою програмою підготовки магістрів спеціальності 126 Інформаційні системи та технології:

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахові компетентності (визначені стандартом та освітньою програмою компетентності, формування яких забезпечує ця навчальна дисципліна)

СК04. Здатність розробляти математичні, інформаційні та комп'ютерні моделі об'єктів і процесів інформатизації.

СК09. Здатність розв'язувати практичні завдання, використовуючи знання систем хмарних обчислень, архітектури та стандартів комунікаційних засобів розподілених обчислень, концепцій паралельної обробки інформації.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, **програмними результатами вивчення** дисципліни «Моделювання інформаційних систем та бізнес-процесів» є такі:

РН01. Відшукувати необхідну інформацію в науковій і технічній літературі, базах даних, інших джерелах, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

РН05. Визначати вимоги до ІСТ на основі аналізу бізнес-процесів та аналізу потреб зацікавлених сторін, розробляти технічні завдання.

РН06. Обґрунтовувати вибір технічних та програмних рішень з урахуванням їх взаємодії та потенційного впливу на вирішення організаційних проблем, організовувати їх впровадження та використання.

РН08. Розробляти моделі інформаційних процесів та систем різного класу, використовувати методи моделювання, формалізації, алгоритмізації та реалізації моделей з використанням сучасних комп'ютерних засобів.

5. Обсяг і характеристика курсу

Найменування показників	Характеристика навчального курсу
	денна форма навчання
Освітня програма, спеціальність	Веб-орієнтовані інформаційні системи, 126 Інформаційні системи та технології
Рік навчання	1
Семестр вивчення	1
обов'язкова /вибіркова	обов'язкова
Кількість кредитів ЄКТС	4
Загальний обсяг годин	120
Кількість годин навчальних занять	40
Лекційні заняття	14
Практичні заняття	0
Семінарські заняття	0
Лабораторні заняття	26

Самостійна та індивідуальна робота	80
Форма підсумкового контролю	екзамен

6. Пререквізити курсу

Для вивчення курсу студенти не потребують базових знань з навчальних дисциплін, що викладаються на освітньому ступені магістра, однак, повинні мати базові знання з наступних тем, що викладаються на освітньому ступені бакалавра: програмування (вміння програмувати однією з мов: Python, C, C++, Java, C#, Go), основи мови програмування Python, основи алгоритмізації, основи об'єктно-орієнтованого програмування.

7. Технічне забезпечення

Вивчення курсу потребує наявності інтерпретатора чи компілятора обраної мови програмування, інструментального середовища для написання програм, а також загальноновживаних офісних програм та онлайн-сервісів.

8. Політика курсу

Письмові роботи. Очікується, що студенти протягом семестру виконають кілька письмових робіт у вигляді звітів, підготованих у системах розробки електронних документів, а також розроблять кілька програм обраною мовою програмування.

Академічна доброчесність. Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів можуть бути кваліфіковані як академічна недоброчесність. Виявлення ознак академічної недоброчесності у письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату.

Відвідування занять. Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття (за наявності поважної причини), у такому випадку допускається підключення студентів онлайн і їх дистанційна робота. Допускається 1 пропуск з поважних причин, який не впливатиме на систему оцінювання. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

9. Схема курсу

Тема, основні питання / завдання	Розподіл годин за темами та формами занять	Форми та методи проведення	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання для самостійної роботи, год	Форма контролю, бали
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ					
Лекція 1. Знайомство з імітаційними моделями 1. Поняття імітаційної моделі 2. Класифікація імітаційних моделей 3. Використання моделей на практиці 4. Моделювання динамічних систем	2	Лекція-інформація з елементами візуалізації	Основна: 1, 3 Додаткова: 5, 7, 8, 9	1. Опрацювання літератури з теми лекції (4 год.)	
Лекція 2. Процеси генерації ймовірнісних даних 1. Поняття ймовірності 2. Поняття теореми Байєса 3. Види розподілів ймовірностей	2	Лекція-інформація з елементами візуалізації	Основна: 3 Додаткова: 8, 9, 10	1. Опрацювання літератури з теми лекції (4 год.)	
Лабораторне заняття 1. Поняття випадковості та випадкових чисел 1. Стохастичні процеси 2. Моделювання випадкових чисел 3. Генератор псевдовипадкових чисел 4. Тестування рівномірного розподілу 5. Методи генерації заданих розподілів 6. Генерація випадкових чисел за допомогою Python	2	Практична робота. Матеріали: демонстраційні версії програм	Основна: 3 Додаткова: 8, 9, 10	1. Написання програм, що реалізують задані моделі (4 год)	Перевірка та захист програм (0-3 бали)
Лабораторне заняття 2. Метод Монте-Карло 1. Алгоритм методу Монте-Карло 2. Поняття центральної граничної теореми 3. Застосування методу Монте-Карло 4. Реалізація чисельного інтегрування методом Монте-Карло	2	Практична робота. Матеріали: демонстраційні версії програм	Основна: 3 Додаткова: 8, 9, 10, 11	1. Розв'язання задач на розробку програм (4 год)	Перевірка та захист програм (0-3 бали)
Лекція 3. Марківські процеси прийняття рішень на основі імітаційного	2	Лекція-інформація з елементами	Основна: 3 Додаткова:	1. Опрацювання літератури з теми лекції (4 год.)	

моделювання 1. Поняття Марківських процесів 2. Поняття ланцюгів Маркова 3. Застосування ланцюгів Маркова 4. Рівняння Беллмана 5. Мультиагентне моделювання		візуалізації	8, 9, 10, 11		
Лабораторне заняття 3. Методи передискретизації 1. Поняття методів передискретизації 2. Методика Jackknife 3. Поняття передискретизації 4. Тести на перестановки 5. Методів перехресної перевірки	2	Практична робота. Матеріали: демонстраційні версії програм	Основна: 3 Додаткова: 8, 9	1. Розв'язання задач на розробку програм (4 год)	Перевірка та захист програм (0-3 бали)
Лекція 4. Використання моделювання для оптимізації систем 1. Поняття методів чисельної оптимізації 2. Метод Ньютона-Рафсона 3. Метод стохастичного градієнтного спуску 4. Реалізація методів багатовимірної оптимізації у бібліотеках Python	2	Лекція-інформація з елементами візуалізації	Основна: 1, 2, 3 Додаткова: 5, 7, 8, 9	1. Опрацювання літератури з теми лекції (4 год.)	
Лабораторне заняття 4. Використання імітаційних моделей для фінансового інжинірингу 1. Поняття геометричної броунівської моделі руху 2. Використання методів Монте-Карло для прогнозування цін на акції 3. Моделі ризиків для керування портфелем	2	Практична робота. Матеріали: демонстраційні версії програм	Основна: 2, 3 Додаткова: 6, 8, 9	1. Розв'язання задач на розробку програм (4 год)	Перевірка та захист програм (0-4 бали)
Лабораторне заняття 5. Моделювання та імітаційне моделювання в управлінні проектами 1. Задача управління проектами 2. Задача керування лісовим господарством 3. Планування часу виконання проекту за допомогою методу Монте-Карло	2	Практична робота. Матеріали: демонстраційні версії програм	Основна: 2, 3 Додаткова: 5, 8, 9	1. Розв'язання задач на розробку програм (4 год)	Перевірка та захист програм (0-4 бали)
Лабораторне заняття 6. Поширення дезінформації та симуляція на графах	4	Практична робота. Матеріали:	Додаткова: 8, 9, 11	1. Розв'язання задач на розробку програм (8 год)	Перевірка та захист програм

1. Моделювання соціальної мережі 2. Моделювання розповсюдження дезінформації 3. Поширення дезінформації у різних мережах		демонстраційні версії програм			(0-5 балів)
Модульна контрольна робота	2	Тестування	Основна: 1, 2, 3 Додаткова: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	Повторити навчальний матеріал лекцій 1-4 та лабораторних занять 1-6	10 балів
Всього балів за змістовим модулем 1					32
Всього годин за змістовим модулем 1	66				
Лекцій	8				
Семінарських занять	0				
Лабораторних занять	14				
Самостійна робота	44				
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ					
Лекція 5. Системна динаміка. Діаграми причинно-наслідкових зв'язків 1. Ідентифікація проблеми 2. Діаграми причинно-наслідкових зв'язків, руху запасів 3. Оцінка параметрів 4. Модель диференціального рівняння та діаграма руху запасів 5. Моделювання та аналіз політичних процесів	2	Лекція-інформація з елементами візуалізації	Основна: 1, 4 Додаткова: 5, 12, 13, 14	1. Опрацювання літератури з теми лекції (4 год.)	
Лекція 6. Діаграма запасів та потоків 1. Акції 2. Потік 3. Перетворювач 4. Затримки 5. Ідентифікація запасів і потоків 6. Математичне представлення запасів і потоків	2	Лекція-інформація з елементами візуалізації	Основна: 1, 2, 4 Додаткова: 12, 13, 14, 15, 16	1. Опрацювання літератури з теми лекції (4 год.)	
Лекція 7. Оцінка параметрів та аналіз чутливості	2	Лекція-інформація з елементами	Основна: 4 Додаткова:	1. Опрацювання літератури з теми лекції (4 год.)	

1. Методи оцінки параметрів 2. Оцінка з використанням дезаггрованих даних 3. Оцінка з використанням агрегованих даних 4. Оцінка з використанням декількох рівнянь 5. Аналіз чутливості		візуалізації	12, 14, 15, 16		
Лабораторне заняття 7. Методи тестування моделей 1. Тестування структури моделі 2. Тести поведінки моделі 3. Тести політики наслідків	2	Практична робота. Матеріали: демонстраційні версії програм	Основна: 4 Додаткова: 5, 11, 15, 16	1. Розв'язання задач на побудову моделей (4 год)	Захист моделей (0-4 бали)
Лабораторне заняття 8. Планування та моделювання сценаріїв 1. Партисипативне моделювання системної динаміки 2. Спільне планування сценаріїв на основі системної динаміки 3. Етапи планування сценаріїв 4. Планування поведінки для різних стратегій розвитку та моделювання 5. Планування політики для реалізації стратегії розвитку та моделювання	2	Практична робота. Матеріали: демонстраційні версії програм	Основна: 1, 4 Додаткова: 5, 15, 16	1. Розв'язання задач на побудову моделей (4 год)	Захист моделей (0-4 бали)
Лабораторне заняття 9. Моделювання буму та спаду систем виробництва какао 1. Побудова гіпотези 2. Діаграми причинно-наслідкових зв'язків 3. Модель потоку запасів 4. Перевірка моделі 5. Моделювання та аналіз політики	4	Практична робота. Матеріали: демонстраційні версії програм	Основна: 2, 4 Додаткова: 5, 6, 15, 16	1. Розв'язання задач на побудову моделей (8 год)	Захист моделей (0-5 балів)
Лабораторне заняття 10. Моделювання системи управління твердими побутовими відходами 1. Побудова гіпотези 2. Діаграми причинно-наслідкових зв'язків 3. Модель потоку запасів 4. Перевірка моделі	4	Практична робота. Матеріали: демонстраційні версії програм	Основна: 2, 4 Додаткова: 5, 15, 16	1. Розв'язання задач на побудову моделей (8 год)	Захист моделей (0-5 балів)

5. Моделювання та аналіз політики					
Модульна контрольна робота	2	Тестування	Основна: 1, 4 Додаткова: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	Повторити навчальний матеріал тем 1-4 (4 год)	10 балів
Всього балів за змістовим модулем 2					28
Всього годин за змістовим модулем 2	54				
Лекцій	6				
Семінарських занять	0				
Лабораторних занять	12				
Самостійна робота	36				
Підсумковий контроль: екзамен		Тестування			40

Зауваження! Замість виконання завдань до лабораторних робіт студент може виконати (розробити) міні-проект, що буде охоплювати тематику лабораторних робіт, а саме можливо виконувати міні-проект замість виконання завдань до лабораторних занять: 1-2, 7-8, 9-10, 7-10. Величина міні-проекту залежить від кількості годин, відведених на аудиторну та самостійну роботу з тих занять, для зарахування яких він виконується.

10. Система оцінювання та вимоги

Навчальні досягнення студентів оцінюються за 100-бальною шкалою Університету, чотирибальною шкалою (5 «відмінно», 4 «добре», 3 «задовільно», 2 «незадовільно»), і шкалою оцінок ЄКТС. На поточний контроль відводиться 100 балів.

Оцінювання поточної успішності студентів на окремих навчальних заняттях та за виконання завдань самостійної роботи визначається диференційовано, відповідно до рівня складності завдань, та встановлюється в межах від 0 до 6 балів.

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом та на лабораторних заняттях залежить від дотримання таких вимог:

- своєчасність виконання навчальних завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання навчальних завдань;
- самостійність виконання;
- творчий підхід у виконанні завдань.

Виконання модульних контрольних робіт та завдань самостійної роботи є обов'язковим. До їх виконання допускаються всі студенти. Студент, який не виконав поточних завдань, не підготувався до лабораторних занять, отримує 0 балів. Поточну заборгованість, пов'язану з

непідготовленістю або недостатньою підготовленістю до навчальних занять, студент повинен ліквідувати шляхом виконання у визначений термін завдань, передбачених програмою. За виконанні завдання нараховуються від 0 до 6 балів.

Студенти, які за результатами поточного контролю набрали менше 60 балів, вважаються такими, що мають академічну заборгованість, ліквідація якої є обов'язковою.

11. Критерії оцінювання успішності навчання

1. Завданням **поточного контролю** є систематична перевірка розуміння та засвоєння програмного матеріалу шляхом тестування, аналіз виконання завдань самостійної роботи, умінь у електронному форматі представляти певний матеріал.

Критеріями оцінювання у ході поточного контролю є:

а) під час поточної аудиторної роботи на лекційних та семінарських заняттях:

- активна участь у дискусіях та пропонуваннях формах роботи на лекційних та лабораторних заняттях;
- доповнення та запитання на лекційних та лабораторних заняттях;

б) при виконанні письмових завдань:

- повнота розкриття питання;
- цілісність, систематичність, логічна послідовність;
- підготовка матеріалу за допомогою комп'ютерної техніки;

в) при виконанні завдань для самостійної та індивідуальної роботи:

- повнота виконання завдання;
- творчість та самостійність виконання.

2. Критерії оцінювання **модульної контрольної роботи**. Модульна контрольна робота містить 10 тестових завдань, кожне з яких оцінюється 1 балом.

Завданням **підсумкового контролю** (екзамену) є **комплексна** діагностика результатів навчання, глибини засвоєння студентом програмного матеріалу з навчальної дисципліни, логіки та взаємозв'язків між окремими його змістовими модулями, здатності до творчого використання набутих знань.

Екзамен містить 30 тестових завдань, кожне з яких оцінюється 1-2 балами.

Список рекомендованої літератури / інтернет-ресурси / нормативні документи

Основна

1. Томашевський В. М. Моделювання систем [під ред. М. З. Згуровського]. – К.: Видавнича група BVH, 2005. – 352 с.
2. Томашевський О. М., Цегелик Г. Г., Вітер М. Б., Дудук В. І. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів. Навч. посіб. – К.: «Видавництво «Центр учбової літератури», 2012. – 296 с.

3. Ciaburro G. Hands-On Simulation Modeling with Python. Develop simulation models to get accurate results and enhance decision-making processes / Packt Publishing Ltd., 2020.
4. Bala B.K., Arshad F.M., Noh K.M. System Dynamics. Modelling and Simulation / Springer Science+Business Media Singapore, 2017.

Додаткова

5. Задачин В.М. Моделювання систем: конспект лекцій / В.М. Задачин, І.Г. Конюшенко. - Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. - 268 с.
6. Інформаційні технології в бізнесі. Частина 1: Навч. посіб. / [Шевчук І.Б., Старух А.І., Васьків О.М. та ін.]; за заг. ред. І.Б. Шевчук. Львів: Видавництво ННБК «АТБ», 2020. 455 с.
7. Соколов В.Ю. Інформаційні системи і технології : Навч. посіб. – К. : ДУІКТ, 2010. – 138 с.
8. Lambert K. Fundamentals of Python. Data structures / Cengage Learning, Inc., 2019.
9. (4.) Linge S., Langtangen H.P. Programming for computations - Python. A gentle introduction to numerical simulations with Python 3.6 / Springer Nature Switzerland AG, 2020.
10. Kinser J.M. Modeling and Simulation in Python / CRC Press, 2022.
11. Li R., Nakano A. Simulation with Python. Develop Simulation and Modeling in Natural Sciences, Engineering, and Social Sciences / Apress Media LLC., 2022.
12. Gordon K. Modelling business information. Entity relationship and class modelling for business analysts / BCS Learning & Development Ltd., 2017.
13. Kunze M., Weske M. Behavioural Models. From Modelling Finite Automata to Analysing Business Processes / Springer International Publishing Switzerland, 2016.
14. Табунщик Г.В., Каплієнко Т.І., Петрова О.А. Проектування та моделювання програмного забезпечення сучасних інформаційних систем / Запоріжжя: Дике Поле, 2016.
15. Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I. The Unified Modeling Language User Guide / Pearson Education, Inc., 2005.
16. Booch G., Maksimchuk R.A., Engle M.W., Young B.J., Conallen J., Houston K.A. Object-oriented analysis and design with applications / Pearson Education, Inc., 2007.