

Хмельницький національний університет
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету ІТ

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
5 вересня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання процесів інформаційних систем та технологій

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 126 – Інформаційні системи та технології очна денна форма здобуття освіти

Освітня програма Інформаційні системи та технології (освітньо-наукова)

Статус дисципліни: обов'язкова, дисципліна спеціальної підготовки

Факультет – інформаційних технологій

Кафедра – Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю		
			Кредити ЕКТС	Години	Разом	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента			Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Залік	Іспит
						Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Самостійна робота						
ОД	1	1	4	120	51	17	34			69			+		
Разом			4	120	51	17	34			69			1		

Робоча програма складена на основі освітньо-наукової програми та навчального плану

Програма складена _____

Підпис

Кисіль Т. М.

Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Протокол № 2 від 30 серпня 2024 р.

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем _____

Підпис

Ірина ЗАСОРНОВА

Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Протокол № 1 від 05 вересня 2024 р.

Голова Вченої ради _____

Підпис

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ініціали, прізвище

Хмельницький 2024

Моделювання процесів інформаційних систем та технологій

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Мова викладання	Українська
Семестр	1
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	4
Форми здобуття освіти	Очна денна

Результати навчання Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: мати передові концептуальні та методологічні знання з ІСТ і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій; вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми ІСТ державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях; формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, вимірювань, баз даних, великих даних у хмарних сховищах тощо) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані; розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у сфері ІСТ та дотичних міждисциплінарних напрямках.

Зміст навчальної дисципліни. Моделювання предметної галузі. Процеси та етапи розроблення програмних систем. Формальна специфікація. Моделювання архітектури інформаційної системи. Моделі якості. Моделі подання знань в інформаційних системах. Постановка експерименту. Перевірка адекватності моделі. Класифікаційні моделі та оцінка їх якості. Застосування мереж Петрі для моделювання паралельних систем. Застосування кольорових мереж Петрі. Інтелектуальні інформаційні системи. Системи нечіткого прийняття рішень. Технології та методів вибору альтернатив при прийнятті рішень. Обробка результатів бінарної та багатокласової класифікації

Запланована навчальна діяльність: лекцій 17 год., лабораторних занять 34 год., самостійної роботи 69 год.; разом 120 год.

Методи навчання: методи проблемного викладання, словесні, наочні, проблемно-пошукові (лекції); пояснювально-ілюстративні, проблемного викладання, практичні, проблемно-пошукові, дослідницькі, частково-пошукові (практичні та лабораторні заняття), проблемного викладання, практичні, дослідницькі, частково-пошукові (самостійна робота: індивідуальні завдання).

Форми оцінювання результатів навчання: поточний – захист лабораторних робіт, усне опитування, письмові самостійні та контрольні роботи, підсумковий контрольний захід.

Форма семестрового контролю: залік

Навчальні ресурси:

1. Ismail Taha Ahmed Binary and Multi-Class Malware Threads Classification *Appl. Sci.* 2022, 12(24), 12528; <https://doi.org/10.3390/app122412528>
2. Tassio Fernandes Costa Coloured Petri Nets-Based Modeling and Validation of Insulin Infusion Pump Systems *Appl. Sci.* 2022, 12(3), 1475; <https://doi.org/10.3390/app12031475>
3. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>
4. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khmnu.edu.ua/asp/php_f/page_lib.php

Викладач: канд. фіз.-мат. наук, доц. Кисіль Т. М.

ВСТУП

Мета викладання дисципліни. Програма вивчення навчальної дисципліни «**Моделювання процесів інформаційних систем та технологій**» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки фахівців третього циклу навчання спеціальності «Інформаційні системи та технології». Дисципліна «**Моделювання процесів інформаційних систем та технологій**» забезпечує базову підготовку здобувачів спеціальності «Інформаційні системи та технології» та характеризується широким міждисциплінарним підходом.

Метою є формування компетентностей, необхідних для розробки та оптимізації моделей інформаційних систем довільної природи; розширення та поглиблення знань про принципи та методи побудови моделей процесів інформаційних систем; формування навичок формалізації при .

Предмет дисципліни. Моделювання процесів інформаційних систем та технологій .

Завдання дисципліни. Розвинути дослідницькі навички та удосконалити професійні навички програмування, моделювання систем довільної природи, розробки предметно-орієнтованих систем імітаційного моделювання, набуті за попередні цикли навчання.

Компетентності, на формування яких спрямовано ОК:

Інтегральна - Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері ІСТ, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення (продукування) нових цілісних знань, оволодіння методологією наукової та науково-педагогічної діяльності, проведення власного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичну цінність та практичне значення.

ЗК2. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень.

ЗК3. Здатність ініціювати дослідницько-інноваційні проекти та автономно працювати під час їх реалізації.

ФК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у ІСТ та дотичних до них міждисциплінарних напрямках з ІТ та суміжних галузей.

ФК3. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології і спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності, керувати Інтернет ресурсами, інформаційними системами та цифровими сервісами.

ФК5. Здатність розвивати фундаментальні моделі інформаційних технологій, проектувати та створювати прототипи інформаційних систем та цифрових сервісів.

ФК6. Здатність аналізувати дані та оцінювати необхідні знання для розв'язання задач оптимізації життєвого циклу інформаційних систем та цифрових сервісів, забезпечення їх надійності та безпеки з використанням математичних методів і методів комп'ютерного моделювання.

Програмні результати навчання, на забезпечення яких спрямовано ОК:

ПРН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з ІСТ і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН2. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми ІСТ державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН3. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, вимірювань, баз даних, великих даних у хмарних сховищах тощо) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН4. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у сфері ІСТ та дотичних міждисциплінарних напрямках.

Після вивчення дисципліни «**Моделювання процесів інформаційних систем та технологій**» студент має досягти таких результатів навчання (сукупність знань, умінь, навичок, компетентностей):

знати:

- методи та способи формалізації моделей складних систем,

- алгоритми імітації дискретно-подійних систем, їх верифікацію та валідацію,
- способи моделювання паралельних обчислень та потоків в інформаційних системах,
- методи обробки експериментальних даних,
- методи експериментального дослідження імітаційних моделей систем,
- складові компоненти програмного забезпечення з моделювання систем,
- сучасні тенденції розвитку програмного забезпечення з моделювання процесів
- методи оцінки якості бінарного класифікатора
- методи оцінки якості багатокласового класифікатора.

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,
- використовувати паралельні обчислення в алгоритмах імітації та експериментальному дослідженні моделей систем,
- розробляти графічні редактори мереж Петрі,
- обґрунтовувати вибір інформаційних ознак, що є оптимальними для опису предметно області,
- будувати моделі інформаційних потоків процесів, що відбуваються в системі
- обґрунтовувати вибір методів оцінки и якості класифікатора, як бінарного так і багатокласового

бути здатним:

- використовувати математичні методи для прийняття обґрунтованих рішень в усіх областях людської діяльності
- діяти у складних і непередбачуваних умовах, що потребує застосування нових підходів, креативності, самостійного пошуку помилок, критичного оцінювання отриманих результатів
- застосовувати отримані знання у власних наукових дослідженнях.

1. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, відведених на		
		Лекції	Лабораторні заняття	Самостійну роботу
Розділ I. Моделювання систем і процесів				
1	Моделювання предметної галузі	2	4	8
2	Процеси та етапи розроблення програмних систем	2	4	8
3	Формальна специфікація	2	4	8
4	Моделювання архітектури інформаційної системи	2	4	8
5	Моделі якості	2	4	8
6	Моделі подання знань в інформаційних системах	2	4	8
Розділ II. Постановка та організація теоретичного експерименту				
7	Постановка експерименту	2	4	8
8	Перевірка адекватності моделі.	2		5
9	Класифікаційні моделі та оцінка їх якості	2	6	8
Години		17	34	69
Разом		120 (4.0 кредити)		

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст лекційного курсу

Лекція	Перелік тем лекцій	Годин
	Розділ I. Моделювання систем і процесів	
1	Моделювання предметної галузі 1. Структурно-функціональний аналіз системи 2. Структурно-функціональний аналіз організації системи 3. Представлення процесів з використанням нотації DFD (нотації Гейна-Сарсона та Йордана-Де Марко) 4. Представлення процесів з використанням нотації IDEF0	2
2	Процеси та етапи розроблення програмних систем 1. Нормативно-методичне забезпечення процесу створення програмного забезпечення 2. Деякі стандарти, які регламентують життєвий цикл програмного забезпечення 3. Моделі життєвого циклу програмного забезпечення (Моделювання основних процесів, Моделювання допоміжних процесів, Моделювання організаційних процесів) 4. Моделі інформаційної системи на основі каскадної моделі 5. Управління життєвим циклом програмних продуктів	2
3	Формальна специфікація 1. Огляд концепції псевдокоду та його ролі у формалізації вимог 2. Огляд концепції дерев рішень та скінченних автоматів у формалізації вимог 3. Порівняння ефективності та застосування псевдокоду, скінченних автоматів та дерев рішень. 4. Обговорення сценаріїв, коли краще використовувати один метод перед іншим	2
4	Моделювання архітектури інформаційної системи 1. Типові архітектури інформаційних систем 2. Архітектурний підхід до проектування ІС 3. Характеристики якості програмного забезпечення в інформаційних системах 4. Функціональні компоненти інформаційної системи 5. Платформена архітектура інформаційних систем 6. Фреймворки 7. Інтеграція інформаційних систем	2
5	Моделі якості 1. Класифікація моделей якості. 2. Методи оцінки значень показників моделей якості. 3. Основні поняття в проблематиці надійності програмних систем	2
	Моделі подання знань в інформаційних системах 1. Логічні моделі; 2. Продукційні моделі. 3. Мережні моделі. 4. Фреймові моделі.	
6	Розділ II. Постановка та організація теоретичного експерименту	2
7	Постановка експерименту 1. Визначення мети дослідження 2. Формулювання гіпотези 3. Визначення параметрів та умов експерименту 4. Вибір методів аналізу результатів 5. Розробка математичної моделі 7. Аналіз та інтерпретація результатів 8. Формулювання висновків та подальших напрямків дослідження	2
8	Перевірка адекватності моделі. 1. Перевірка чутливості моделі 2. Використання крос-валідації 3. Експертна оцінка: 4. Сенситивність до умов моделювання	2
9	Класифікаційні моделі та оцінка їх якості 1. Помилки першого та другого роду 2. Матриця помилок 3. Accuracy 4. Precision and Recall (точність і повнота) 5. F-міра 6. ROC крива	2
	Загалом:	17

2.2 Зміст лабораторних занять

Номер	Тема лабораторного заняття	Годин
1	Структурно-функціональний аналіз систем	4
2	Моделювання життєвого циклу інформаційної системи	4
3	Застосування мереж Петрі для паралельних систем	4
4	Застосування кольорових мереж Петрі	4
5	Інтелектуальні інформаційні системи	4
6	Системи нечіткого прийняття рішень	4
7	Технології та методів вибору альтернатив при прийнятті рішень	4
8	Обробка результатів бінарної та багатокласової класифікації	6
<i>Разом</i>		<i>34</i>

2.3. Зміст самостійної роботи

Об'єм самостійної роботи з дисципліни – **Моделювання процесів інформаційних систем та технологій** становить 69 години. Він включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до виконання лабораторних робіт і їх захисту, підготовку до поточного контролю.

Номер теми	Зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу. Здача лабораторної роботи №1.	10
2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу. №2. Здача лабораторної роботи №2	8
3	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №3. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу. Здача лабораторної роботи №3	8
4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу. Здача лабораторної роботи №4	8
5	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу.. Здача лабораторної роботи №5	8
6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу. Здача лабораторної роботи №6	8
7	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №7. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу. Здача лабораторної роботи №7	8
8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу. Здача лабораторної роботи №8	11
<i>Разом</i>		<i>69</i>

3. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами (розповідь, пояснення, лекція, бесіда) та наочними (демонстрація) з використанням мультимедійних засобів; лабораторні заняття проводяться з використанням інформаційних технологій і сприяють набуття здобувачами практичних навичок із застосування методів системного моделювання під час проектування, дослідження та експлуатації інформаційно-обчислювальних моделей.

4. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочим планом дисципліни. Семестровий контроль проводиться у формі іспиту. При цьому при виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю.

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- захист лабораторних робіт;
- виконання завдань лабораторних занять.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і письмового підсумкового контрольного заходу з усього матеріалу дисципліни. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (іспит, курсова робота), вважається невстигаючим.

При оцінюванні знань студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку „відмінно” за вітчизняною шкалою та «А» за шкалою ЄКТС (див. Шкалу оцінок), отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за вміння зв'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення.

Оцінку „добре”, за шкалою ЄКТС – «В», отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування в вивченому матеріалі, свідоме використання знань для вирішення практичних завдань, грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповіді мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента повинна будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінку „добре”, за шкалою ЄКТС – «С», отримує студент за правильну відповідь з двома-трьома суттєвими помилками.

Оцінки "задовільно", за шкалою ЄКТС – «D», заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, що справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент слабо знає структуру курсу, допускає помилки у відповіді, засвоїв і набув практичних навичок, але допустив неточності. Вагається при відповіді на відозмінене запитання, разом з тим студент володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.

Оцінки "задовільно", за шкалою ЄКТС – «E», заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу, але отримані знання і набуті практичні навички відповідають мінімальним критеріям оцінювання.

Оцінка „незадовільно”, за шкалою ЄКТС – «FX», виставляється, коли студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекидає їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткових знань з курсу.

Оцінка „незадовільно”, за шкалою ЄКТС – «F», виставляється студенту за повне незнання і нерозуміння навчального матеріалу або відмову від відповіді і передбачає повторне навчання студента з дисципліни.

Набуття теоретичних знань і практичних навичок студентом перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи. Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми, якість виконання лабораторної роботи на комп'ютері, своєчасний захист лабораторної роботи. Термін захисту вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. За несвоєчасний захист лабораторної роботи виставляється оцінка «задовільно». Пропущене з поважних причин лабораторне заняття студент повинен відпрацювати самостійно в установленний викладачем термін.

Кожний вид роботи оцінюється за чотирибальною шкалою: 5, 4, 3, 2. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів робіт з урахуванням нижче наведених вагових коефіцієнтів.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Лабораторні роботи (ЛР) 1 - 8	Контрольна робота	Форма семестрового контролю
ЗЛР	КР	залік
ВК=0,8	ВК=0,2	

де ВК – ваговий коефіцієнт, ЗЛР – середньоарифметична оцінка захистів усіх лабораторних робіт, КР – оцінка з контрольної роботи. Якщо вид роботи не зданий, або зданий на незадовільну оцінку, підсумковий бал не обраховується, а здобувачу пропонується перездача або повторне вивчення курсу

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення усіх оцінок до електронного журналу.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС:

Оцінка ECTS	Бали	Вітчизняна оцінка
A	4,75–5,00	ВІДМІННО – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	ДОБРЕ – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	ДОБРЕ – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	НЕЗАДОВІЛЬНО – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

На основі аналізу контролю знань викладач удосконалює курс лекцій, звертаючи особливу увагу на ті розділи, чи теми, з яких було найбільше неточних відповідей, що свідчить про методичні чи інші недоліки при висвітленні вказаних тем або розділів. Аналогічно вносяться корективи в методичні посібники для лабораторних та практичних робіт, курсового проектування, детальніше розглядаються принципові питання при виконанні лабораторних робіт та їх захисті.

6. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни «**Моделювання процесів інформаційних систем та технологій**» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Структурно-функціональний аналіз системи
2. Структурно-функціональний аналіз організації системи
3. Представлення процесів з використанням нотацій DFD
4. Нотації Гейна-Сарсона
5. Нотації Йордана-Де Марко
6. Представлення процесів з використанням нотацій IDEF0
7. Нормативно-методичне забезпечення процесу створення програмного забезпечення
8. Деякі стандарти, які регламентують життєвий цикл програмного забезпечення
9. Моделі життєвого циклу програмного забезпечення
10. Моделювання основних процесів,
11. Моделювання допоміжних процесів,
12. Моделювання організаційних процесів)
13. Моделі інформаційної системи на основі каскадної моделі
14. Управління життєвим циклом програмних продуктів
15. Концепція псевдокоду та його ролі у формалізації вимог
16. Концепція дерев рішень у формалізації вимог
17. Концепція скінчених автоматів у формалізації вимог
18. Порівняння ефективності та застосування псевдокоду, скінчених автоматів та дерев рішень.
19. Типові архітектури інформаційних систем
20. Архітектурний підхід до проектування ІС
21. Характеристики якості програмного забезпечення в інформаційних системах
22. Функціональні компоненти інформаційної системи
23. Платформена архітектура інформаційних систем
24. Фреймворки
25. Інтеграція інформаційних систем
26. Класифікація моделей якості.
27. Методи оцінки значень показників моделей якості.

28. Основні поняття в проблематиці надійності програмних систем
29. Логічні моделі подання знань в інформаційних системах
30. Продукційні моделі подання знань в інформаційних системах.
31. Мережні моделі подання знань в інформаційних системах.
32. Фреймові моделі подання знань в інформаційних системах.
33. Визначення мети дослідження
34. Формулювання гіпотези
35. Визначення параметрів та умов експерименту
36. Вибір методів аналізу результатів
37. Розробка математичної моделі
38. Аналіз та інтерпретація результатів
39. Формулювання висновків та подальших напрямків дослідження
40. Перевірка чутливості моделі
41. Використання крос-валідації
42. Експертна оцінка:
43. Сенситивність до умов моделювання
44. Помилки першого та другого роду
Матриця помилок
45. Accuracy
46. Precision and Recall (точність і повнота)
F-міра
47. ROC крива
48. Застосування мереж Петрі для паралельних систем
49. Застосування кольорових мереж Петрі
50. Інтелектуальні інформаційні системи
51. Системи нечіткого прийняття рішень
52. Технології та методів вибору альтернатив при прийнятті рішень
53. Обробка результатів бінарної та багатокласової класифікації
54. Метрики якості бінарного класифікатора
55. Метрики якості багато класового класифікатора

6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ismail Taha Ahmed Binary and Multi-Class Malware Threads Classification *Appl. Sci.* 2022, 12(24), 12528; <https://doi.org/10.3390/app122412528>
2. Yi Zeng A Multi-Classification Hybrid Quantum Neural Network Using an All-Qubit Multi-Observable Measurement Strategy *Entropy* 2022, 24(3), 394 <https://doi.org/10.3390/e24030394>
3. Maximo Eduardo Sanchez-Gutierrez Multi-Class Classification of Medical Data Based on Neural Network Pruning and Information-Entropy Measures *Entropy* 2022, 24(2), 196; <https://doi.org/10.3390/e24020196>
4. Thi-Thu-Huong Le XGBoost for Imbalanced Multiclass Classification-Based Industrial Internet of Things Intrusion Detection Systems *Sustainability* 2022, 14(14), 8707; <https://doi.org/10.3390/su14148707>
5. Ranjit Pnigrahi A Consolidated Decision Tree-Based Intrusion Detection System for Binary and Multiclass Imbalanced Datasets *Mathematics* 2021, 9(7), 751; <https://doi.org/10.3390/math9070751>
6. Stavros Souravlas A Novel Method for General Hierarchical System Modeling via Colored Petri Nets Based on Transition Extractions from Real Datasets *Appl. Sci.* 2023, 13(1), 339; <https://doi.org/10.3390/app13010339>
7. Husam Kaid Intelligent Colored Token Petri Nets for Modeling, Control, and Validation of Dynamic Changes in Reconfigurable Manufacturing Systems *Processes* 2020, 8(3), 358; <https://doi.org/10.3390/pr8030358>
8. Tassio Fernandes Costa Coloured Petri Nets-Based Modeling and Validation of Insulin Infusion Pump Systems *Appl. Sci.* 2022, 12(3), 1475; <https://doi.org/10.3390/app12031475>
9. Yisheng An Hierarchical Colored Petri Nets for Modeling and Analysis of Transit Signal Priority Control Systems *Appl. Sci.* 2018, 8(1), 141; <https://doi.org/10.3390/app8010141>
10. Паулін Олег Метод побудови моделі обчислювального процесу на основі мережі Петрі Том 2 № 4 (2019): Прикладні аспекти інформаційних технологій <https://doi.org/10.15276/aait.04.2019.1>
11. Луцків А. М. Мережі петрі як метод моделювання динамічних комп'ютерних систем / А. М. Луцків, М. В. Ващук // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 2. — С. 41.
12. Ioannis Markoulidakis Multiclass Confusion Matrix Reduction Method and Its Application on Net Promoter Score Classification Problem https://www.researchgate.net/publication/355845580_Multiclass_Confusion_Matrix_Reduction_Method_and_Its_Application_on_Net_Promoter_Score_Classification_Problem?enrichId=rgreq-dee373447cd25a84ec18a98aa55b3bf4-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOz_M1NTg0NTU4M_DtB_UzoxMDg1NjY1MzU3OTAxODI2QDE2MzU4NTQyMDA5MDA=&el=1_x_3&esc=publicationCoverPdf

13. Baidaa M Alsafy Multiclass Classification Methods: A Review *International Journal of Advanced Engineering Technology and Innovative Science* (IJAETIS) Volume 5, Issue 3, Page No: 01-10 https://www.researchgate.net/publication/347327472_Multiclass_Classification_Methods_A_Review?enrichId=rgreq-6cd8bf773c82b56c5b572d8078b84a2f-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM0NzMyNzQ3MjtBUzo5NjkzMDI1ODkwNzU0NTdAMTYwODExMTE1NDk1Nw==&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf

14. Krzysztof Gajowniczek ESTIMATING THE ROC CURVE AND ITS SIGNIFICANCE FOR CLASSIFICATION MODELS' ASSESSMENT *QUANTITATIVE METHODS IN ECONOMICS* Vol. XV, No. 2, 2014, pp. 382 – 39