

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проєктами
Кафедра програмного забезпечення автоматизованих систем

Код РПНД Т74629



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

 Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

СИСТЕМНЕ ПРОГРАМУВАННЯ

System Programming

рівень вищої освіти: _____ перший (бакалаврський) _____

тип дисципліни: _____ обов'язкова _____

мова(и) викладання: _____ українська _____

Робоча програма навчальної дисципліни «Системне програмування» є однією із складових комплексної підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня галузі знань F «Інформаційні технології» спеціальності F2 «Інженерія програмного забезпечення» освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення».

10 квітня 2025 року – 18 с.

Розробник: Макарова Л.М., к.т.н., доцент, доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системне програмування» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення» к.т.н., доцент

 Макарова Л.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системне програмування» розглянуто на засіданні кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем.

Протокол №4 від «23» квітня 2025 р.

Завідувач кафедри



Приходько С.Б.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системне програмування» розглянуто Науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проєктами.

Протокол №4 від «24» квітня 2025 р.

Голова



Фаріонова Т.А.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системне програмування» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу



Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «Системне програмування» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол №5 від «21» травня 2025 р.

Голова НМР НУК



Слободян С.О.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання	14
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	15
10. Рекомендовані джерела інформації	15

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «Системне програмування» є однією із складових комплексної підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня галузі знань F «Інформаційні технології» спеціальності F2 «Інженерія програмного забезпечення» освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення».

Вона є теоретичною та практичною базою для освоєння студентами теоретичних знань та отримання практичних навичок з основ створення сучасних компіляторів та реалізації системних частин прикладного програмного забезпечення. Набуті в процесі вивчення компетентності майбутні фахівці зможуть застосовувати як при подальшому навчанні, так і після отримання вищої освіти у своїй професійній діяльності.

Ключові слова: компілятор, лексичний аналізатор, синтаксичний аналізатор, семантичний аналізатор, регулярний вираз, регулярні та контекстно-вільні мови, детермінований кінцевий автомат, недетермінований кінцевий автомат, формальна, контекстно-вільна та регулярна граматики.

Abstract

The course «System Programming» is one of the components of comprehensive training of applicants for higher education of the first (bachelor's) level field of knowledge F «Information Technology» specialty F2 «Software Engineering» educational program «Software Engineering».

It is a theoretical and practical basis for students to master theoretical knowledge and gain practical skills in the basics of creating modern compilers and implementing system parts of application software. Acquired in the process of studying competence, future specialists will be able to apply both in further education and after receiving higher education in their professional activities.

Keywords: compiler, lexical analyzer, parsing, semantic analysis, regular expression, regular and context-free languages, deterministic finite state machine, nondeterministic finite state machine, formal, context-free and regular grammar.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань F «Інформаційні технології»	Обов`язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		4-й	4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність: F2 «Інженерія програмного забезпечення» Освітня програма: «Інженерія програмного забезпечення»	Семестр	
Індивідуальне науково- дослідне завдання не передбачено		8-й	8-й
		Лекцій	
Загальна кількість годин – 90		15 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		-	-
		Лабораторні	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3		30 год.	10 год.
	Самостійна робота		
	45 год.	74 год.	
	Індивідуальні завдання: -		
	Вид контролю – екзамен		
	Форма контролю: комбінована		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робоча програма навчальної дисципліни «Системне програмування» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня галузі знань F «Інформаційні технології» спеціальності F2 «Інженерія програмного забезпечення» освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення». Для зазначеної освітньої програми дисципліна є обов'язковою.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Системне програмування» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

K16. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.

K21. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

K26. Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є: основи програмування, комп'ютерна дискретна математика, алгоритми та структури даних, архітектура та проєктування програмного забезпечення.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

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

ПР07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

ПР12. Застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проєктування програмного забезпечення.

ПР15. Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Процеси компіляції і трансляції. Лексичний аналізатор.

Тема 1. Основні поняття процесів компіляції і трансляції. Етапи аналізу процесу компіляції: лексичний, синтаксичний і семантичний аналіз. [1], стор. 13-20; [2], стор. 17-18; [3], стор. 107-113; [4], стор. 4-12, 76-83, 109-113, 192-196.

Тема 2. Визначення мови. Регулярні мови та регулярні вирази. [2], стор. 9-15; [3], стор. 84-101; [4], стор. 116-124.

Тема 3. Визначення граматики. Класифікація граматик. Граматики Хомського. [1], стор. 22-28; [2], стор. 12-15; [3], стор. 9-29.

Тема 4. Лексичний аналіз. Основні поняття. Детерміновані кінцеві автомати. Недетерміновані кінцеві автомати. [2], стор. 42-60; [3], стор. 35-74, 107-113; [4], стор. 76-83, 109-113, 147-150, 152-165.

Змістовий модуль 2. Синтаксичний і семантичний аналіз. Генерація компіляторів.

Тема 5. Синтаксичний аналіз. Типи синтаксичних аналізаторів (парсерів). Основні поняття розбору по КВ граматиці. [1], стор. 29-37, 49-54; [2], стор. 16-

17, 37-41; [3], стор. 118-127, 130-136; [4], стор. 60-67, 197-205.

Тема 6. LL(1)-граматики. Необхідність перетворення граматик. Алгоритми низхідного аналізу. Метод рекурсивного спуску. [1], стор. 56-69; [2], стор. 61-86; [3], стор. 149-166; [4], стор. 217-230.

Тема 7. LR(1) граматики. Алгоритми висхідного аналізу. [1], стор. 71-111; [2], стор. 87-114; [3], стор. 170-189; [4], стор. 233-239, 241-256.

Тема 8. Семантичний аналіз. Створення проміжного та машинного коду. [1], стор. 113-120, 122-130; [4], стор. 506-511.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр	лаб	с.р		лек	пр	лаб	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Процеси компіляції і трансляції. Лексичний аналізатор										
Тема 1. Основні поняття процесів компіляції і трансляції. Етапи аналізу процесу компіляції: лексичний, синтаксичний і семантичний аналіз.	10	2	-	4	4	10	1	-	2	7
Тема 2. Визначення мови. Регулярні мови та регулярні вирази.	10	2	-	2	6	10	1	-	2	7
Тема 3. Визначення граматик. Класифікація граматик. Граматики Хомського.	10	2	-	-	8	10	1	-	-	9
Тема 4. Лексичний аналіз. Основні поняття. Детерміновані кінцеві автомати. Недетерміновані кінцеві автомати.	15	2	-	8	5	15	1	-	2	12
Разом за змістовим модулем 1	45	8	-	14	23	45	4	-	6	35

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 2. Синтаксичний і семантичний аналіз. Генерація компіляторів										
Тема 5. Синтаксичний аналіз. Типи синтаксичних аналізаторів (парсерів). Основні поняття розбору по КВ граматичі.	15	2	-	8	5	15	-	-	2	13
Тема 6. LL(1)-граматики. Необхідність перетворення граматик. Алгоритми низхідного аналізу. Метод рекурсивного спуску.	15	2	-	8	5	15	-	-	2	13
Тема 7. LR(1) граматичі. Алгоритми висхідного аналізу.	8	2	-	-	6	8	1	-	-	7
Тема 8. Семантичний аналіз. Створення проміжного та машинного коду.	7	1	-	-	6	7	1	-	-	6
Разом за змістовим модулем 2	45	7	-	16	22	45	2	-	4	39
Усього годин	90	15	-	30	45	90	6	-	10	74

Теми лабораторних занять

№ з/п	Теми лабораторних занять	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
1	Спрощений лексичний аналіз	4	2
2	Регулярні вирази	2	2
3	Моделювання детермінованого кінцевого автомату	8	2
4	Моделювання недетермінованого кінцевого автомату	8	2
5	Синтаксичний аналіз для LL(1)-граматик	8	2
	Разом	30	10

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
1	Підготовка до лекцій	8	6
2	Підготовка до лабораторних робіт	15	10
3	Самостійне вивчення тем курсу	12	48
4	Підготовка до МКР	5	-
5	Підготовка контрольної роботи	-	5
6	Підготовка до екзамену	5	5
Разом		45	74

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, лабораторних занять, самостійної роботи студентів та контрольних тестових робіт програмованого типу.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та лабораторних заняттях словесними та наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на лабораторних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

Для зручної та ефективної організації навчального процесу, зроблено Classroom з навчальної дисципліни, де розташовані завдання до лабораторних робіт та супроводжувальні матеріали. Доступ до класу надається на першому лабораторному занятті за університетською електронною поштою.

3 метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та

підвищення якості виконання лабораторних завдань проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

При проведенні занять у дистанційному або змішаному режимах використовуються Google Classroom та Google Meet або ZOOM.

Засобами діагностики результатів навчання та методами їх демонстрування є:

- виконання завдань лабораторних робіт;
- оформлення звітів лабораторних робіт;
- захист лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (денна форма навчання);
- виконання контрольної роботи (заочна форма навчання);
- складання підсумкового контролю (екзамену).

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю та оцінки підсумкового контролю.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи та набутих практичних навичок під час виконання завдань лабораторних робіт. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконані лабораторні роботи, розв'язані додаткові завдання, виконана модульна контрольна робота або контрольна робота та інше). У проміжних оцінках студент може набрати до 80 балів.

Питома вага підсумкового контролю (екзамену) в загальній системі оцінок – 20 балів. Право складати екзамен дається студенту, якій з урахуванням

максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 40 балів.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форма контролю комбінована:

- письмова (оформлення звітів лабораторних робіт, письмові відповіді на контрольні питання виконання завдань);
- усна (відповіді на контрольні питання до лабораторних робіт).

Виходячи з того, що головною метою курсу є формування практичних навичок, вирішальним фактором підсумкового оцінювання є якість виконання лабораторних робіт та практичної частини екзамену.

Критерії оцінювання лабораторної роботи

Бал	Критерії оцінювання
12	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
10-11	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
7-9	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
4-6	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1-3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 60 балів (5 лабораторних робіт по 12 балів).

Критерії оцінювання поточного модульного контролю у формі тестування (денна форма навчання)

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів.

Критерії оцінювання контрольної роботи (заочна форма навчання)

Контрольна робота складається з двох теоретичних питань та одного практичного завдання (задачі). За кожне теоретичне питання здобувач отримує максимально 5 балів. За практичне завдання (задачу) здобувач отримує максимально 10 балів.

Теоретичні питання		Практичне завдання (задача)	
Бал	Критерії оцінювання	Бал	Критерії оцінювання
5	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.	10	Практичне завдання виконано правильно, без зауважень
3-4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу.	7-9	Практичне завдання виконано повністю, але містить несуттєві недоліки (висновки, оформлення тощо)
2	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.	4-6	Практичне завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована, використовується невірна термінологія.	1-3	Практичне завдання виконано частково та містить суттєві помилки розрахункового та методичного характеру
0	Здобувач не дає відповіді.	0	Практичне завдання не виконано

Критерії оцінювання підсумкового контролю (екзамену)

Екзаменаційний білет складається з 2 теоретичних питань та практичного завдання (задачі). За кожне теоретичне питання здобувач отримує максимально по 5 балів, за практичне завдання (задачу) – 10 балів.

Теоретичні питання		Практичне завдання (задача)	
Бал	Критерії оцінювання	Бал	Критерії оцінювання
1	2	3	4
5	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.	8-10	Практичне завдання виконано правильно, без зауважень
3-4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу.	5-7	Практичне завдання виконано повністю, але містить несуттєві недоліки (висновки, оформлення тощо)
2	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.	3-4	Практичне завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована, використовується невірна термінологія.	1-2	Практичне завдання виконано частково та містить суттєві помилки розрахункового та методичного характеру
0	Здобувач не дає відповіді.	0	Практичне завдання не виконано

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1	Лабораторна робота №1	12	Лабораторна робота №1	12
	T2	Лабораторна робота №2	12	Лабораторна робота №2	12
	T4	Лабораторна робота №3	12	Лабораторна робота №3	12
ЗМ2	T5	Лабораторна робота №4	12	Лабораторна робота №4	12
	T6	Лабораторна робота №5	12	Лабораторна робота №5	12
ПМК		Тест	20	Контрольна робота	20
Підсумковий контроль		Екзамен	20	Екзамен	20
Сума балів			100		100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Навчальний процес потребує використання:

- мультимедіа, відео- і звуковідтворювальної, проєкційної апаратури (проєктори, екрани, смартдошки тощо);
- комп'ютерів, комп'ютерних систем та мереж;
- програмного забезпечення (для підтримки дистанційного навчання та ін.);
- власних мобільних пристроїв (смартфони, планшети, ноутбуки, тощо);
- бібліотечних фондів (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова література тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Гавриленко С.Ю., Бельорін-Еррера О.М. Основи теорії побудови компіляторів: навч.-метод. посібник. Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків, 2024. 138 с.
2. Гавриленко С.Ю. Формальні мови, граматики та автомати: навч. посібник. Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків, 2021. 133 с.
3. Захарія Л. М., Заяць М. М. Формальні мови, граматики та автомати. Навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. 196 с.
4. Aho A.V., Lam M.S., Sethi R., Ullman J.D. Compilers: Principles, Techniques, & Tools. Second Edition. Pearson - Addison-Wesley, 2006. 1009 p. ISBN: 978-0321486813.

Допоміжна література

1. Устенко І.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з

курсу «Системне програмування». Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 2015. 37 с.

2. Кривий С.Л. Скінченні автомати: теорія, алгоритми, складність: підручник для студентів ВНЗ. Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка ; під заг. ред. О.В. Палагін. Чернівці: Букрек; Київ: [б.в.], 2020. 427 с.

3. Швачич Г.Г., Бартенєв Г.М., Тімошкін А.І., Толстой В.В. Основи дискретної математики. Частина I. Основи теорії множин: Навч. посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. 72 с.

4. Сучасні тенденції розвитку системного програмування: тези доп. наук.-практ. конф.: 23-24 листоп. 2023 р. / М-во освіти і науки України, Нац. авіац. ун-т, Ф-т комп'ютер. наук та технологій ; [редкол.: О.Є. Литвиненко, Д.П. Кучеров, Є.Б. Артамонов]. Київ: НАУ, 2023. 74 с.

5. Інтелектуальні технології в системному програмуванні: [ІТСП – 2014]: IV Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів, [22-24 квіт. 2015 р., м. Хмельницький]: зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Хмельн. нац. ун-т, Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича ; [відп. ред. Т.О. Говорущенко, Ю.П. Кльоц]. Хмельницький: Гонта А.С., 2015. 146 с.

6. Семеріков С.О., Поліщук О.П. Методика спільного використання засобів автоматизації лексичного та синтаксичного аналізу в процесі навчання теорії програмування майбутніх учителів інформатики Теорія та методика навчання інформатики Т. XIII (2015), вип. 2 (36). С. 174-200.

7. Hanter R. The Essence of Compilers. Pearson Education, 2004. 248 p. ISBN-13: 978-8131708385.

8. Yunlin Su, Song Y. Yan. Principles of Compilers. A New Approach to Compilers Including the Algebraic Method. Higher Education Press, Beijing and Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. 453 p.

9. Grune D., Reeuwijk K. van, Bal H.E., Jacobs C.J.H., Langendoen K. Modern Compiler Design. Second Edition. Springer Science+Business Media: New York, 2012. 822 p.

10. Terry P.D. Compilers and Compiler Generators an introduction with C++.

International Thomson Computer Press, 1998. 427 p.

11. Sestoft P., Larsen K.F. Grammars and parsing with C# 2.0. 45 p.

12. Lawson Mark V. Finite automata. Chapman and Hall. CRC. 2004. ISBN 1-58488-255-7.

13. Møller A., Schwartzbach M.I. Static Program Analysis. 2025. 210 p.

Інформаційні ресурси

1. Гавриленко С.Ю., Бельорін-Еррера О.М. Основи теорії побудови компіляторів. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/79432> (дата звернення 05.06.2024).

2. Гавриленко С.Ю. Теорія цифрових автоматів та формальних мов. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/69050> (дата звернення 05.06.2024).

3. Методи трансляції: Конспект лекцій. Частина 1. URL: http://window.edu.ru/app.php/catalog/pdf2txt/262/29262/12475?p_page=2 (дата звернення 05.06.2024).

4. Підручник з проектування компілятора для початківців. Повний посібник. URL: https://www.guru99.com/uk/compiler-tutorial.html?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 05.06.2024).

5. Скінченні автомати. <https://flashcards.world/flashcards/sets/45ce2205-1c96-4c9b-98f3-84b99862c4c2/> (дата звернення 05.06.2024).

6. Теорія обчислень. Вступ у скінченні автомати. URL: <https://habr.com/post/358304/> (дата звернення 05.06.2024).

7. Скінченні автомати у реальному житті: де ми їх використовуємо і чому. URL: https://habr.com/company/yandex_praktikum/blog/564800/ (дата звернення 05.06.2024).

8. Скінченний автомат: теорія і реалізація. URL: <https://tproger.ru/translations/finite-state-machines-theory-and-implementation/> (дата звернення 05.06.2024).

9. Алгоритм перетворення НКА у еквівалентний ДКА. Алгоритм Томпсона. URL: <https://habr.com/post/671742/> (дата звернення 05.06.2024).
10. Basics of Automata Theory. URL: <https://cs.stanford.edu/people/eroberts/courses/soco/projects/2004-05/automata-theory/basics.html> (дата звернення 05.06.2024).
11. Modern Compiler Implementation in C. <https://www.cs.princeton.edu/~appel/modern/c/> (дата звернення 05.06.2024).
12. Modern Compiler Implementation in Java. <https://www.cs.princeton.edu/~appel/modern/java/> (дата звернення 05.06.2024).
13. Modern Compiler Implementation in ML. <https://www.cs.princeton.edu/~appel/modern/ml/> (дата звернення 05.06.2024).

Розробник:

доцент кафедри програмного забезпечення
автоматизованих систем, к.т.н., доцент

Макарова Л.М.