

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**



Факультет математики та інформатики  
Кафедра алгебри та геометрії

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Формальні мови, граматики і автомати**

Рівень освіти \_\_\_\_\_ Магістр \_\_\_\_\_  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Математика комп'ютерних технологій \_\_\_\_\_  
Спеціальність(ості) \_\_\_\_\_ 111 — Математика \_\_\_\_\_  
Галузь знань \_\_\_\_\_ 11 — Математика і статистика \_\_\_\_\_

Затверджено на засіданні кафедри

Протокол №1 від 30.01.2024

## 1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

<b>Назва дисципліни</b>	Формальні мови, граматики і автомати
<b>Викладач(-і)</b>	Гаврилків В.М.
<b>Контактний телефон викладача</b>	59-60-16
<b>Е-mail викладача</b>	volodymyr.gavrylkiv@pnu.edu.ua
<b>Формат дисципліни</b>	Лекції та практичні заняття
<b>Обсяг дисципліни</b>	6 кредитів
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	d-learn.pnu.edu.ua
<b>Консультації</b>	Вівторок, 16 <sup>00</sup>

## 2. АНОТАЦІЯ ДО НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна “Формальні мови, граматики і автомати” займає одне із центральних місць у системі професійної науково-предметної підготовки фахівця з математики комп’ютерних технологій. У цьому курсі вивчаються теорія формальних мов, теорія регулярних мов та їх запис з допомогою регулярних виразів, методи побудови регулярних виразів, теорія формальних породжувальних граматик. У другій частині вивчається теорія скінченних автоматів. Розглянуто методи синтезу недетермінованих і детермінованих скінченних автоматів, перетворення недетермінованих автоматів до рівносильних їм детермінованих автоматів.

### 3. МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основною метою спецкурсу є ознайомлення студентів з поняттями формальної мови, граматики, регулярної мови та скінченого автомата; встановлення взаємозв'язків між цими поняттями; формування компетентного спеціаліста в даній області, здатного застосовувати і розвивати основні положення дисципліни у науковій і навчальній діяльності, застосовувати формальні мови, граматики та скінченні автомати у різних прикладних задачах математики та комп'ютерних наук, зокрема для шифрування інформації.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- означення формального алфавіту, слова, мови;
- поняття системи числення;
- означення регулярної мови та регулярного виразу;
- поняття формальної граматики, типи граматик;
- означення скінченого автомата, способи задання автоматів, типи автоматів;
- взаємозв'язки між різними типами скінченних автоматів та формальними (регулярними) мовами;

вміти:

- виконувати операції на словами та формальними мовами;
- переводити числа з однієї системи числення в іншу;
- будувати регулярні вирази, задавати їх графами, розв'язувати системи з регулярними коефіцієнтами;
- знаходити мову, породжену формальною граматикою;
- будувати синтаксичні дерева виведення;
- знаходити мову, яку розпізнає скінченний автомат;
- будувати детерміновані і недетерміновані скінченні автомати за заданою мовою;

- перетворювати недетермінований скінченний автомат до рівносильного детермінованого.

#### 4. ПРОГРАМНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Загальні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;
- здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері математики та її практичних застосувань;
- спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти.

Програмні результати навчання:

- знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері математики;
- відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом комп'ютерних наук і використання математичних методів у інформаційних технологіях;
- володіти основами математичних дисциплін і теорій, зокрема які вивчають моделі природничих і соціальних процесів;
- уміти використовувати фундаментальні математичні закономірності у професійній діяльності.

## 5. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ

<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	
<b>Вид заняття</b>	Загальна кількість годин
<b>Лекції</b>	30
<b>Практичні заняття</b>	30
<b>Самостійна робота</b>	120

<b>Ознаки дисципліни</b>			
Рівень освіти	Рік / семестр	Спеціальність(-ості)	Статус
магістр	1-й / 1-й	111 — Математика	нормативна

Тематика навчальної дисципліни						
Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	вс.	лек.	пр.	лаб.	інд.	сам.
<b>Семестр 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Формальні мови і скінченні автомати.</b>						
Тема 1. <i>Вільні напівгрупи і формальні мови. Операції над формальними мовами. Лема Ардена.</i> [3, 8, 10, 11, 12, 15]	12	2	2			8
Тема 2. <i>Системи числення. Типи систем числення. Переведення чисел з однієї системи числення в іншу.</i> [1, 3, 5, 8]	13	2	2			9
Тема 3. <i>Регулярні мови і регулярні вирази. Помічені графи регулярних виразів.</i> [3, 4, 8]	11	2	2			7
Тема 4. <i>Методи синтезу регулярних виразів. Застосування регулярних виразів.</i> [3, 4]	12	2	2			8
Тема 5. <i>Формальні породжувальні граматики. Типи граматик. Класифікація Хомського.</i> [3, 7, 8]	12	2	2			8

Тематика навчальної дисципліни						
Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	вс.	лек.	пр.	лаб.	інд.	сам.
Тема 6. <i>Контекстно-вільні граматики. Дерева виведення. Однозначні та неоднозначні граматики.</i> [3, 7, 8]	13	2	2			9
Тема 7. <i>Скінченні автомати. Типи автоматів. Автомати Мілі та автомати Мура. Способи задання автоматів. Шифрування інформації з допомогою автоматів.</i> [2, 3, 6, 7, 8, 9]	12	2	2			8
Тема 8. <i>Детерміновані скінченні автомати без виходу. Їх задання.</i> [2, 3, 7, 9, 10]	11	2	2			7
Тема 9. <i>Алгоритми синтезу детермінованих скінченних автоматів. Добуток автоматів.</i> [3, 7, 8, 9, 10]	12	2	2			8
Тема 10. <i>Недетерміновані скінченні автомати без виходу. Синтез НСА. Замкненість класу скінченно-автоматних мов.</i> [3, 7, 10]	12	2	2			8
Тема 11. <i>Перетворення НСА до ДСА.</i> [3, 9, 10]	10	2	2			6
Тема 12. <i>Скінченні автомати та регулярні мови. Зв'язок праволінійних граматики з регулярними мовами та скінченними автоматами.</i> [3, 7, 9, 10]	12	2	2			8
Тема 13. <i>Існування нерегулярних мов. Лема про роздування. Приклади застосування.</i> [3, 8, 10]	11	2	2			7
Тема 14. <i>А Автомати з магазинною пам'яттю. Алгоритми синтезу АМП.</i> [2, 3, 10]	14	2	2			10
Тема 15. <i>Зв'язок скінченних автоматів з напівгрупами і групами.</i> [8, 11, 13, 14]	11	2				9
Тема 16. <i>Контрольна робота.</i>	2		2			
Всього за модуль:	180	30	30			120

Тематика навчальної дисципліни						
Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	вс.	лек.	пр.	лаб.	інд.	сам.
Всього за семестр:	180	30	30			120
Усього годин:	180	30	30			120

## 6. ФОРМИ І МЕТОДИ НАВЧАННЯ

- традиційні лекції
- проблемні лекції
- практичні заняття
- робота з джерелами
- методи активації
- методи дискусії
- ігрові методи
- методи колективної співпраці
- проблемні методи

## 7. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

*Загальна система оцінювання навчальної дисципліни.* Всі форми поточного та підсумкового контролю, крім виконання індивідуального завдання, проводяться очно, винятки можливі з обґрунтованих медичних підстав та міркувань безпеки.

*Контроль протягом семестру.* Володіння матеріалом дисципліни студенти виявляють під час виконання контрольної роботи, колоквиуму (максимальна оцінка по 15 балів), тестування (максимальна оцінка по 10 балів) та індивідуального завдання (після захисту — до 10 балів). Кількість балів, яку можна отримати за кожне завдання/питання (за умови правильного розв'язання і повного обґрунтування) вказана у білеті/тестуванні. За активність на практичних заняттях може бути додано до 5 балів.

*Вимоги до письмових робіт.* Письмові роботи виконуються від руки, електронний варіант припустимий тільки для програмної реалізації, якщо вона передбачена завданням.

*Умови допуску до підсумкового контролю.* Студент допускається до підсумкового контролю, якщо протягом семестру він здобув принаймні половину (тобто 25) з 50 можливих, причому виконав і захистив всі контрольні роботи і індивідуальне завдання.

*Підсумковий контроль.* Підсумковий контроль проводиться у вигляді письмового іспиту з можливим усним захистом при потребі прояснити розв'язання і уточнити оцінювання, максимальна оцінка на іспиті — 50 балів.

Білет на іспиті складається з 5 завдань, кількість балів, яку можна отримати за кожне з яких (за умови правильного розв'язання і повного обґрунтування) вказана у білеті.

Сума балів за семестр та за іспит визначає підсумкову оцінку згідно поданої нижче таблиці.

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
80 – 89	B	добре
70 – 79	C	добре
60 – 69	D	задовільно
50 – 59	E	достатньо
1 – 49	FX	незадовільно

### **Критерії оцінювання навчальних досягнень**

(відповідно до Положення про організацію освітнього процесу)



— **«відмінно»** — здобувач освіти міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;

— **«добре»** – здобувач освіти добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного матеріалу або при аналізі практичного матеріалу;

— **«задовільно»** – здобувач освіти в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю;

— **«незадовільно»** – здобувач освіти не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

## 8. ПОЛІТИКА КУРСУ

*Письмові роботи*, крім індивідуального завдання, здаються у день написання. Здавання індивідуального завдання після передбаченого терміну може бути підставою зниження оцінки максимально на 5 балів.

*Академічна доброчесність.* Важливим є надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності та посилення на джерела інформації у разі використання ідей, відомостей, розробок.

*Відвідування занять* є обов'язковим. Засвоєння пропущеної теми лекції з поважної причини перевіряється під час складання підсумкового контролю. Пропуск лекцій з неповажної причини, а також пропуск практичних занять, незалежно від причини пропуску, відпрацьовується студентом у формі додаткових пунктів індивідуального завдання, за невиконання чи неправильне виконання яких може бути знято до 5 балів. Пропущені контрольні роботи перескладаються викладачеві до складання підсумкового контролю.

*Неформальна освіта.* Результати неформальної освіти, пов'язані з тематикою курсу, як наприклад, проходження курсів на платформах Coursera, Udeemy, Udacity, Prometheus, EdEra та інших, що підтверджені відповідними сертифікатами, можуть бути зараховані як можуть бути зараховані як індивідуальне завдання. Радимо попередньо з'ясувати можливість зарахування з викладачем дисципліни.

## 9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Безущак О.О. Елементи теорії чисел: Навчальний посібник / О.О. Безущак, О.Г. Ганюшкін. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2003. – 202 с.
2. Бондаренко М.Ф. Комп'ютерна дискретна математика: підручник / М.Ф. Бондаренко, Н.В. Білоус, А.Г. Руткас. – Харків: «Компанія СМІТ», 2004. – 480 с.
3. Гаврилків В.М. Формальні мови та алгоритмічні моделі: навчальний посібник (вид. друге) / В.М. Гаврилків. – Івано-Франківськ, 2023. – 180 с.
4. Гаврилків В.М. Регулярні вирази у програмних продуктах: навчальний посібник / В.М. Гаврилків. – Івано-Франківськ: Голіней, 2012. – 72 с.

5. Завало С.Т. Алгебра і теорія чисел, ч. 2 / С.Т. Завало, В.М. Костарчук, Б.І. Хацет. – К.: Вища школа, 1976. – 384 с.
6. Кривий С.Л. Дискретна математика: Вибрані питання / С.Л. Кривий. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2007. – 572 с.
7. Нікольський Ю.В. Дискретна математика / Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник, Ю.М. Щербина. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 368 с.
8. Матвієнко М.П. Дискретна математика / М.П. Матвієнко. – К.: Ліра-К, 2013. – 324 с.
9. Трохимчук Р.М. Дискретна математика: навч. пос. / Р.М. Трохимчук. – К.: "Персонал 2010. – 528 с.
10. Ding-Zhu Du. Problem Solving in Automata, Languages, and Complexity / Ding-Zhu Du, Ker-I Ko. – New York: WIP, 2001. – 388 p.
11. Gavrylkiv V. Automorphism groups of semigroups of upfamilies, Asian-Eur. J. Math. **13**(1), 2050099 (2020) [17 pages]

### **Додаткова література**

12. Лісовик Л.П. Формальні мови та трансдюсери: монографія / Л.П. Лісовик. – К.: Фенікс, 2009. – 464 с.
13. Олійник А.С. Скінченно автоматні зображення груп і напівгруп: Автореферат / А.С. Олійник. – К., 2011. – 26 с.
14. Gersting J. L. Mathematical Structures for Computer Science: a Modern Approach to Discrete Mathematics / J. L. Gersting. – New York: W.H.Freeman and Company New York, 2007. – 807 p.
15. Salomaa A. Formal Languages / A. Salomaa. – New York: Academic Press, 1973. – 281 p.

РЕКОМЕНДОВАНІ ОСВІТНІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ

Coursera <https://www.coursera.org/>

Udemy <https://www.udemy.com/>

Udacity <https://www.udacity.com/courses/all>

Prometheus <https://prometheus.org.ua/>

EdEra <https://www.ed-era.com/>

Викладач

Гаврилків В.М.