

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

факультет математики та інформатики
Прикладної математики та інформаційних технологій

СИЛАБУС
навчальної дисципліни

Системне програмування

обов'язкова

Освітньо-професійні програми:

1. «Інформаційні технології та управління проектами».
2. «Технології програмування та комп'ютерне моделювання».
3. «Системний аналіз»

Спеціальності:

1. 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології».
2. 113 «Прикладна математика».
3. 124 «Системний аналіз»

Галузі знань:

1. 12 «Інформаційні технології».
2. 11 «Математика та статистика».
3. 12 «Інформаційні технології»

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Факультет математики та інформатики

Мова навчання українська

Розробник:

Сопронюк Т. М., доцент кафедри прикладної математики та інформаційних технологій, кандидат фізико-математичних наук

Профайл викладача <https://amit.chnu.edu.ua/pro-kafedru/personalii/soproniuk-tetiana-mykolaivna/>

E-mail: t.sopronyuk@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=121>

Консультації Онлайн-консультації: Середа з 18.00 до 19.00.

<https://meet.google.com/xmj-tbua-vdx>

1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

У курсі вивчаються елементи теорії формальних мов (форми Бекуса-Наура, регулярні вирази, формальні граматики, зокрема, граматики Хомського) та теорії скінченних автоматів (розпізнавачі, недетерміновані скінченні автомати, алгоритми перетворення недетермінованого скінченного автомата в детермінований, алгоритми вилучення недосяжних станів, алгоритми мінімізації та інші), які використовуються при лексичному і синтаксичному аналізі.

2. Мета навчальної дисципліни: студенти повинні опанувати основні принципи побудови компіляторів, елементи теорії формальних мов (регулярні вирази, формальні граматики, зокрема, граматики Хомського, розпізнавачі) та теорію скінченних автоматів.

3. Пререквізити. Для ефективності засвоєння курсу здобувач вищої освіти має вивчити дисципліну «Програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування».

4. Результати навчання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: типи мовних процесорів, основні фази компіляції, роботу з хеш-таблицями, поняття автоматних і неавтоматних мов та засоби їх представлення, алгоритми перетворення різних форм подання формальних мов, алгоритми перетворення автоматів (недетермінованого скінченного автомата в детермінований, алгоритми мінімізації та інші);

вміти: розв'язувати задачу належності для граматик, що розпізнають; генерувати ланцюжки граматик, що породжують; застосовувати алгоритми перетворення скінченних автоматів, праволінійних граматик та регулярних виразів.

Студенти повинні оволодіти програмним матеріалом, застосувати вивчені алгоритми до модельних прикладів, запрограмувати частину алгоритмів, виконати контрольні роботи, здати іспит.

Під час вивчення дисципліни, відповідно до освітньо-професійної програми, формуються наступні

загальні компетентності:

- ЗК01. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК06. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК10. Навички у використанні інформаційних і комунікаційних технологій.

фахові компетентності:

- ФК01. Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем.
- ФК06. Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.
- ФК07. Здатність експлуатувати та обслуговувати програмне забезпечення автоматизованих та інформаційних систем різного призначення.
- ФК08. Здатність використовувати сучасні технології програмування та тестування програмного забезпечення.
- ФК09. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

ФК17. Здатність до використання новітніх інформаційно-комунікаційних технологій.

та отримуються наступні **програмні результати навчання:**

ПРН11. Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символічних алгоритмів.

ПРН14. Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.

ПРН16. Демонструвати навички взаємодії з іншими людьми, уміння працювати в команді.

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни _____												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин					Вид підсумкового контролю	
			кредиті	годин	змістови	лекції	практич	семінарс	лаборато	самостій на індивідуа		
Денна	3	6	4	120	2	30	-	-	30	60	-	Екзамен (Прикладна математика) Залік (Інформаційні технології та управління проектами, Системний аналіз)

5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Обчислювальні та регулярні вирази. Вирази з метасимволами						
Тема 1. Розробка мовних процесорів мов програмування (загальний огляд) Поняття мовного процесора. Типи мовних процесорів. Основні фази мовного процесора (лексичний аналіз, робота з таблицями, синтаксичний аналіз, генерація проміжного коду, оптимізація коду, генерація машинного коду, аналіз помилок).	16	4	-	4		8

Спрощена модель компілятора. Проходи компілятора.						
Тема 2. Організація таблиць імен Таблиці розміщення. Схеми хешування. Хешування зі списками. Алгоритм обчислення адреси хеш-таблиці розміщення в одновимірному випадку. Первинні і вторинні функції розміщення.	12	3	-	3		6
Тема 3. Формальні мови і граматики Алфавіт. Ланцюжки. Означення формальної мови. Способи визначення мов. Граматики, що породжують і розпізнають. Задача належності. Регулярні операції над мовами. Метамова БНФ. Розширення БНФ. Граматики Хомського. Спосіб визначення мови за допомогою грамастик. Вивід ланцюжка в граматиці G і його аналіз. Ієрархія грамастик Хомського.	16	4	-	4		8
Тема 4. Регулярні множини і регулярні вирази Регулярні множини та регулярні вирази. Тотожності над регулярними виразами. Системи з регулярними коефіцієнтами. Алгоритми перетворення праволінійної граматики в регулярний вираз і навпаки.	16	4	-	4		8
Разом за змістовим модулем 1	60	15	-	15		30
Змістовий модуль 2. Скінченні автомати і контекстно-вільні граматики						
Тема 5. Скінченні автомати Розпізнавачі (структура, конфігурація). Мова, що дозволяється розпізнавачем. Способи завдання скінченних автоматів. Детерміновані та недетерміновані скінченні автомати. Функція переходів. Алгоритм вилучення недосяжних станів ДСК. Розширена (узагальнена) функція переходів. Перевірка еквівалентності станів. Побудова таблиці нееквівалентності станів. Перевірка еквівалентності регулярних мов. Алгоритм перетворення недетермінованого скінченого	16	4	-	4		8

автомата в детермінований. Мінімізація скінчених автоматів.						
Тема 6. Побудова спрощеного лексичного аналізатора Етапи побудови лексичного аналізатора. Зв'язок між регулярними множинами, скінченими автоматами та праволінійними граматиками. Побудова лексичних аналізаторів на основі скінчених автоматів. Алгоритм побудови недетермінованого скінченного автомата за регулярним виразом. Програмування скінчених автоматів та лексичних аналізаторів на прикладі лексичного аналізатора, що розпізнає одну лексему – дійсне число.	12	3	-	3		6
Тема 7. Синтаксичний аспект в мовах програмування Породжуючі граматика. Контекстно-вільні граматика. Дві ідеї аналізу. Дерево виводу. Лівостороння та правостороння стратегії виводу. Означення та властивості LA(1)-граматики. Множини FIRST і FOLLOW та алгоритми їх побудови. Ліворекурсивні та розширені рекурсії. Синтаксичні діаграми. Застосування алгоритму LA(1)-аналізу.	16	4	-	4		8
Тема 8. Автоматні мови та регулярні вирази Регулярні і нерегулярні мови. Лема про накачку. Приклади доведення нерегулярності мов. Алгоритм перетворення НСА в регулярний вираз за допомогою рекурентних формул. Алгоритм перетворення ДСА в регулярний вираз методом вилучення станів.	16	4	-	4		8
Разом за змістовим модулем 2	60	15	-	15		30
Усього годин за 4-й семестр	120	30	-	30		60

Теми лабораторних занять

Розподіл балів і годин

Модуль 1. Обчислювальні та регулярні вирази. Вирази з метасимволами (37 бали)

Елемент модуля	Кількість балів	Час виконання
Лабораторна робота №1: Розпізнавання ланцюжків по заданих шаблонах в текстових файлах	8	18.02
Індивідуальне практичне завдання №1: Виконання всіх етапів компіляції для оператора присвоєння	6(4+2)	25.02
Лабораторна робота №1а: Генерація ланцюжків по заданих шаблонах	5	4.03
Лабораторна робота №2: Створення діалогових вікон Find, Replace, Delete з шаблонами для обробки текстових документів	8	11.03
Індивідуальне практичне завдання №2: Граматики, що розпізнають ланцюжки	4(2+2)	18.03
Індивідуальне практичне завдання №3: Граматики Хомського, регулярні вирази і скінченні автомати	6	01.04

Модуль 2. Скінченні автомати і контекстно-вільні граматики (28 балів)

Елемент модуля	Кількість балів	Час виконання
Індивідуальне практичне завдання №4: Моделювання скінченних автоматів	5(3+2)	8.04
Лабораторна робота №3: Побудова скінченного автомата і праволінійної граматики	13	15.04, 22.04
Лабораторна робота №4: Побудова аналізаторів методом рекурсивного спуску	7	6.05
Індивідуальне практичне завдання №5: Побудова регулярного виразу по скінченному автомату	3	13.05

Підсумковий модуль (тести). 25 балів

Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

Під час проведення лекцій використовуються пасивний та активний методи навчання. Консультаційна робота. Під час виконання студентами лабораторних робіт використовується активні методи навчання. Проведення модульних лабораторних та практичних робіт та навчальна робота під час їх прийому.

Методи контролю

1. Оцінювання на лабораторних заняттях в обох модулях.
2. Тестові завдання засобами системи Moodle.

Захист та критерії оцінювання лабораторної роботи

- Здача лабораторної роботи та практичного заняття завдання проводиться під час заняття згідно з календарним планом.
- Для захисту лабораторної роботи кожен студент має самостійно виконати лабораторну роботу і здати її викладачу **на занятті**.
- Не допускається заочне прийняття програм (електронною поштою) без запуску програм з різними вхідними даними.
- Під час здачі програми викладач зобов'язаний перевіряти здатність студента орієнтуватися у власній програмі, пропонуючи йому виконати нескладні зміни, розраховані на 5-10 хвилин поточного заняття.
- При необхідності виконання частини завдання або усього завдання у **робочому** зошиті, бали виставляти у зошиті, вказуючи число і підпис.
- Під час здачі лабораторної роботи студент повинен
 - вміти пояснити постановку задач, які розв'язувались в лабораторній роботі; алгоритм розв'язування задач; програмну реалізацію завдання;
 - продемонструвати розуміння програми та обґрунтувати зроблені висновки;
 - відповісти на питання, які належать до виконання лабораторної роботи та додаткові теоретичні питання, якщо розданий перелік таких питань.
- Якщо студент не розуміє алгоритму розв'язання задачі, не орієнтується в програмній реалізації, але є у наявності правильно виконувана програма, то робота зараховується не більше як на 30%.
- Якщо студент розуміє задачу і алгоритм її виконання, але не орієнтується (слабо орієнтується) в практичній частині (програмній реалізації), то оцінка знижується до 50%.

- Якщо програма не працює, або працює частково і студент може пояснити алгоритм, роботу оцінювати частково, в залежності від об'єму і якості коду.
- Кількість балів за лабораторну роботу визначає викладач в процесі здачі. Оцінка повідомляється студенту.
- За невчасний захист лабораторних робіт у межах модуля допускається знімати по одному балу за кожне прострочене заняття, якщо робота оцінюється до 10 балів, і по 1,5-2 бали, якщо робота оцінюється в межах від 11 до 20 балів, але не більше половини балів.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Тести	Сума
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль № 2						
T1	T2	T2	T3	T4	T4	T5	T6	T7	T8	25	100
8	6	5	8	4	6	5	13	7	3		

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
70-79	C		
60-69	D	задовільно	
50-59	E		
35-49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Рекомендована література

1. Сопронюк Т.М. Елементи теорії компіляції: Навчальний посібник. – Чернівці: ЧНУ, 2008. – 84 с.
2. Сопронюк Т.М. Елементи теорії компіляції: Навчальний посібник. – Чернівці: ЧНУ, 2008. – 84 с.

3. A.V. Aho and J. D. Ullman. The Theory of Parsing, Translation, and Compiling. Vol. 1. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1972. - 460 p. <https://www.amazon.com/Theory-Parsing-Translation-Compiling/dp/0139145567>
4. P. J. Denning, J. B. Dennis, and J. E. Qualitz. Machines, Languages, and Computation. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall. 3. M., 1978.
5. M. A. Harrison. Introduction to Formal Language Theory. Reading, Mass.: Addison-Wesley, – 1978.
6. W. Homenda, W. Pedrycz. Automata theory and formal languages, De Gruyter, 2022.
7. J. E. Hopcroft and J. D. Ullman. Introduction to Automata Theory, Languages and Computation. Reading, Mass.: Addison-Wesley, – 1979.
8. Z. Kohavi and N. K. Jha. Switching and Finite Automata Theory. Third Edition. New York: Cambridge University Press, – 2010.
9. P. Linz. An Introduction to Formal Languages and Automata-Peter Linz Univ. of California at Davis. Jones & Bartlett Learning, – 2016.
- A. Pettorossi. Automata theory and formal languages: fundamental notions, theorems, and techniques. Springer, – 2022.
10. Захарія Л. М., Заяць М. М. Формальні мови та граматики: навч. посіб.– Львів, «Львівська політехніка», 2016.– 196 с.
11. Теорія цифрових автоматів та формальних мов. Вступний курс: навчальний посібник С.Ю Гавриленко, А.М. Клименко, Н.Ю. Любченко та ін. – Харків: НТУ ХПІ, 2007. – 176 с.
12. Олег Гутік, Формальні мови та автомати. Ел. Посібник. Львів, – 2022.
13. Олег Гутік, Коды та автомати: основи алгебраїчної теорії. Ел. Посібник. Львів, – 2021.
14. Гавриленко С.Ю. Формальні мови, граматики та автомати: Навчальний посібник/ Гавриленко С.Ю. – Харків: НТУ « ХПІ », 2021. – 133 с.
15. Гаврилків В.М. Практичні методи розробки компіляторів: навчальний посібник / В.М. Гаврилків. – Івано-Франківськ, 2023. – 71 с.
16. Сопронюк Т. М., Сопронюк А. Ю., Дробот А. В. Фази побудови мовного процесора для платформи .NET// Буковинський матем. журнал. — 2023. — Т.11, No2. — С. 71–84.

Інформаційні ресурси

17. <http://www-db.stanford.edu/~ullman/ialc.html> – Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. Slides and Lecture Notes. (Stanford University)
18. <https://www.pdfdrive.com/the-theory-of-parsing-translation-and-compiling-volume-1-parsing-e157156882.html> - The Theory of Parsing, Translation, and Compiling (Volume 1): Parsing by Alfred V. Aho & Jeffrey D. Ullman. 1973– 562 p.
19. <http://www.unicyb.kiev.ua/Library/PROG/Zmist.htm> – А.Б.Ставровський. Посібник з програмування (факультет кібернетики Київського національного університету)
20. http://uk.wikipedia.org/wiki/Формальні_граматики
21. <http://courses.cs.vt.edu/~cs4114/lectures/> – Formal Languages and Automata Theory Course Lecture notes
22. http://khpi-ijp.mipk.kharkiv.edu/library/datastr/book_sod/kgsu/oglav.html – Мова програмування C++. Динамічні структури даних

Додаток

Методичне забезпечення

1. Сопронюк Т.М. Елементи теорії компіляції: Навчальний посібник. – Чернівці: ЧНУ, 2008. – 84 с.
2. Сопронюк Т.М. Елементи теорії формальних мов: Навчальний посібник. – Чернівці: ЧНУ, 2008. – 84 с.
3. Сопронюк Т. М., Сопронюк А. Ю., Дробот А. В. Фази побудови мовного процесора для платформи .NET// Буковинський матем. журнал. — 2023. — Т.11, No2. — С. 71–84.
4. Тестові завдання (Система Moodle)
5. Презентації лекцій (Система Moodle)
6. Відео-лекції на Google диску
7. Сертифікат про закінчення курсів професора Стенфордського університету Дж.Ульмана “Automata” (<https://drive.google.com/file/d/0B-cxrxmP0J7XRUI2YINGem1wb3c/view?resourcekey=0--NXsRIO20hZHdxuVKIDQ4Q>)