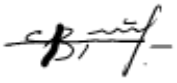
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра кібербезпеки

Затверджено
На засіданні кафедри кібербезпеки
факультету прикладної математики та інформатики
Львівського національного університету імені Івана Франка
(Протокол № 15/23 від 29 серпня 2023 р.)



Завідувач кафедри Петро ВЕНГЕРСЬКИЙ

Силабус з навчальної дисципліни "Застосування формальних мов, автоматів і кодів", що викладається в межах ОПП Кібербезпека першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 125 – кібербезпека та захист інформації

Львів - 2023

Назва дисципліни	Застосування формальних мов, автоматів і кодів
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра кібербезпеки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 125 – кібербезпека та захист інформації
Викладачі дисципліни	Гутік Олег Володимирович, доцент кафедри кібербезпеки Попадюк Ольга Богданівна Асистент кафедри кібербезпеки
Контактна інформація викладачів	oleg.gutik@lnu.edu.ua; olha.popadiuk@lnu.edu.ua Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 380. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (а також за розкладом консультацій кафедри).
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/admission/specializations
Інформація про дисципліну	Дисципліна Застосування формальних мов, автоматів і кодів є нормативною дисципліною з спеціальності 125 – кібербезпека та захист інформації для освітньої програми Кібербезпека, яка викладається в 4-му семестрі в обсязі 3-ти кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс спрямований на формування у студентів професійних компетентностей, розвиток системи знань про формальні мови, автомати та коди і ознайомлення з їх особливостями.
Мета та цілі дисципліни	Метою курсу нормативної дисципліни є формування у студентів теоретичної та практичної бази знань з формальних мов, автоматів і кодів.
Література для вивчення дисципліни	1. Tuvi Etzion, Perfect Codes and Related Structures, World Scientific Publishing, Singapure, 2022, 435p 2. W. Homenda, W. Pedrycz, *Automata theory and formal languages*, De Gruyter, Berlin. 2022, 246p. 3. P. Linz, Susan H. Rodger. *An Introduction to Formal Languages and Automata*, Univ. of California at Davis. Jones & Bartlett Learning. 2023, 572p. 4. A. Pettorossi. *Automata Theory and Formal Languages: Fundamental Notions, Theorems, and Techniques*, Springer, New-York, 2022, 268p. Додаткова література: 5. A.V. Aho, J. D. Ullman. *The Theory of Parsing, Translation, and Compiling*. Vol. 1. Englewood Cliffs, New-York, Prentice Hall. 1972, 562p. 6. A.V. Aho, J. D. Ullman. *The Theory of Parsing, Translation, and Compiling*. Vol. 2. Englewood Cliffs, New-York, Prentice Hall. 1972, 476p.

	7. J. Berstel, D. Perrin, C. Reutenauer, Codes and Automata. Cambridge University Press, 2009, 607p.. 8. P. J. Denning, J. B. Dennis, J. E. Qualitz, *Machines, Languages,and Computation*. Englewood Cliffs, New-York, Prentice Hall. 1978. 601p. 9. M. R. Garey, D. Johnson. *Computers and Intractability.* Freeman, New-York: 1979, 347p. 10. M. A. Harrison. *Introduction to Formal Language Theory*. Reading, Mass.: Addison-Wesley. 1978, 601p. 11. J. E. Hopcroft, J. D. Ullman. *Introduction to Automata Theory, Languages and Computation*. Reading, Mass.: Addison-Wesley. 1979, 426p. 12. John E. Hopcroft, Rajeev Motwani, Jeffrey D. Ullman, *Introduction to Automata Theory, Languages and Computation*, Addison-Wesley, 2001, 537p. 13. R. Hunter. *The Design and Construction of Compilers*. Chichester, New York: John Wiley. 1981, 283p. 14. R. Johnsonbaugh. *Discrete Mathematics*. 8th Ed. New York: Macmillan. 2017, 768p. 15. Z. Kohavi and N. K. Jha, *Switching and Finite Automata Theory*. Third Edition. Cambridge University Press. New York. 2010, 630p. 16. P. Linz. *An Introduction to Formal Languages and Automata*, Univ. of California at Davis. Jones & Bartlett Learning. 2016, 464p. 17. Robert N. Moll, Michael A. Arbib, A. J. Kfoury, *An Introduction to Formal Language Theory*, Monographs in Computer Science, Springer, New-York, 1988, 203p. 18. C. H. Papadimitriou. *Computational Complexity*. Reading, Mass.: Addison-Wesley. 1994, 537p. 19. G. E. Revesz. *Introduction to Formal Languages*. New York: McGrawHill. 1983, 220p. 20. A. Salomaa. *Formal Languages*. New York: Academic Press. 1973, 336p.. 21. A. Salomaa. Computations and Automata, in *Encyclopedia of Mathematics and Its Applications*. Cambridge: Cambridge University Press. 1985, 290p.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 16 год. лекцій та 32 год. лабораторних робіт. Самостійної роботи: 42 год.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення навчальної дисципліни студент має набути таких компетентностей: **знати:** - основні поняття теорії формальних мов, автоматів і кодів. **вміти:** - будувати детерміновані скінченні акцептори та графи переходів**;** - будувати недетерміновані скінченні акцептори та графи переходів**;** - будувати граматики для регулярних мов; - будувати контекстно-вільні граматики для регулярних мов; - будувати дерева виведу для слів регулярних мов; - визначати регулярні мови - робити синтаксичний аналіз словам мов; - класифікувати елементарні типи алгебричних кодів. Курс забезпечує набуття таких компетентностей: ІК, К31, КЗ 4, КЗ 5, КФ 2, КФ 3, КФ 9; та програмних результатів навчання: ПРН 3, ПРН 4, ПРН 5, ПРН 9, ПРН 10, ПРН 12, ПРН 14.
Ключові слова	Формальні мови, автомати, коди, формальні граматики, детерміновані та

	недетерміновані акцептори, нормальна форма Хомського, машина Тюрінга, ієрархія формальних мов і автоматів.
Формат курсу	Очний Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.
Теми	Теми подані нижче у схемі курсу.
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції Лекції та лабораторні: інформаційно-рецептивний метод, репродуктивний метод, евристичний метод, метод проблемного викладу. Самостійна робота: репродуктивний метод, дослідницький метод.
Необхідне обладнання	Електронна дошка, проектор.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за результатами поточної успішності: • тестування, усне опитування: 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20 • лабораторні роботи: 80% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 80, 16 лабораторних по 5 балів кожна. 5 балів – студент активно приймає участь у вирішенні завдань, виконує завдання якісно та вчасно, 4 бали – студент вирішує завдання, проте допускається незначних помилок , 3-1 бали – студент не повністю виконує поставленні перед ним завдання, не виконує завдання вчасно, 0 балів – студент не готовий до заняття, не виконав жодного завдання. Підсумкова максимальна кількість балів 100. **Академічна доброчесність**: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання індивідуальних завдань, передбачених курсом. **Література.** Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. **Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з

	навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до контролю	Три основні поняття теорія формальних мов, автоматів і кодів. Деякі застосування. Детерміновані скінченні акцептори. Недетерміновані скінченні акцептори. Еквівалентність детермінованих і недетермінованих скінченних акцепторів. Зведення кількості станів у скінченному автоматі. Регулярні вирази. Зв'язок між регулярними виразами та регулярними мовами. Регулярні граматики. Властивості замикання регулярних мов. Елементарні питання про регулярні мови. Визначення регулярних мов. Контекстно-вільні граматики. Синтаксичний аналіз і неоднозначність. Контекстно-вільні граматики та мови програмування. Методи перетворення граматик. Дві важливі нормальні форми. Алгоритм членства для контекстно-вільних граматик. Недетерміновані автомати з магазинною пам'яттю. Недетерміновані автомати та контекстно-вільні мови. Детерміновані автомати та детерміновані контекстно вільні мови. Граматики для детермінованих контекстно вільних мов. Дві леми про накачування. Властивості замикання та алгоритми прийняття рішень для контекстно-вільних мов. Стандартна машина Тюрінга. Об'єднання машин Тюрінга для складних завдань. Тези Тюрінга. Незначні варіації на тему машини Тюрінга. Машини Тьюрінга з більш складним зберіганням. Недетерміністична машина Тюрінга. Універсальна машина Тюрінга. Рекурсивні та рекурсивно перелічувані мови. Необмежена граматика. Контекстно-залежні граматики та мови. Ієрархія Хомського. Деякі задачі, які неможливо розв’язати. Нерозв'язні задачі для рекурсивно перелічуваних мов. Задача поштового листування. Нерозв’язні задачі для контекстно-вільних мов. Питання ефективності. Рекурсивні функції. Поштові системи.

	Системи перезапису. Ефективність обчислень. Моделі машини Тьюрінга та складність. Мовні сім'ї та класи складності. Класи складності P і NP. Деякі задачі NP. Редукція поліноміального часу. NP-повнота та відкрите питання. Алгебричні типи кодів.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Тиж.	**Тема, план, короткі тези**	**Форма діяльності (заняття)**	**Література**	**Завдання, год.**
1	**Тема 1. Вступ до теорії обчислень.** Три основні поняття теорія формальних мов, автоматів і кодів. Деякі застосування.	лекція, самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	2 2
	Тема 1. Вступ до теорії обчислень. Три основні поняття теорія формальних мов, автоматів і кодів. Деякі застосування	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2
2	**Тема 2. Скінченні автомати.** Детерміновані скінченні акцептори. Недетерміновані скінченні кцептори. Еквівалентність детермінованих і недетермінованих скінченних акцепторів. Зведення кількості станів у скінченному автоматі.	самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	2
	Тема 2. Скінченні автомати. Детерміновані скінченні акцептори. Недетерміновані скінченні кцептори. Еквівалентність детермінованих і недетермінованих скінченних акцепторів. Зведення кількості станів у скінченному автоматі.	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2
3	**Тема 3. Регулярні мови та регулярні граматики.** Регулярні вирази. Зв'язок між регулярними виразами та регулярними мовами. Регулярні граматики.	лекція, самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	2 2
	Тема 3. Регулярні мови та регулярні граматики. Регулярні вирази. Зв'язок між регулярними виразами та регулярними мовами. Регулярні граматики.	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2

4	**Тема 4. Властивості регулярних мов.** Властивості замикання регулярних мов. Елементарні питання про регулярні мови. Визначення регулярних мов.	самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	2
	Тема 4. Властивості регулярних мов. Властивості замикання регулярних мов. Елементарні питання про регулярні мови. Визначення регулярних мов.	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2
5	**Тема 5. Контекстно-вільні мови.** Контекстно-вільні граматики. Синтаксичний аналіз і неоднозначність. Контекстно-вільні граматики та мови програмування.	лекція, самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	2 2
	Тема 5. Контекстно-вільні мови. Контекстно-вільні граматики. Синтаксичний аналіз і неоднозначність. Контекстно-вільні граматики та мови програмування.	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2
6	**Тема 6. Спрощення контекстно-вільних граматик і нормальних форм.** Методи перетворення граматик. Дві важливі нормальні форми. Алгоритм членства для контекстно-вільних граматик.	самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	3
	Тема 6. Спрощення контекстно-вільних граматик і нормальних форм. Методи перетворення граматик. Дві важливі нормальні форми. Алгоритм членства для контекстно-вільних граматик.	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2
7	**Тема 7. Автомати з магазинною пам'яттю.** Недетерміновані автомати з магазинною пам'яттю. Недетерміновані автомати та контекстно-вільні мови. Детерміновані автомати та детерміновані контекстно вільні мови. Граматики для детермінованих контекстно вільних мов.	лекція, самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	2 3
	Тема 7. Автомати з магазинною пам'яттю. Недетерміновані автомати з магазинною пам'яттю. Недетерміновані автомати та контекстно-вільні мови. Детерміновані автомати та детерміновані контекстно вільні мови. Граматики для детермінованих контекстно вільних мов.	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2
8	**Тема 8. Властивості контекстно-вільних мов.** Дві леми про накачування. Властивості замикання та алгоритми прийняття рішень для контекстно-вільних	самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	3

	мов.			
	Тема 8. **Властивості контекстно-вільних мов.** Дві леми про накачування. Властивості замикання та алгоритми прийняття рішень для контекстно-вільних мов.	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2
9	**Тема 9**. **Машина Тюрінга. Інші моделі машини Тюрінга.** Стандартна машина Тюрінга. Об'єднання машин Тюрінга для складних завдань. Тези Тюрінга. Незначні варіації на тему машини Тюрінга. Машини Тюрінга з більш складним зберіганням. Недетерміністична машина Тюрінга. Універсальна машина Тюрінга	лекція, самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	2 3
	Тема 9. **Машина Тюрінга. Інші моделі машини Тюрінга.**Стандартна машина Тюрінга. Об’єднання машин Тюрінга для складних завдань. Тези Тюрінга. Незначні варіації на тему машини Тюрінга. Машини Тюрінга з більш складним зберіганням. Недетерміністична машина Тюрінга. Універсальна машина Тюрінга	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	4
10	**Тема 10. Ієрархія формальних мов і автоматів.** Рекурсивні та рекурсивно перелічувані мови. Необмежена граматика. Контекстно-залежні граматики та мови. Ієрархія Хомського.	самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	3
	Тема 10. Ієрархія формальних мов і автоматів. Рекурсивні та рекурсивно перелічувані мови. Необмежена граматика. Контекстно-залежні граматики та мови. Ієрархія Хомського	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2
11	**Тема 12. Межі алгоритмічного обчислення.** Деякі задачі, які неможливо розв’язати. Нерозв'язні задачі для рекурсивно перелічуваних мов. Задача поштового листування. Нерозв’язні задачі для контекстно-вільних мов. Питання ефективності.	лекція, самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	2 3
	Тема 12. Межі алгоритмічного обчислення. Деякі задачі, які неможливо розв’язати. Нерозв'язні задачі для рекурсивно перелічуваних мов. Задача поштового листування. Нерозв’язні задачі для контекстно-вільних мов. Питання ефективності.	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2
12	**Тема 13. Інші моделі обчислення.**	самостійна	[1-2, 4-10,	3

	Рекурсивні функції. Поштові системи. Системи перезапису.	робота	12-15]	
	Тема 13. Інші моделі обчислення. Рекурсивні функції. Поштові системи. Системи перезапису.	лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2
13	**Тема 14. Огляд складності обчислень.** Ефективність обчислень. Моделі машини Тюрінга та складність. Мовні сім'ї та класи складності. Класи складності P і NP. Деякі задачі NP. Редукція поліноміального часу. NP-повнота та відкрите питання.	лекція, самостійна робота, лаб.	[1-2, 4-10, 12-15]	2 3 2
14	**Тема 14. Огляд складності обчислень.** Ефективність обчислень. Моделі машини Тюрінга та складність. Мовні сім'ї та класи складності. Класи складності P і NP. Деякі задачі NP. Редукція поліноміального часу. NP-повнота та відкрите питання.	лаб. самостійна робота	[1-2, 4-10, 12-15]	2 3
15	**Тема 15. Алгебричні типи кодів.** Префіксні коди. Біфіксні коди. Кругові коди.	лекція, самостійна робота	[16, 17]	2 3
16	**Тема 15. Алгебричні типи кодів.** Префіксні коди. Біфіксні коди. Кругові коди.	лаб.	[16, 17]	2
	Всього			90