

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра алгебри, топології та основ математики



Затверджено

на засіданні кафедри алгебри,
топології та основ математики
механіко-математичного факультету
Львівського національного
університету імені Івана Франка
(протокол № 1 від 29 серпня 2022 р.)

Завідувач кафедри алгебри,
топології та основ математики

проф. Банах Т. О.

Силабус з навчальної дисципліни

«Формальні мови та коди»,

**що викладається в межах ОПІ «Комп'ютерна алгебра, криптологія
та теорія ігор»**

**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності 111 – Математика**

Львів – 2022

Назва дисципліни	Формальні мови та коди
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, механіко-математичний факультет Україна, м. Львів, вул. Університетська, 1, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет, кафедра алгебри, топології та основ математики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 11 Математика та статистика, Спеціальність: 111 Математика
Викладачі дисципліни	Гутік Олег Володимирович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри кафедри алгебри, топології та основ математики
Контактна інформація викладачів	e-mail: oleg.gutik@lnu.edu.ua ; https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/gutik-o-v м. Львів, вул. Університетська, 1, ауд. 372 Роб. тел. (032) 239 41 72
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій або практичних занять (за попередньою домовленістю) за адресою: м. Львів, вул. Університетська, 1, ауд. 375. Можливі консультації онлайн на платформі Zoom або Microsoft Teams (за попередньою домовленістю). Для погодження часу консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://new.mmf.lnu.edu.ua/department/atom-2
Інформація про дисципліну	Дисципліна « Формальні мови та коди » є вибірковою навчальною дисципліною циклу професійної та практичної підготовки зі спеціальності 111 «Математика» для освітньої програми «Комп'ютерна алгебра, криптологія та теорія ігор», яка викладається в 7 семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською кредитно-трансферною системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс « Формальні мови та коди » викладається для здобувачів першого (бакалаврського) рівня 3 року навчання. Курс спрямований на формування у студентів професійних компетентностей, розвиток системи знань про формальні мови та коди, і ознайомлення з особливостями їхньої програмної реалізації.
Мета та цілі дисципліни	Основною метою курсу « Формальні мови та коди » є ознайомлення з формування у студентів теоретичної та практичної бази знань з теорії формальних мов і автоматів.
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. A.V. Aho and J. D. Ullman. 1972. <i>The Theory of Parsing, Translation, and Compiling</i>. Vol. 1. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall. 2. P. J. Denning, J. B. Dennis, and J. E. Qualitz. 1978. <i>Machines, Languages, and Computation</i>. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall. 3. M. R. Garey and D. Johnson. 1979. <i>Computers and Intractability</i>. New-York: Freeman. 4. M. A. Harrison. 1978. <i>Introduction to Formal Language Theory</i>.

	<p>Reading, Mass.: Addison-Wesley.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. W. Homenda, W. Pedrycz. 2022. <i>Automata theory and formal languages</i>, De Gruyter. 6. J. E. Hopcroft and J. D. Ullman. 1979. <i>Introduction to Automata Theory, Languages and Computation</i>. Reading, Mass.: Addison-Wesley. 7. R. Hunter. 1981. <i>The Design and Construction of Compilers</i>. Chichester, New York: John Wiley. 8. P. Linz. 2016 <i>An Introduction to Formal Languages and Automata</i>-Peter Linz Univ. of California at Davis. Jones & Bartlett Learning. 9. A. Pettorossi. 2022. <i>Automata theory and formal languages: fundamental notions, theorems, and techniques</i>. Springer. 10. G. E. Revesz. 1983. <i>Introduction to Formal Languages</i>. New York: McGrawHill. 11. A. Salomaa. 1973. <i>Formal Languages</i>. New York: Academic Press. 12. A. Salomaa. 1985. "Computations and Automata," in <i>Encyclopedia of Mathematics and Its Applications</i>. Cambridge: Cambridge University Press. <p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Олег Гутік, Формальні мови та автомати. Ел. Посібник. Львів, 2022. 2. Олег Гутік, Коди та автомати: основи алгебраїчної теорії. Ел. Посібник. Львів, 2021.
Тривалість курсу	Один семестр
Обсяг дисципліни	<p>Загальний обсяг: 150 год. Всього аудиторних занять: 64 годин. З них 32 години лекцій, 32 години практичних занять.</p> <p>Самостійна робота: 86 години. Кредитів: 5.</p>
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення курсу «Формальні мови та коди» студент буде володіти сучасними методами і теоретичними положеннями теорії формальних мов та автоматів, вміти застосовувати їх в подальшій професійній діяльності. У результаті вивчення навчальної дисципліни відповідно до освітньої програми формуються програмні компетентності.</p> <p>Інтегральна компетентність Здатність розв'язувати складні математичні задачі та практичні проблеми у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп'ютерних технологій і характеризується комплексністю та/або невизначеністю умов.</p> <p>Загальні компетентності ЗК-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК-3. Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності. ЗК-6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК-7. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК-10. Здатність працювати в команді. ЗК-12. Здатність працювати автономно.</p> <p>Фахові компетентності спеціальності СК-1. Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання. СК-2. Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі. СК-3. Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки</p>

	<p>міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок.</p> <p>СК-5. Здатність до кількісного мислення.</p> <p>СК-6. Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем.</p> <p>СК-10. Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символічних розрахунків.</p> <p>СК-11. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі.</p> <p>Програмні результати навчання</p> <p>РН-4. Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми.</p> <p>РН-5. Мати навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси.</p> <p>РН-10. Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями.</p> <p>РН-11. Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей.</p> <p>РН-15. Знати теоретичні основи і застосовувати алгебраїчні методи для вивчення математичних структур.</p> <p>РН-20. Розв'язувати основні математичні задачі аналізу даних; застосовувати базові загальні математичні моделі для специфічних ситуацій, мати навички управління інформацією, і застосування комп'ютерних засобів статистичного аналізу даних.</p> <p>РН-23. Знати основи кодування, захисту інформації та захисту даних і застосовувати алгоритми комп'ютерної алгебри та методи криптології.</p>
Ключові слова	Формальна мова, код, автомат.
Формат дисципліни	Очний
Теми	<p>Лекції:</p> <p>Розділ 1. Вступ до теорії обчислень. Три основні поняття теорія формальних мов, автоматів і кодів. Деякі застосування.</p> <p>Розділ 2. Скінченні автомати. Детерміновані скінченні акцептори. Недетерміновані скінченні акцептори. Еквівалентність детермінованих і недетермінованих скінченних акцепторів. Зведення кількості станів у скінченному автоматі.</p> <p>Розділ 3. Регулярні мови та регулярні граматики. Регулярні вирази. Зв'язок між регулярними виразами та регулярними мовами. Регулярні граматики.</p> <p>Розділ 4. Властивості регулярних мов. Властивості замикання регулярних мов. Елементарні питання про регулярні мови. Визначення регулярних мов.</p> <p>Розділ 5. Контекстно-вільні мови. Контекстно-вільні граматики. Синтаксичний аналіз і неоднозначність. Контекстно-вільні граматики та мови програмування.</p> <p>Розділ 6. Спрощення контекстно-вільних граматик і нормальних форм. Методи перетворення граматик. Дві важливі нормальні форми. Алгоритм членства для контекстно-вільних граматик.</p>

	<p>Розділ 7. Автомати з магазинною пам'яттю. Недетерміновані автомати з магазинною пам'яттю. Недетерміновані автомати та контекстно-вільні мови.</p> <p>Розділ 8. Детерміновані автомати та детерміновані контекстно вільні мови. Граматики для детермінованих контекстно вільних мов.</p> <p>Розділ 9. Властивості контекстно-вільних мов. Дві леми про накачування. Властивості замикання та алгоритми прийняття рішень для контекстно-вільних мов.</p> <p>Розділ 10. Ієрархія формальних мов і автоматів. Рекурсивні та рекурсивно перелічувані мови. Необмежена граMATика. Контекстно-залежні граматики та мови. Ієрархія Хомського.</p> <p>Розділ 11. Алгебричні коди. Коди та вільний підмоноїди.</p> <p>Розділ 12. Префіксні та суфіксні коди.</p> <p>Розділ 13. Біфіксні коди.</p> <p>Розділ 14. Кругові коди. Семафорні коди.</p> <p>Розділ 15. Синхронізація та групи кодів.</p> <p>Лабораторні заняття проводяться по переліченим вище темам, де розв'язуються відповідні задачі з електронних методичних посібників:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Олег Гутік, Формальні мови та автомати. Ел. Посібник. Львів, 2022. 2. Олег Гутік, Коди та автомати: основи алгебраїчної теорії. Ел. Посібник. Львів, 2021. <p>Теми практичних занять.</p> <p>П.3.1-2. Скінченні автомати.</p> <p>П.3. 3. Регулярні мови та регулярні граматики. Властивості та визначення регулярних мов. Контекстно-вільні мови.</p> <p>П.3. 4. Спрощення контекстно-вільних граматик і нормальних форм.</p> <p>П.3. 5. Автомати з магазинною пам'яттю. Властивості контекстно-вільних мов. Ієрархія формальних мов і автоматів.</p> <p>П.3. 6. Префіксні та суфіксні коди. Біфіксні коди. Кругові коди.</p> <p>П.3. 7. Синхронізація та групи кодів.</p> <p>П.3. 8. Контрольна робота.</p>
Підсумковий контроль, форма	Залік у письмовій формі.
Пререквізитами	Для вивчення дисципліни студенти потребують знань з алгебри та дискретної математики.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання дисципліни	Лекції, практичні заняття, консультації.
Необхідне обладнання	Дошка, крейда, навчальні посібники, мультимедійний проектор, комп'ютер, доступ до мережі «Інтернет», доступ до платформ Microsoft Teams, Zoom, Telegram, електронна пошта.
Критерії оцінювання (окремо для	<p>Контроль здійснюється у формі контрольних робіт. Бали нараховуються за таким співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • робота під час практичних занять (7 занять): 7% семестрової оцінки;

**КОЖНОГО
ВИДУ
НАВЧАЛЬНОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ)**

максимальна кількість балів – 7; участь в кожному лабораторному занятті оцінюється в 0,5 бала, $7 \times 1 = 7$.

- одна контрольна робота: контрольна робота №1 – 43 бали
- залік: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 50.

Залік проходить у письмовій формі. Підсумкова максимальна кількість балів – 100.

Порядок вивчення та оцінювання дисципліни доводиться до відома студентів протягом семестру. Успішність навчання студентів оцінюється за шкалою «зараховано» / «не зараховано».

Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	За національною шкалою	
		Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
81-89	B	Добре	
71-80	C		
61-70	D	Задовільно	
51-60	E		
0-50	F/FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано можливістю повторного складання

Бали в діапазоні 90–100 означають, що студент виявив всебічні, систематизовані, глибокі знання програмного матеріалу, уміння вільно виконувати завдання передбачені програмою. Знання основної і ознайомлення з додатковою літературою, передбачених програмою на рівні творчого використання.

Бали в діапазоні 71–89 означають, що студент виявив загалом добрі знання навчального матеріалу, але допустив ряд помітних помилок, показав систематичний характер знань з дисципліни, здатний їх використовувати та поповнювати в процесі подальшого навчання.

Бали в діапазоні 61–70 означають, що студент виявив знання основного навчального матеріалу, справився з виконанням завдань, передбачених програмою, ознайомився з основою літературою, рекомендованою програмою, допустив значну кількість помилок у відповідях на запитання, тестуванні, при виконанні завдань.

Бали в діапазоні 51–60 свідчать про значні недоліки в знаннях основного навчального матеріалу, про принципові помилки при виконанні передбачених програмою завдань.

Бали в діапазоні 1–50 означають, що студент не мав знань зі значної частини навчального матеріалу, допускав принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань, неспроможний самостійно засвоїти програмний матеріал і потребує повторного вивчення дисципліни.

	<p>Письмові роботи: Очікується, що студенти протягом семестру виконають дві контрольні роботи. Варіант контрольної роботи включає в себе задачі відповідного змістовного модуля різних типів та рівнів складності.</p> <p>Академічна доброчесність. Очікується, що студенти виконуватимуть навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю самостійно, не користуються недозволеними засобами, не видають за свої результати роботи інших людей або Штучного Інтелекту. При використанні чужих ідей і тверджень у власних роботах посилаються на використані джерела інформації. 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 незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми недоброчесності не толеруються.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття дисципліни. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. За згодою декана та викладача дозволяється перейти на індивідуальний графік занять. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх передбачених видів робіт.</p> <p>Література. Література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, може бути 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.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали поточного та підсумкового контролю, а також самостійної роботи. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь 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.</p>
<p>Питання до заліку</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Три основні поняття теорії формальних мов, автоматів і кодів. 2. Деякі застосування. 3. Детерміновані скінченні акцептори. 4. Недетерміновані скінченні акцептори. 5. Еквівалентність детермінованих і недетермінованих скінченних акцепторів. 6. Зведення кількості станів у скінченному автоматі. 7. Регулярні вирази. 8. Зв'язок між регулярними виразами та регулярними мовами. 9. Регулярні граматики. 10. Властивості замикання регулярних мов. 11. Елементарні питання про регулярні мови. 12. Визначення регулярних мов.

	<p>13. Контекстно-вільні граматики.</p> <p>14. Синтаксичний аналіз і неоднозначність.</p> <p>15. Контекстно-вільні граматики та мови програмування.</p> <p>16. Методи перетворення граматик.</p> <p>17. Дві важливі нормальні форми.</p> <p>18. Алгоритм членства для контекстно-вільних граматик.</p> <p>19. Недетерміновані автомати з магазинною пам'яттю.</p> <p>20. Недетерміновані автомати та контекстно-вільні мови.</p> <p>21. Детерміновані автомати та детерміновані контекстно вільні мови.</p> <p>22. Граматики для детермінованих контекстно вільних мов.</p> <p>23. Дві леми про накачування.</p> <p>24. Властивості замикання та алгоритми прийняття рішень для контекстно-вільних мов.</p> <p>25. Рекурсивні та рекурсивно перелічувані мови.</p> <p>26. Необмежена граматика.</p> <p>27. Контекстно-залежні граматики та мови.</p> <p>28. Ієрархія Хомського.</p> <p>29. Алгебричні коди. Коди та вільний підмоноїди.</p> <p>30. Префіксні та суфіксні коди.</p> <p>31. Біфіксні коди.</p> <p>32. Кругові коди. Семафорні коди.</p> <p>33. Синхронізація та групи кодів.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу.

ДОДАТОК

Схема курсу

Тиж- день, год.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання, год.	Термін виконан- ня
1	2	3	4	5	6
Перший тиждень, 2 год.	Вступ до теорії обчислень. Три основні поняття теорія формальних мов, автоматів і кодів. Деякі застосування.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Другий тиждень, 4 год.	Скінченні автомати. Детерміновані скінченні акцептори. Недетерміновані скінченні акцептори. Еквівалентність детермінованих і недетермінованих скінченних акцепторів. Зведення кіль-	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень

	кості станів у скінченному автоматі. Скінченні автомати.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
Третій тиждень, 2 год.	Регулярні мови та регулярні граматики. Регулярні вирази. Зв'язок між регулярними виразами та регулярними мовами. Регулярні граматики.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Четвертий тиждень, 4 год.	Властивості регулярних мов. Властивості замикання регулярних мов. Елементарні питання про регулярні мови. Визначення регулярних мов.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Скінченні автомати.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
П'ятий тиждень, 2 год.	Контекстно-вільні мови. Контекстно-вільні граматики. Синтаксичний аналіз і неоднозначність. Контекстно-вільні граматики та мови програмування.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Шостий тиждень, 4 год.	Спрощення контекстно-вільних грамастик і нормальних форм. Методи перетворення грамастик. Дві важливі нормальні форми. Алгоритм членства для контекстно-вільних грамастик.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Регулярні мови та регулярні граматики. Властивості та визначення регулярних мов. Контекстно-вільні мови.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
Сьомий тиждень, 2 год.	А Автомати з магазинною пам'яттю. Недетерміновані автомати з магазинною пам'яттю. Недетерміновані автомати та контекстно-вільні мови.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Восьмий тиждень, 4 год.	Детерміновані автомати та детерміновані контекстно вільні мови. Граматики для детермінованих контекстно вільних мов.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Спрощення контекстно-вільних грамастик і нормальних форм.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
Дев'ятий тиждень, 2 год.	Властивості контекстно-вільних мов. Дві леми про накачування. Властивості замикання та алгоритми прийняття рішень для контекстно-вільних мов.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень

Десятий тиждень, 4 год.	Ієрархія формальних мов і автоматів. Рекурсивні та рекурсивно пере-лічувані мови. Необмежена граматики. Контекстно-залежні граматики та мови. Ієрархія Хомського.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Автомати з магазинною пам'яттю. Властивості контекстно-вільних мов. Ієрархія формальних мов і автоматів.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
Одинадцятий тиждень, 2 год.	Алгебричні коди. Коди та вільний підмоноїди.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Дванадцятий тиждень, 4 год.	Префіксні та суфіксні коди.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Префіксні та суфіксні коди. Біфіксні коди. Кругові коди.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
Тринадцятий тиждень, 2 год.	Біфіксні коди.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Чотирнадцятий тиждень, 4 год.	Кругові коди. Семафорні коди.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Синхронізація та групи кодів	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
П'ятнадцятий тиждень, 2 год.	Синхронізація та групи кодів.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Шістнадцятий тиждень, 4 год.	Контрольна робота №1	Лекція, 2 год.		3 год.	
		Практичне заняття, 2 год.		3 год.	
Разом		32 год. Лекцій, 16 год. практичних занять			