

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
КАФЕДРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

_____ Кашпур О.Ф.

«___» _____ 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА МЕТОДИ
РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
для студентів**

галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
освітній рівень	магістр
освітня програма	Програмна інженерія
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	8
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: **д. ф.-м. н., професор Кривий С. Л.** (лекції, лабораторні заняття).

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» 20__ р.

Розробник: Кривий Сергій Лук'янович д. ф.-м. н., професор, професор кафедри інтелектуальних програмних систем.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри інтелектуальних програмних систем

_____ О.І. Провотар

Протокол № __ від «__» _____ 2019 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «__» _____ 2019 року №__

Голова науково-методичної комісії _____ Л.Л. Омельчук

«__» _____ 2019 року

Затверджено вченою радою факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «__» _____ 2019 року №__

Голова вченої ради факультету _____ А.В. Анісімов

1. Мета дисципліни. Метою дисципліни «Теоретичні основи та методи розробки інформаційних систем» – є вивчення базових концепцій, методів та механізмів проектування, обґрунтування та специфікації властивостей інформаційних систем та розробки програмного забезпечення для таких систем.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни. Для успішного вивчення дисципліни «Теоретичні основи та методи розробки інформаційних систем» студент повинен відповідати наступним вимогам:

1. Успішне опанування курсів:

1. Дискретна математика.
2. Основи математичної логіки та теорії алгоритмів.
3. Основи теорії складності алгоритмів.
4. Основи програмування.
5. Основи об'єктно-орієнтованого програмування.
6. Об'єктно-орієнтоване програмування.

2. Знання:

1. Основні поняття теорії графів, загальної алгебри, математичної логіки.
2. Процедурного та об'єктно-орієнтованого програмування мовою C++.
3. Об'єктно-орієнтованого програмування мовою Java.

3. Вміти:

1. Застосовувати алгоритми теорії автоматів та моделей загальної алгебри для проектування програмного забезпечення.
2. Застосовувати логічні мови для специфікації властивостей системи, що проектується.
3. Застосовувати методи перевірки виконуваності специфікацій автоматними методами.
4. Реалізувати на мовах C++ та Java алгоритми перевірки на моделі.
5. Розробляти програмне забезпечення для структурного аналізу виконуваності специфікацій.

4. Володіти:

1. Базовими навичками використання інтегрованих середовищ розробки програмного забезпечення CLion/ IntelliJIDEA/ Eclipse/ NetBeans.
2. Англійською мовою на рівні не нижче Intermediate.

3. Анотація дисципліни. Навчальна дисципліна «Теоретичні основи та методи розробки інформаційних систем» є складовою програми підготовки фахівців за другим (магістерським) рівнем вищої освіти галузі знань 12 Інформаційні технології зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення, освітньо-наукової програми «Програмне забезпечення систем».

Дисципліна викладається у 1 семестрі в обсязі **240 год. (8 кредитів ECTS)**, зокрема: лекції – 68 год., лабораторні заняття – 10 год., самостійна робота – 160 год., консультації – 2 год. Викладання дисципліни закінчується – **іспитом**.

Дана дисципліна є нормативною навчальною дисципліною в рамках освітньої програми «Програмне забезпечення систем» та є базовою для вивчення дисципліни «Моделе-орієнтована побудова програмних систем».

4. Завдання (навчальні цілі). Основними завданнями дисципліни «Теоретичні основи та методи розробки інформаційних систем» є набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень в області проектування та розробки

інформаційних систем відповідно до освітньої кваліфікації магістр з інженерії програмного забезпечення. Зокрема, розвивати:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК01).
- Здатність проведення теоретичних та прикладних досліджень на відповідному рівні (ЗК03).
- Здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети, працювати в команді співробітників (ЗК04).
- Здатність аналізувати предметні області, формувати, аналізувати та моделювати вимоги до програмного забезпечення (СК01).
- Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати проектні завдання, знаходити раціональні методи й підходи до їх розв'язання (СК02).
- Здатність проектувати програмне забезпечення, включаючи проведення моделювання його архітектури, поведінки та процесів функціонування окремих підсистем і модулів (СК03).
- Здатність систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення (СК07).
- Вміння планувати і проводити наукові дослідження, готувати результати наукових робіт з інженерії програмного забезпечення до оприлюднення (СК09).

5. Результати навчання за дисципліною.

Результат навчання (1. знати; 2. вміння; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН1.1	Знати основи математичної логіки (класичні та некласичні логічні мови).	Лекції, самостійна робота.	Контрольна робота №1, іспит.	10%
РН1.2	Знати основні поняття теорії автоматів та способи їх реалізації, відлагодження та тестування програм.	Лекції, самостійна робота.	Контрольні роботи №1, №2, іспит.	5%
РН1.3	Знати зв'язок між автоматами та логічними совами, алгоритми перевірки виконаності специфікацій систем.	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.	Контрольна робота №2, іспит.	35%
РН2.1	Вміти проектувати та розробляти на мовах програмування програмне забезпечення для систем, давати якісну характеристику систем.	Лабораторні заняття, самостійна робота.	Здача лабораторних робіт, іспит.	22%

РН3.1	Консультуватися з викладачем стосовно питань що виникають у ході вивчення теоретичного матеріалу.	Лекції, лабораторні заняття, години консультацій.	Здача лабораторних робіт.	3%
РН3.2	Обговорювати з колегами та викладачем проблемі питання що виникають у ході виконання лабораторних робіт.	Лабораторні заняття.	Здача лабораторних робіт.	5%
РН3.3	Чітко та послідовно обґрунтовувати власні проектні рішення, доводити правильність цих рішень в рамках виконання лабораторних робіт.	Лабораторні заняття.	Здача лабораторних робіт.	5%
РН4.1	Закріплення та поглиблення набутих на лекціях теоретичних знань проектування та розробки алгоритмів та програм.	Самостійна робота, опрацювання рекомендованих інформаційних джерел.	Здача лабораторних робіт.	5%
РН4.2	Закріплення та поглиблення набутих на лабораторних заняттях практичних навичок проектування та розробки програм.	Самостійна робота, реалізація рекомендованих завдань.	Здача лабораторних робіт.	5%
РН4.3	Сумлінне і вчасне виконання та здача лабораторних робіт.	Лабораторні заняття.	Здача лабораторних робіт.	5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання.

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 3.1	РН 3.2	РН 3.3	РН 4.1	РН 4.2	РН 4.3
	Програмні результати навчання									
ПРН01. Знати і системно застосовувати методи аналізу та моделювання прикладної області, виявлення інформаційних потреб і збору вихідних даних для проектування програмного забезпечення.	+		+	+	+	+	+			
ПРН02. Обґрунтовувати вибір методів формування вимог до програмної системи, розробляти, аналізувати та систематизувати вимоги.	+		+	+	+	+				
ПРН03. Знати і застосовувати базові концепції і методології моделювання інформаційних процесів.				+	+	+		+	+	
ПРН04. Оцінювати і обирати методи і моделі розробки, впровадження, експлуатації програмних			+	+					+	+

засобів та управління ними на всіх етапах життєвого циклу.										
ПРН08. Проводити аналітичне дослідження параметрів функціонування програмних систем для їх валідації та верифікації, а також проводити аналіз обраних методів, засобів автоматизованого проектування та реалізації програмного забезпечення.	+		+	+				+		
ПРН11. Набувати нові наукові і професійні знання, вдосконалювати навички, прогнозувати розвиток програмних систем та інформаційних технологій.				+					+	+
ПРН13. Оформляти результати досліджень у вигляді статей у наукових виданнях та тез доповідей на науково-технічних конференціях.	+		+	+						
ПРН14. Пояснити, аналізувати, цілеспрямовано шукати і обирати необхідні для вирішення фахових наукових і прикладних задач інформаційно-довідкові та науково-технічні ресурси і джерела знань з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.		+	+	+		+		+	+	

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів.

Семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2 – **15 балів/9 балів.**
2. Контрольна робота 2: РН1.2, РН1.3 – **15 балів/9 балів.**
3. Лабораторна робота 1: РН2.1, РН3.1, РН3.2, РН3.3, РН4.1, РН4.2, РН4.3 – **10 балів/6 балів.**
4. Лабораторна робота 2: РН2.1, РН3.1, РН3.2, РН3.3, РН4.1, РН4.2, РН4.3 – **20 балів/12 балів.**

Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

- Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40 балів.
- Результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1.
- Форма проведення і види завдань: письмова робота.
- Види завдань: 5 письмових завдань (2 теоретичних питання та 3 практичних завдання).
- Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен повинна бути не меншою ніж 24 бали.
- Студенти не допускаються до екзамену, якщо протягом семестру вони набрали менше ніж 36 балів.
- Студенти не допускаються до екзамену, якщо протягом семестру вони не виконали та не здали 100 % лабораторних робіт передбачених даною програмою.

Критерії оцінювання на іспиті.

Завдання	Тема завдання	Максимальний відсоток від 40 балів	Всього відсотків
Завдання 1	Питання по теоретичному матеріалу курсу	15%	15%
Завдання 2		22,5%	22,5%

Завдання 3	Практичне завдання на основі теоретичного матеріалу курсу	25%	25%
Завдання 4		20%	20%
Завдання 5		17,5%	17,5%
			100%

7.2 Організація оцінювання.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота 1: до 7 тижня семестру.
2. Контрольна робота 2: до 14 тижня семестру.
3. Лабораторна робота 1: до 7 тижня семестру.
4. Лабораторна робота 2: до 13 тижня семестру.

Студент має право на одне перескладання кожної контрольної роботи у визначений викладачем термін.

Якщо студент з поважних причин, які підтверджено документально, був відсутній при написанні контрольної роботи, він має право на одне перескладання з можливістю отримання максимальної кількості балів. Термін перескладання визначається викладачем.

Якщо впродовж семестру студент пропустив більше половини занять без поважних причин, не має оцінок за контрольні роботи або кількість набраних ним балів за семестр становить менше 30 балів, то у відповідних графах «Відомості обліку успішності КМСОНП» виставляються «0», а у графі іспит/залік – відмітка про не допуск.

7.3. Шкала відповідності оцінок.

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять.

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Лаборанті заняття	Самостійна робота
Змістовна частина 1. Задачі і проблематика теорії скінченних автоматів над словами скінченної довжини. Алгебра регулярних мов та її зв'язок з автоматами. Розв'язання основних задач теорії скінченних автоматів та застосування цієї теорії до моделювання складних систем.				
1	Тема 1. Предмет теорії автоматів та основні різновиди скінченних автоматів над словами скінченної довжини. Приклади. Способи подання: автоматів: таблиці і графи переходів і виходів.	4		6
2				
3	Тема 2. Еквівалентність скінченних автоматів, критерій еквівалентності. Гомоморфізми та ізоморфізми скінченних автоматів Мілі. автоматів без виходів (акцепторів), теорема про існування мінімального автомата в класі автоматів еквівалентних даному.	4		10
4				
5	Тема 3. Основна теорема теорії скінченних	4	2	13

6	автоматів: теореми синтезу та аналізу, алгоритми аналізу та синтезу скінченних автоматів.			
7	Тема 4. Практичні алгоритми аналізу та синтезу скінченних автоматів. Приклади використання алгоритмів синтезу та аналізу.	4	2	11
8				
9	Тема 5. Задачі пошуку та обробки текстової інформації на основі автоматів без виходів. Ідентифікація слів. Алгоритми Кнута-Моріса-Прата та Ахо-Ульмана.	4		8
10				
11	Тема 6. Розв'язання задач теорії скінченно породжуваних напівгруп: розпізнавання слів вільної напівгрупи, розв'язання задачі про перетин скінченно породжуваних напівгруп.	4		8
12				
13	Тема 7. Розв'язання задач теорії скінченно породжуваних груп. Алгоритмічні проблеми теорії скінченно породжуваних груп. Алгоритм побудови нільсенівського базису. Розв'язання задачі про перетин скінченно породжуваних підгруп вільної групи.	4		8
14				
15	Тема 8. Застосування в криптографії та іграх зі скінченним числом станів. Застосування при моделюванні протоколів та їх верифікації.	4		10
16				
Контрольна робота 1				2
Всього по частині 1		32	4	76
Змістовна частина 2. Задачі і проблематика теорії скінченних автоматів над словами нескінченної довжини. Алгебра w-регулярних мов та її зв'язок з автоматами Бюхі та Мюллера. Розв'язання основних задач теорії скінченних автоматів над словами нескінченної довжини та задач теорії часових автоматів.				
17	Тема 9. Скінченні автомати над нескінченними словами. Автомати Бюхі та автомати Мюллера. Мови, які сприймаються автоматами Бюхі та Мюллера.	4		8
18				
19	Тема 10. Детерміновані та не детерміновані автомати Бюхі та Мюллера. Основні властивості скінченних автоматів над словами нескінченної довжини: розв'язання задач про об'єднання, перетин та доповнення мов, які сприймаються автоматами Бюхі та Мюллера. Приклади.	4		12
20				
21	Тема 11. Зв'язок автоматів з логікою. Лінійна темпоральна логіка, аксіоматика та правила виведення.	4		11
22				
23	Тема 12. Основні властивості мови цієї логіки, метод семантичного табло. Приклади застосування.	4	2	11
24				
25	Тема 13. Алгоритм трансляції моделей Кріпке та ЛТЛ-формул в w -автомати	4	2	8
26				
27	Тема 14. Розв'язання основних задач верифікації реактивних систем, які задаються специфікаціями в лінійній темпоральній логіці. Приклади верифікації властивостей.	4		8
28				
29	Тема 15. Часові автомати. Означення часового автомата і мови, яка акцептується цими	4		8
30				

	автоматами.			
31	Тема 16. Часові автомати Бюхі і Мюллера. Розв'язання основних задач для часових регулярних мов: об'єднання та перевірка пустоти мови, що акцептується даним автоматом.	4		8
32				
33	Тема 17. Застосування до моделювання реальних дискретних інформаційних систем (електронні пристрої, робототехніка).	4	2	8
34				
Контрольна робота 2				2
Всього по частині 2		36	6	84
Консультації		2		
ВСЬОГО		68	10	160

Загальний обсяг – **240** год., в тому числі:

Лекції – **68** год.

Лабораторні заняття – **10** год.

Самостійна робота – **160** год.

Консультації – **2** год.

Типові завдання контрольної роботи №1.

1. Синтезувати автомат, який акцептує слова мови, заданої регулярним виразом. Застосувати тотожні перетворення регулярного виразу для спрощення такої побудови.
2. Побудувати регулярний вираз мови, яка акцептується автоматом, отриманим в результаті синтезу з п. 1.
3. Детермінізувати заданий автомат. Довести теорему про детермінізації СА.
4. Побудувати за даним автоматом автомат з мінімальним числом станів.

Контрольні запитання до змістовної частини I.

1. Дати означення автомата Мілі, Мура, приведенного автомата та еквівалентності автоматів. Умови автоматності.
2. Дати означення регулярного виразу, який представляє мову. Назвати основні тотожності алгебри регулярних мов.
3. Таблиця переходів і виходів. Граф переходів та виходів. Дати означення ациклічного автомата. Означення відношення еквівалентності станів СА.
4. Теореми про детермінізації та мінімізацію. Критерій еквівалентності автоматів. Алгоритм мінімізації автоматів Мілі.
5. Функція подрібнення класів станів СА та її властивості. Алгоритм мінімізації Хопкрофта та його характеристика. Мінімізація ациклічних автоматів.
6. Теорема аналізу СА. Алгоритм Кліні аналізу СА. Рівняння в алгебрі регулярних мов. Алгоритм синтезу на основі системи лінійних рівнянь в алгебрі регулярних мов.
7. Алгоритм аналізу на основі елімінації станів. Теорема синтезу СА. Продемонструвати на прикладі.
8. Теорема про гомоморфізми СА. Канонічний гомоморфізм СА. Ядро гомоморфізму. Властивості гомоморфізмів СА. Алгоритм синтезу СА на основі графічної інтерпретації.

Типові завдання контрольної роботи №2.

1. Сформулювати та довести теорему синтезу автоматів Бюхі.
2. Побудувати семантичне табло для формул живучості та взаємного виключення. За цим табло побудувати автомат.
3. Проілюструвати прикладами конкретну систему, яка моделюється часовим автоматом. Дослідити властивості цієї системи.

Контрольні запитання до змістовної частини II.

1. Автомати над нескінченними словами. Автомати Бюхі та їх узагальнення автомати Мюллера..
2. Властивості детермінованих та недетермінованих автоматів Бюхі. Замкнутість мов, що акцептуються автоматами Бюхі, відносно об'єднання та перетину. Не замкнутість відносно доповнення.
3. Лінійна темпоральна логіка. Синтаксис семантика. Модель Кріпке та перевірка виконуваності формул на цій моделі. Аксиоматика ЛПТЛ.
5. Розширення ЛПТЛ до лінійної темпоральної логіки (можливість працювати з інтервалами). Основні оператори та їх семантика, правила розгортки та тотожності..
6. Метод семантичного табло для ЛТЛ. Зв'язок з автоматами. Алгоритм трансляції ЛТЛ формул в автомати.
7. Часові автомати, означення та найпростіші властивості. Замкнутість мов, що акцептуються часовими автоматами Бюхі, відносно об'єднання та перетину. Не замкнутість відносно доповнення.
8. Проблема верифікації властивостей на основі застосування часових автоматів. Приклади властивостей та приклади систем.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Кривий С.Л. Дискретна математика: вибрані питання. – Вид. дім «Києво-Могилянська академія». – 2007. – 570 с.
2. Hopcroft J.E., Motwani R., Ullman J.D. Introduction to Automata Theory, Languages and Computations (second edition). – Addison-Wesley. – 2001. – 521 с.
3. Perrin D. Finite Automata. Handbook of Theoretical and Computer Science. Ed by van Leeuwen. - Elsevier Science Publishers B.V. – 1990. – 1-57 pp.
5. Thomas W. Automata on Infinite Objects. – Handbook of Theoretical and Computer Science. Ed by van Leeuwen. - Elsevier Science Publishers B.V. – 1990. – 135-194 p.
6. Кривий С.Л. Скінченні автомати: Теорія, алгоритми, складність. – Чернівці-Київ: «Букрек». – 2021. – 427 с.
7. Clarke E., Grumberg O., Peled D. Верифікація моделей програм: Model checking. – The MIT Press. – Cambridge, Massachusetts, London, England. – 2001. – 376 p.
8. J.A. Anderson Automata theory with Modern Applications Cambridge University Press. – 2006. – 255 p.

Додаткові:

1. Глушков В.М., Летичевский А.А., Годлевский А.Б. Методы синтеза дискретных моделей биологических систем. – К.: Вища школа. – 1983. – 262 с.
2. Bryant R. E. Symbolic Boolean Manipulation with Ordered Binary Decision Diagrams. – School of Computer Science, Carnegi Mellon University. – Pittsburg. – 1992 (June). – 34 p.
3. Анисимов А.В. О групповых языках. ж. Кибернетика. – 1971. – N 4. – с. 18-24.