

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

«Теорія напівгруп і формальні мови»,

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

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

Назва дисципліни	Теорія напівгруп і формальні мови
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 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 42 18
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 «Теорія напівгруп і формальні мови» 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 п'ятому семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською кредитно-трансферною системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс «Теорія напівгруп і формальні мови» викладається для здобувачів першого (бакалаврського) рівня другого року навчання. Курс спрямований на формування у студентів професійних компетентностей, розвиток системи знань про алгебраїчну теорію напівгруп та її застосування в теорії формальних мов.
Мета та цілі дисципліни	Основною метою курсу «Теорія напівгруп і формальні мови» є ознайомлення з основами алгебраїчної теорії напівгруп та застосування її в теорії формальних мов. Важливими завданнями є формування у студентів алгебраїчної культури, сприяння розвитку їх логічного та абстрактного мислення, забезпечення інформацією щодо напрямків розвитку сучасної математики.
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. J. Almeida, Finite semigroups and universal algebra, World Scientific. Publishing Co. Inc., River Edge, NJ, 1994. 2. J. Berstel, Transductions and context-free languages, Teubner, 1979. 3. A. H. Clifford and G. B. Preston, The Algebraic Theory of Semigroups, vol. 1, Amer. Math. Soc., 1961. 4. A. H. Clifford and G. B. Preston, The Algebraic Theory of Semigroups, vol. 2, Amer. Math. Soc., 1967.

	<ol style="list-style-type: none"> 5. A. De Luca and S. Varricchio, Finiteness and Regularity in Semigroups and Formal Languages, Springer-Verlag, 1999. 6. P. A. Grillet, Semigroups, An Introduction to the Structure Theory, Marcel Dekker, Inc., New York, 1995. 7. P. M. Higgins, Techniques of Semigroup Theory, World Scientific, 1999. 8. M. Howie, An Introduction to Semigroup Theory, Academic Press, 1976. 9. J. M. Howie, Automata and Languages, Clarendon Press, 1991. 10. J. M. Howie, Fundamentals of semigroup theory, London Mathematical Society Monographs. New Series vol. 12, The Clarendon Press Oxford University Press, New York, 1995. Oxford Science Publications. 11. G. Lallement, Semigroups and Combinatorial Applications, Wiley and Sons, 1979. 12. M. Petrich, Inverse Semigroups, Wiley and Sons, 1984. 13. J. Rhodes and B. Steinberg, The q-theory of finite semigroups, Springer Monographs in Mathematics, Springer, New York, 2009.
Тривалість курсу	Один семестр
Обсяг дисципліни	<p>Загальний обсяг: 150 год.</p> <p>Всього аудиторних занять: 48 годин. З них 32 години лекцій, 16 години практичних занять.</p> <p>Самостійна робота: 102 години. Кредитів: 5.</p>
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення курсу «Теорія напівгруп і формальні мови» студент буде володіти сучасними методами і теоретичними положеннями теорій напівгруп та формальних мов, вміти застосовувати їх в подальшій професійній діяльності.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни відповідно до освітньої програми формуються програмні компетентності.</p> <p>Інтегральна компетентність</p> <p>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</p> <p>ЗК-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК-3. Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності.</p> <p>ЗК-6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>ЗК-7. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК-10. Здатність працювати в команді.</p> <p>ЗК-12. Здатність працювати автономно.</p> <p>Фахові компетентності спеціальності</p> <p>СК-1. Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання.</p> <p>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.</p> <p>СК-3. Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки 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	Напівгрупа, формальна мова, напівгрупа перетворень.
Формат дисципліни	Очний
Теми	<p>Тематика лекцій:</p> <p>Теорія напівгруп.</p> <p>1-2. Вступ до теорії напівгруп. Основні поняття теорії напівгруп: напівгрупа, підмоноїд, підгрупа, лівий (правий) ідеал, двобічний ідеал. Конгруєнції на напівгрупі. Теореми про гомоморфізм.</p> <p>3-4. Частково впорядковані множини. Ідемпотенти. Природний частковий порядок на ідемпотентах. В'язки та напівґратки. Напівгрупи перетворень.</p> <p>5-6. Регулярні та інверсні напівгрупи. Теорема Вагнера-Престона. Часткові перетворення множини. Симетричний інверсний моноїд.</p> <p>7-8. Вільна напівгрупа. Вільний моноїд. Біциклічний моноїд. Напівгрупа матричних одиниць.</p> <p>9-10. Відношення Гріна. Теорема Піса-Сушкевича.</p> <p>Формальні мови.</p> <p>11-12. Основні поняття теорія формальних мов, автоматів і кодів. Деякі застос та регулярні граматики.</p> <p>13-14. Контекстно-вільні мови. Спрощення контекстно-вільних грамастик і н</p> <p>15. Властивості контекстно-вільних мов.</p> <p>16, Контрольна робота.</p> <p>Тематика практичних занять:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні поняття теорії напівгруп. 2. Частково впорядковані множини. Ідемпотенти. Природний частковий порядок на ідемпотентах. В'язки та напівґратки. Напівгрупи перетворень.

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Регулярні та інверсні напівгрупи. Теорема Вагнера-Престона. Частина множини. Симетричний інверсний моноїд. 4. Вільна напівгрупа. Вільний моноїд. Біциклічний моноїд. Напівгрупа матриць. 5. Відношення Гріна. Теорема Ріса-Сушкевича. 6. Основні поняття теорії формальних мов, автоматів і кодів. Деякі закономірності мови та регулярні граматики. 7. Контекстно-вільні мови. Спрощення контекстно-вільних граматики і норми контекстно-вільних мов. 8. Контрольна робота. 						
Підсумковий контроль, форма	Залік у письмовій формі.						
Пререквізити	Для вивчення дисципліни студенти потребують знань з математичного аналізу, теорії ймовірностей, 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 кожного виду навчальної діяльності)	<p>Контроль здійснюється у формі контрольних робіт. Бали нараховуються за таким співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • робота під час практичних занять (14 занять): 7% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 7; участь в кожному лабораторному занятті оцінюється в 0,5 бала, $0,5 \times 14 = 7$. • 2 контрольні роботи (практична частина курсу): 20% семестрової оцінки; дві контрольні роботи: контрольна робота №1 – 22 бали, контрольна робота №2 – 21 бал; максимальна кількість балів – 43; $22 + 21 = 43$. • залік: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 50. <p>Залік проходить у письмовій формі. Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p>Порядок вивчення та оцінювання дисципліни доводиться до відома студентів протягом семестру. Успішність навчання студентів оцінюється за шкалою «зараховано» / «не зараховано».</p> <p style="text-align: center;">Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2" style="width: 25%; text-align: center;"><i>Оцінка в балах</i></td> <td rowspan="2" style="width: 25%; text-align: center;"><i>Оцінка ECTS</i></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>За національною шкалою</i></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку</i></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Залік</i></td> </tr> </table>	<i>Оцінка в балах</i>	<i>Оцінка ECTS</i>	<i>За національною шкалою</i>		<i>Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку</i>	<i>Залік</i>
<i>Оцінка в балах</i>	<i>Оцінка ECTS</i>			<i>За національною шкалою</i>			
		<i>Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку</i>	<i>Залік</i>				

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	3

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.

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.

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.

Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі

	<p>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. Основні поняття теорії напівгруп: напівгрупа, моноїд, піднапівгрупа, і (правий) ідеал, двобічний ідеал. 2. Конгруенції на напівгрупах. Гомоморфізми напівгруп. Теореми про го 3. Частково впорядковані множини. Ідемпотенти. Природний частковий В'язки та напівґратки. 4. Напівгрупи перетворень. 5. Регулярні та інверсні напівгрупи. Теорема Вагнера-Престона. 6. Часткові перетворення множини. Симетричний інверсний моноїд. 7. Вільна напівгрупа. Вільний моноїд. 8. Біциклічний моноїд. 9. Напівгрупа матричних одиниць. 10. Відношення Гріна. 11. Теорема Ріса-Сушкевича. 12. Основні поняття теорія формальних мов, автоматів і кодів. 13. Деякі застосування. 14. Регулярні мови та регулярні граматики. 15. Контекстно-вільні мови. 16. Спрощення контекстно-вільних граматик і нормальних форм. 17. Властивості контекстно-вільних мов.
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу.</p>

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 виконання
1	2	3	4	5	6
Перший тиждень, 2 год.	Вступ до теорії напівгруп. Основні поняття теорії напівгруп: напівгрупа, моноїд, піднапівгрупа, підмоноїд, підгрупа, лівий (правий) ідеал, двобічний ідеал.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Другий тиждень, 4 год.	Конгруенції на напівгрупах. Гомоморфізми напівгруп. Теореми про гомоморфізм.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Основні поняття теорії напівгруп.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
Третій тиждень, 2 год.	Частково впорядковані множини. Ідемпотенти. Природний частковий порядок на ідемпотентах. В'язки та напівґратки.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Четвертий тиждень, 4 год.	Напівгрупи перетворень.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Частково впорядковані множини. Ідемпотенти. Природний частковий порядок на ідемпотентах. В'язки та напівґратки. Напівгрупи перетворень.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
П'ятий тиждень, 2 год.	Регулярні та інверсні напівгрупи. Теорема Вагнера-Престона.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Шостий тиждень, 4 год.	Часткові перетворення множини. Симетричний інверсний моноїд.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Регулярні та інверсні напівгрупи.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
Сьомий тиждень, 2 год.	Вільна напівгрупа. Вільний моноїд.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Восьмий тиждень, 4 год.	Біциклічний моноїд. Напівгрупа матричних одиниць.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Вільна напівгрупа. Вільний моноїд. Біциклічний моноїд. Напівгрупа матричних одиниць.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
Дев'ятий тиждень, 2 год.	Відношення Гріна.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Десятий	Теорема Піса-Сушкевича.	Лекція,	Див. Література	3 год.	Один

тиждень, 4 год.		2 год.	для вивчення дисципліни		тиждень
	Відношення Гріна. Теорема Піса-Сушкевича.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
Одинадцятий тиждень, 2 год.	Основні поняття теорія формальних мов, автоматів і кодів. Деякі застосування.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Дванадцятий тиждень, 4 год.	Регулярні мови та регулярні граматики.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Основні поняття теорія формальних мов, автоматів і кодів. Деякі застосування. Регулярні мови та регулярні граматики.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
Тринадцятий тиждень, 2 год.	Контекстно-вільні мови.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
Чотирнадцятий тиждень, 4 год.	Спрощення контекстно-вільних грамастик і нормальних форм.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	Один тиждень
	Контекстно-вільні мови. Спрощення контекстно-вільних грамастик і нормальних форм.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	3 год.	До наступного заняття
П'ятнадцятий тиждень, 2 год.	Властивості контекстно-вільних мов.	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			