

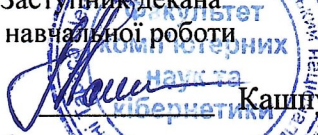
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ

Кафедра теоретичної кібернетики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана  
з навчальної роботи

  
Кашпур О.Ф.  
« 28 » серпня 2020 року



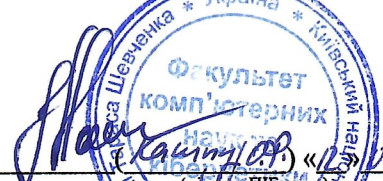
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Автомати та формальні мови

для студентів

галузь знань **12 «Інформаційні технології»**  
(шифр і назва)  
спеціальність **122 «Комп'ютерні науки»**  
(шифр і назва спеціальності)  
освітній рівень **бакалавр**  
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)  
освітня програма **«Інформатика»**  
(назва освітньої програми)  
спеціалізація **«Інформаційні технології та системи»**  
(назва спеціалізації)  
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **заочна**  
Навчальний рік **2020/2021**  
Семестр **8**  
Кількість кредитів ECTS **3**  
Мова викладання, навчання  
та оцінювання **українська**  
Форма заключного контролю **залік**

Викладачі: к.ф.-м.н., доц. Карнаух Т.О. (лекції)

Пролонговано: на 2021/2022 н.р. \_\_\_\_\_  
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_  
  
(підпис, ПІБ, дата) « 28 » серпня 2021 р.  
(підпис, ПІБ, дата)



Розробник: Карнаух Тетяна Олександрівна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри теоретичної кібернетики

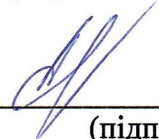
ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної кібернетики

  
\_\_\_\_\_ (Крак Ю.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 1 від «23» 08 2020 р.

Схвалено Гарантом освітньо-професійної програми «Інформатика»

  
\_\_\_\_\_ Омельчук Л.Л.  
(підпис)

«28» 08 2020 р.

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

Протокол від «28» 08 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії   
\_\_\_\_\_ Омельчук Л.Л. К  
(підпис)

«28» 08 2020 року

**1. Мета дисципліни** – знайомство з фундаментальними питаннями, що постають при вивченні формальних мов, автоматів та грамастик та використовуються в інших галузях інформатики.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

1. *Знати* основні поняття з галузі теорії множин, теорії графів, булевих функцій; основні поняття, засоби і методи теорії алгоритмів; основні формальні моделі алгоритмів; основні нерозв'язні алгоритмічні проблеми.

2. *Вміти* проводити комбінаторні обчислення; будувати формальні моделі алгоритмів (машини Тьюрінга).

3. *Володіти елементарними навичками* використання логіко-математичної символіки та програмування високорівневими мовами програмування.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Дисципліна розглядає алгоритмічні пристрої, формальні мови та складність алгоритмів.

Протягом вивчення студенти мають поглибити знання апарату скінченних автоматів та регулярних виразів, навчитись використовувати регулярні вирази в практичних задачах, отримати поглиблені знання з теорії контекстно-вільних мов та складності алгоритмів.

Отримані знання дозволять ефективно працювати з регулярними виразами та скінченними автоматами; розуміти проблеми, пов'язані з NP-повнотою, та межі практичної застосовності теорії регулярних та контекстно-вільних мов.

Викладається у 8 семестрі 4 курсу в обсязі – 90 год. (3 кредити ECTS), зокрема: лекції – 8 год., консультації – 1 год., самостійна робота – 81 год.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

Розвивати програмні компетентності (подальший перелік наведено згідно освітньої програми):

- СК1. Здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.
- СК19.3. Здатність застосовувати математичний апарат та принципи програмування в процесі розробки програмних систем.

**5. Результати навчання за дисципліною:**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 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			
PH1.1	<i>Знати теорію скінчених автоматів та регулярних виразів</i>	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, практичне завдання</i>	25%
PH1.2	<i>Знати теорію контекстно-вільних мов</i>	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, практичне завдання</i>	15%
PH1.3	<i>Знати основи теорії складності обчислень</i>	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота</i>	5%
PH2.1	<i>Вміти застосовувати апарат скінченних автоматів та регулярних виразів до розв'язання практичних задач.</i>	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Практичне завдання</i>	20%

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 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			
PH2.2	Вміти будувати формальні моделі алгоритмічних пристроїв	Лекція, самостійна робота	Практичне завдання	20%
PH2.3	Вміти аналізувати розв'язність проблем для регулярних та контекстно-вільних мов	Лекція, самостійна робота	Контрольна робота	15%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3
<b>Програмні результати навчання</b>						
<i>(з опису освітньої програми)</i>						
<b>ПРН1.</b> Застосовувати ґрунтовні знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.				+	+	+
<b>ПРН8.</b> Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.				+	+	
<b>ПРН17.3.</b> Знати математичний апарат та принципи програмування та вміти застосовувати їх у створенні програмних систем.	+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1: PH1.1, PH2.3 – 20 балів/10 балів.
2. Контрольна робота 2: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH2.3 – 20 балів/10 балів.
3. Практичне завдання: PH1.1, PH1.2, PH 2.1, PH2.2 – 60 балів/36 балів.

**Типова контрольна робота 1** складається з теоретичних та практичних завдань (з відкритими та закритими відповідями) за матеріалом частини 1; зокрема може містити задачі на побудову автомата за регулярним виразом, на детермінізацію та мінімізацію автоматів, на побудову автомата за операціями над регулярними мовами, на перевірку регулярності мов, на перевірку розв'язності алгоритмічних проблем для регулярних мов, тощо.

*Матеріал, що виноситься на контрольну роботу 1:*

див. запитання 1-27 для підготовки до оцінювання.

**Типова контрольна робота 2** складається з теоретичних та практичних завдань (з відкритими та закритими відповідями) за матеріалом частин 1 та 2; зокрема може містити задачі на виконання еквівалентних перетворень КВ-граматик, на перевірку регулярності/контекстно-вільності мов, перевірку алгоритмічних властивостей мов, перевірку розв'язності алгоритмічних проблем для КВ-мов, побудову магазинних автоматів, тощо.

*Матеріал, що виноситься на контрольну роботу 2:*

див. запитання 1-52 для підготовки до оцінювання.

**Практичне завдання** складається з шести задач, кожна з яких оцінюється максимум в 10 балів, таких типів:

- 1) Побудувати скінченний автомат згідно умови.
- 2) Побудувати скінченний автомат за регулярним виразом.
- 3) Записати регулярні вирази у синтаксисі бібліотеки регулярних виразів.
- 4) Написати програму, що за допомогою вбудованої бібліотеки регулярних виразів виконує перетворення тексту або пошук певної інформації в тексті.
- 5) Мінімізувати автомат.
- 6) Привести КВ-граматику до нормальної форми Хомського.

Деталізовані практичні завдання та вимоги до них на початку семестру розміщуються за посиланням:

<https://classroom.google.com/c/MTUxNzE2NTM4MDkx?cjc=dtfvyum>

У разі неякісного виконання контрольних та/або практичних завдань викладач має право не зарахувати його або знизити за нього бали. У разі виникнення підозри щодо несамотійного виконання практичних завдань та/чи контрольних робіт викладач має право виставити бали згідно проведеної із студентом співбесіди (за самим завданням та/або за відповідним теоретичним матеріалом), а також має право запропонувати інше завдання для розв'язання під контролем викладача. У разі відмови від спростування підозри в запропонований викладачем спосіб відповідна робота оцінюється в 0 (нуль) балів.

Вчасно не здані контрольні роботи та практичні завдання позитивно оцінені бути не можуть.

#### **- підсумкове оцінювання (у формі заліку):**

Згідно пп. 4.6.1 та 7.1.5 «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» залік виставляється на підставі поточного контролю (див. семестрове оцінювання) як сума оцінок/балів за всіма успішно оціненими результатами навчання; оцінки, нижчі мінімального порогового рівня, до підсумкової оцінки не додаються.

#### **Запитання для підготовки до оцінювання**

1. Операції над словами та мовами, алгебра мов
2. Формальна модель машини Тьюрінга
3. Модифікації машини Тьюрінга
4. ДСА
5. НДСА
6. Еквівалентність ДСА та НДСА
7. Елімінація  $\epsilon$ -переходів
8. Програмні реалізації ДСА, НДСА
9. Детермінізація НДСА, оцінка розростання станів, ледачий алгоритм детермінізації
10. Регулярні вирази та мови
11. Канонічне праволінійне рівняння над мовами, теорема про існування та єдиність розв'язку
12. Теореми аналізу та синтезу
13. Алгоритм МакНотона-Ямади
14. Алгоритм побудови детермінованого скінченного автомата за регулярним виразом
15. Бібліотеки мов програмування для роботи з регулярними виразами
16. Мінімальний та приведенний автомат.
17. Теорема Майхіла-Нерода.
18. Розрізнюваність станів.
19. Кубічний та квадратичний алгоритми мінімізації ДСА
20. Алгоритм Хопкрофта
21. Мінімізація ациклічних автоматів
22. Задання термів за допомогою скінчених автоматів
23. Властивості замкненості та алгоритмічні проблеми для класу регулярних мов
24. Лема про накачку для РМ

25.  $\omega$ -слова та операції над ними
26. Автомати Рабіна, Бюхі та Мюллера
27. Детерміновані та недетерміновані моделі автоматів над нескінченністю
28. Поняття R-перетворювача. Скінченні R-перетворювачі
29. Задання дійсних функцій R-перетворювачами
30. Породжуючі граматики. Класифікація Хомського
31. KB граматики та дерева виводу
32. Еквівалентні перетворення KB граматик
33. Нормальні форми Хомського та Грейбах
34. Магазинні автомати
35. Еквівалентність МПА та KBГ
36. Детерміновані МПА, їх властивості.
37. Мова правильних обчислень машини Тьюрінга
38. Лема про накачку та лема Огдена для KB-мов
39. Властивості замкненості для класу KB мов
40. Розв'язні алгоритмічні проблеми для класу KB мов
41. Проблема самозастосовності, проблема зупинки
42. Критерії РМ та РПМ
43. Нерозв'язні алгоритмічні проблеми для мов
44. Проблема відповідності Поста
45. Нерозв'язні алгоритмічні проблеми для класу контекстно-вільних мов
46. Поняття складності алгоритмів
47. Співвідношення між класами складності
48. NP-повні проблеми
49. NP-повнота виконуваності булевої формули
50. NP-повнота пошуку кліки
51. NP-повнота знаходження хроматичного числа графа
52. NP-складні проблеми

## 7.2 Організація оцінювання:

### Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота 1: не пізніше ніж за день до заліку.
2. Контрольна робота 2: не пізніше ніж за день до заліку.
3. Практичне завдання: не пізніше ніж за день до заліку.

## 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин	
		лекції	самостійна робота
<b>Частина 1</b> Автомати			
1	Тема 1. Пристрої із скінченною пам'яттю. Оглядова лекція.	2	
2	Тема 2. Формальний погляд на мови: слова та мови		4
3	Тема 3. Скінченні автомати (СА)		4
4	Тема 4. Програмні реалізації СА. Детермінізація		4
5	Тема 5. Мінімізація ДСА		4
6	Тема 6. Алгоритми мінімізації Хопкрофта та Brzozowski		4
7	Тема 7. Скінченні перетворювачі. Властивості замкненості для класу регулярних мов		4
8	Тема 8. Задання мов за допомогою автоматів		4
9	Тема 9. Автомати над нескінченністю. R-перетворювачі		4
10	Тема 10. Регулярні вирази та їх застосування в програмуванні. Оглядова лекція.	2	
11	Тема 11. Регулярні вирази (РВ)		4
12	Тема 12. Побудова СА за РВ		4
13	Тема 13. Побудова ДСА за РВ		4
14	Тема 14. Бібліотеки мов програмування для роботи з регулярними виразами		4
	Контрольна робота 1		1
	Всього по частині 1	4	49
<b>Частина 2</b> Граматики та складність алгоритмів			
15	Тема 1. Контекстно-вільні мови та їх алгоритмічні властивості. Оглядова лекція.	2	
16	Тема 2. Граматики. Класифікація Хомського		4
17	Тема 3. Контекстно-вільні граматики		4
18	Тема 4. Магазинні автомати. Детерміновані контекстно-вільні мови		4
19	Тема 5. Властивості контекстно-вільних мов		4
20	Тема 6. Нерозв'язні алгоритмічні проблеми		4
21	Тема 7. Складність алгоритмів. Оглядова лекція.	2	
22	Тема 8. Класи часової та просторової складності		4
23	Тема 9. NP-повні проблеми		4
24	Тема 10. NP-складні проблеми		3
	Контрольна робота 2		1
	Всього по частині 2	4	32
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>8</b>	<b>81</b>

Загальний обсяг **90 год.**, в тому числі:

Лекцій – **8 год.**

Консультації – **1 год.**

Самостійна робота - **81 год.**

## **9. Рекомендовані джерела:**

### **Основні:**

1. Hopcroft J. Introduction to automata theory, languages and computation / J. Hopcroft, J. Ullman. – Addison-Wesley publishing company, 1979.  
<https://www.dropbox.com/sh/vznral3awh628f4/AACKTD-dYcsIF9z8jPQaOtsOa?dl=0>
2. Основи дискретної математики : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / Ю. В. Капітонова [та ін.]. – К.: Наукова думка, 2002.
3. Vardi, M.Y. Nontraditional applications of automata theory. / M.Y. Vardi [Internet]
4. Бюхи, Д.Р. Слабая арифметика второго порядка и конечные автоматы. // Кибернетический сборник. – 1964. – Вып. 8. – С.42-77.
5. Лисовик, Л.П. Алгоритмические вопросы для реальных функций // Кибернетика .– 1987.– №1. – С.12-17.
6. Карнаух, Т.О. Дійсні числа та функції, обчислювані з поверненнями // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: кібернетика. – 2007. – №7. – С. 23- 26.

### **Додаткові:**

7. Лисовик, Л.П. О классах функций, определяемых преобразователями // Кибернетика. – 1990. – № 6. – С.1-7, 34.
8. Хопкрофт, Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. / Дж. Хопкрофт, Р. Мотвани, Дж. Ульман. – 2-е изд. – М.:Вильямс, 2002.
9. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий. / А. Ахо, М. Лам, Р. Сети, Дж. Ульман. – 2-е изд. — М.: Вильямс, 2008
10. Гинзбург, С. Математическая теория контекстно-свободных языков./ С. Гинзбург. – М.:Мир. – 1970.
11. Алгоритмы: построение и анализ / Томас Кормен, Чарльз Лейзерсон, Рональд Ривест, Клиффорд Штайн. – 3-е изд. – М. : Вильямс, 2013.

## **10. Додаткові ресурси:**

<https://drive.google.com/drive/folders/0B2BX3uya5IRKfng4eFIVOXJuTms1aHZKWGVVlPfyjVMbWt2dG9pdI9WVjZMdU5DRVhucHM?usp=sharing>

## Додаток А. Деталізований зміст самостійної роботи

На самостійну роботу виноситься детальне опрацювання відповідних тем (див. тематичний план) згідно наведеного нижче опису, підготовка до контрольних робіт, виконання оцінюваних практичних завдань.

### Частина 1. Автомати

**Тема 2.** Формальний погляд на мови: слова та мови

*Зміст:* Алфавіт, слово, мова. Операції над словами та мовами. Алгебра мов. Півгрупа, моноїд, вільна півгрупа. Гомоморфізм півгруп. Гомоморфізм мов. Обернений гомоморфізм.

*Завдання для самостійного розв'язування*

Чи можна виразити праву/ліву частку через інші операції?

Задано гомоморфізм півгрупи з одиницею в іншу півгрупу. Чи буде образ одиниці одиницею півгрупи?

Довести тотожності алгебри мов.

**Тема 3.** Скінченні автомати (СА)

*Зміст:* Системи із скінченною кількістю станів. Поняття скінченного автомата. Формальна модель ДСА та НДСА.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Побудувати ДСА, що перевіряє чи всі слова тексту мають парну довжину.

2. Побудувати ДСА, що допускає десяткові зображення цілих чисел.

3. Побудувати НДСА, що допускає десяткові зображення дійсних чисел.

**Тема 4.** Програмні реалізації скінченних автоматів. Детермінізація

*Зміст:* Програмна реалізація ДСА. Побудова  $\varepsilon$ -замикання множини станів. Програмна реалізація НДСА. Детермінізація НДСА. Еквівалентність ДСА та НДСА. Оцінка зростання кількості станів під час детермінізації. Ледача детермінізація.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Детермінізувати НДСА, що допускає скінченні десяткові зображення дійсних чисел.

2. Виконання практичного завдання.

**Тема 5.** Мінімізація ДСА.

*Зміст:* Еквівалентності на  $\Sigma^*$ . Мінімальний та приведений автомати. Теорема Майхіла-Нерода. Розрізнюваність станів. Кубічний та квадратичний алгоритми мінімізації ДСА.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Мінімізувати ДСА, що допускає скінченні десяткові зображення дійсних чисел.

**Тема 6.** Алгоритми мінімізації Хопкрофта та Brzozowski

*Зміст:* Алгоритм Хопкрофта. Ациклічні автомати. Мінімізація ациклічних автоматів. Задання термів за допомогою ДСА. Алгоритм Brzozowski.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Мінімізувати ДСА, що допускає скінченні десяткові зображення дійсних чисел, алгоритмами Хопкрофта та Brzozowski.

2. Виконання практичного завдання.

**Тема 7.** Скінченні перетворювачі. Властивості замкненості для класу регулярних мов

*Зміст:* Скінченні перетворювачі. Властивості замкненості та алгоритмічні проблеми для класу регулярних мов, лема про накачку.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Перевірити регулярність  $L = \{a^{n^2} \mid n \in \mathbb{N}\}$ ,  $L = \{a^n \mid n - \text{просте число}\}$ ,  $\{w \mid \exists a \in \Sigma |w|_a > |w|/2\}$ ,  $|\Sigma| \geq 3$ ,  $\{w \in \{a,b\}^* \mid |w|_a = |w|_b\}$ ,  $\{w \in \{a,b,c\}^* \mid |w|_a \neq |w|_b\}$

2. Чи зберігають операції регулярність  $\text{pref}$ ,  $\text{min}$ ,  $\text{max}$ ,  $\text{alt}$ ?

3. Чи розв'язні такі проблеми для регулярних мов:  $\forall n \exists w \in L |w|=n$ ;  $\forall n \exists w \in L |w|=2n+1$ ; кожне

слово мови містить усі літери алфавіту; у мові нема слів, що містять парну кількість  $a$  та непарну кількість  $b$  одночасно; чи є регулярна мова префіксною

### **Тема 8.** Задання мов за допомогою автоматів

*Зміст:* Формальна модель алгоритмічного пристрою (поняття конфігурації, розмітка стрічки, формальна модель машини Тьюрінга, функція переходів та система команд, мова, що допускається). Модифікації машини Тьюрінга. ЛОА, МПА.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Побудувати 2DPA для мови паліндромів в бінарному алфавіті. 3. Побудувати 1ДС(тек)А для  $a^{n(n+1)/2}$ .

### **Тема 9.** Автомати над нескінченністю. R-перетворювачі

*Зміст:*  $\omega$ -слова та операції над ними. Автомати Рабіна, Бюхі та Мюллера. Детерміновані та недетерміновані моделі. Властивості замкненості для  $\omega$ -мов, що задаються автоматами Бюхі. Питання детермінізації. Алгоритмічні проблеми для автоматів Бюхі. Поняття R-перетворювача. Обчислювані дійсні числа та функції. Скінченні R-перетворювачі. Задання дійсних функцій R-перетворювачами. R-перетворювачі для лінійних функцій.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Побудувати автомат для  $\omega$ -мови,  $\omega$ -слова якої містять нескінченно багато 1, нескінченно багато підслів 00, але скінченну кількість підслів 111.  
2. Побудувати R-перетворювач, що задає функцію  $f(x)=5x+1$ .

### **Тема 11.** Регулярні вирази (РВ)

*Зміст:* Регулярні вирази та мови. Рівняння над мовами. Алгоритм МакНотона-Ямади. Теорема аналізу.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Побудувати регулярний вираз, що задає скінченні десяткові зображення дійсних чисел.  
2. Побудувати РВ, що задає мову слів в алфавіті  $\{0,1\}$ , що містять непарну кількість 0 та кількість 1, що ділиться на 3.  
3. Побудувати РВ для попередньої мови за відповідним автоматом.

### **Тема 12.** Побудова СА за РВ

*Зміст:* Теорема синтезу. Конструкція Томпсона синтезу (недетермінованого) скінченного автомата за регулярним виразом.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Побудувати регулярний вираз, що задає скінченні десяткові зображення дійсних чисел.  
2. Побудувати НДСА за побудованим регулярним виразом, використовуючи конструкцію Томпсона.  
3. Виконання практичного завдання.

### **Тема 13.** Побудова ДСА за РВ.

*Зміст:* Алгоритм Дейкстри перетворення виразу в поліз. Алгоритм побудови НДСА з використанням конструкції Томпсона. Алгоритм побудови ДСА за регулярним виразом.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. За регулярним виразом що задає скінченні десяткові зображення дійсних чисел, побудувати ДСА.

### **Тема 14.** Бібліотеки мов програмування для роботи з регулярними виразами

*Зміст:* Синтаксис регулярних виразів, що застосовується в програмуванні. Діалекти регулярних виразів. Бібліотека `regex` мови C++. Бібліотека `re` мови Python.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. У тексті знайти всі слова, що задовольняють умові.

2. З рядка адреси виділити індекс.
3. З журналу роботи виділити всі події певного типу.
4. Виконання практичного завдання.

## Частина 2. Граматики та складність алгоритмів

**Тема 2.** Граматики. Класифікація Хомського

*Зміст:* Породжуючі граматики. Класифікація Хомського. Зв'язок граматик та відповідних алгоритмічних пристроїв.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Побудувати граматику типу 1, що породжує мову  $\{a^{n^2} \mid n \geq 1\}$ .

**Тема 3.** Контекстно-вільні (КВ) граматики

*Зміст:* КВ-граматики. КВ-мови. Древа виводу. Еквівалентні перетворення КВ-граматик. Нормальні форми Хомського та Грейбах.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Побудувати КВ-граматику для мови Діка та привести її до нормальних форм.
2. Виконання практичного завдання.

**Тема 4.** Магазинні автомати. Детерміновані контекстно-вільні мови

*Зміст:* Формальна модель магазинного автомату (МПА). МПА та КВ-граматики. Детерміновані МПА, їх властивості. Мова правильних обчислень машини Тьюрінга..

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Довести замкненість ДКВМ відносно доповнення.
2. Побудувати детермінований МПА для мови  $(a^n b^n)^*$ .

**Тема 5.** Властивості контекстно-вільних мов

*Зміст:* Лема про накачку, лема Огдена, властивості замкненості, розв'язні алгоритмічні проблеми для класу КВ-мов.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Чи є мова контекстно-вільною  $L = \{a^{n^2} \mid n \in \mathbb{N}\}$ ;  $a^n b^m c^k$ ,  $n \leq m \leq k$ ;  $a^n b^m c^k$ ,  $n \neq m \neq k$ ;  $a^n b^m c^n d^m$ ;  $a^n b^m a^n b^m$ ;  $ww^r$ ,  $w \in \{0,1\}^*$
2. Чи розв'язні такі проблеми для КВ-мов:  $\forall n \exists w \in L \mid |w|=n$ ;  $\forall n \exists w \in L \mid |w|=2n+1$ ; кожне слово мови містить усі літери алфавіту; у мові нема слів, що містять парну кількість  $a$  та непарну кількість  $b$  одночасно.

**Тема 6.** Нерозв'язні алгоритмічні проблеми

*Зміст:* Проблема самозастосовності, проблема зупинки. Критерії РМ та РПМ. Нерозв'язні алгоритмічні проблеми для мов. Проблема відповідності Поста. Нерозв'язні алгоритмічні проблеми для класу контекстно-вільних мов.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Чи розв'язні такі проблеми для КВ-мов: чи є мова префіксною.

**Тема 8.** Класи часової та просторової складності

*Зміст:* Часова та просторова складності. Співвідношення між класами складності. Ієрархія класів складності.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Чи існує мова, яка не належить ані  $Dtime(n^2)$ , ані  $Dspace(n^2)$  одночасно?

**Тема 9.** NP-повні проблеми

*Зміст:* NP-повні проблеми: виконуваність булевої формули, кліка, перевірка гамільтоновості, хроматичне число.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Чи є  $L_{SAT}$  NP-повною?

**Тема 10.** NP-складні проблеми

*Зміст:* NP-складні проблеми. Складність для задач, що не є задачами розпізнавання.

*Завдання для самостійного розв'язування*

1. Звести задачу факторизації числа до задачі розпізнавання.