

Державний вищий навчальний заклад
“Прикарпатський національний університет імені Василя
Стефаника”

Факультет математики та інформатики
Кафедра алгебри та геометрії

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія алгоритмів та математична логіка
(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти	Бакалавр
	(назва рівня вищої освіти)
Галузь знань	11 — Математика і статистика
	(шифр і назва галуза)
Спеціальність(ості)	113 — Прикладна математика
	(шифр і назва спеціальності(ей))
Освітня програма	Прикладна математика
	(назва програми)

Затверджено на засіданні кафедри

Протокол №1 від 30.08.2019

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Назва дисципліни	Теорія алгоритмів та математична логіка
Викладач(-і)	Гаврилків В.М.
Контактний телефон викладача	59-60-16
Е-mail викладача	volodymyr.gavrylkiv@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Лекції та практичні заняття
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	mif.pnu.edu.ua
Консультації	Вівторок, 16 ⁰⁰

2. АНОТАЦІЯ ДО НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна “Теорія алгоритмів та математична логіка” займає одне із центральних місць у системі професійної науково-предметної підготовки фахівця з прикладної математики. У цьому курсі вивчаються основи математичної логіки, формальні теорії на прикладі числення висловлювань та числення предикатів, булеві функції. У другій частині вивчається теорія алгоритмів. Зокрема розглядається теорія машин Тюрінга, теорія примітивно рекурсивних функцій, теорія нормальних алгоритмів Маркова, теорія складності алгоритмів. Курс потребує базових знань з таких курсів як дискретна математика та алгебра і теорія чисел.

3. МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основною метою та завданням курсу “Теорія алгоритмів та математична логіка” є формування компетентного спеціаліста в області теорії алгоритмів

та математичної логіки, здатного застосовувати і розвивати основні положення дисципліни у науковій і навчальній діяльності, застосовувати апарат дисципліни у різних прикладних задачах математики та комп'ютерних наук. Цей курс сприятиме розвитку логічного та аналітичного мислення студентів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни “Теорія алгоритмів та математична логіка” студент повинен

знати:

основні поняття і теореми з теорії алгоритмів та математичної логіки;

вміти:

- виконувати логічні операції над висловленнями;
- різними методами з'ясувати, чи є формула логіки висловлення тавтологією, суперечністю, виконуваною;
- з'ясувати, чи має місце логічне слідування на базі логіки висловлень;
- подавати булеві функції у вигляді ДДНФ, ДКНФ, полінома Жегалкіна;
- з'ясувати, чи є система булевих функцій функціонально повною;
- будувати релейно-контактні схеми;
- складати машини Тюрінга;
- доводити рекурсивність функцій;
- складати схеми НАМ;
- шукати часову та ємнісну складність алгоритмів.

4. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Загальні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування теорії у практичних ситуаціях.

- здатність до пошуку та інтерпретації інформації, засвоєння нових знань, генерування та викладу ідей, зокрема, з застосуванням інформаційних технологій;
- здатність вести дослідницьку діяльність, включаючи оцінку актуальності дослідження, аналіз проблем, вибір способу й методів дослідження, а також оцінку якості результатів.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- цілісне уявлення про математику, її сучасний стан, виникнення і шляхи розвитку, її місце у системі наукових знань людства;
- здатність зрозуміти постановку завдання, пов'язаного із застосуванням методів прикладної математики, сформульовану на мові певної предметної галузі;
- здатність математично формалізувати проблему прикладного характеру, розпізнати стандартні об'єкти і властивості аналізу, звичайних диференціальних рівнянь, рівнянь математичної фізики, дискретної математики, теорії керування, методів оптимізації, алгебри, геометрії;
- здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язування практичних задач дослідження, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень;
- уміння опрацьовувати англomовний матеріал, застосовуючи навички роботи з науковою і довідковою літературою, розуміти, читати і писати завершені тексти англійською мовою на математичну і комп'ютерну тематику;
- уміння ефективно співпрацювати, розподіляти роботу і спілкуватись з колегами в процесі командного виконання дослідницьких та програмних проектів;

- здатність застосовувати методи програмування при розробці інформаційних систем, визначати структури даних при проектування алгоритмів у процесі вирішення задач загальної природи;
- здатність до побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення та аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем;
- здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання, реалізовувати алгоритми моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити експерименти за програмою моделювання з обробкою й аналізом результатів;
- здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: структурного, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами та алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління;
- здатність опанувати сучасні технології математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти обчислювальні моделі та алгоритми чисельного розв'язання задач математичного моделювання з урахуванням похибок наближеного чисельного розв'язання професійних задач;
- здатність застосовувати основні методи та алгоритми прийняття рішень в умовах наявності нечіткої вхідної інформації, здійснювати аналіз отриманих результатів.

Програмні результати навчання:

- демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій фундаментальної та прикладної математики і використовувати їх на практиці, а також гуманітарних дисциплін підготовки фахівця;
- володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, рівнянь математичної фізики, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, числовими методами, методами оптимізації;
- формалізувати вимоги до розв'язання прикладної проблеми та її програмної реалізації і відповідно підбирати методи, алгоритми та програмні засоби, планувати етапи досліджень і компоненти програмної реалізації;
- самостійно працювати над дослідницькою темою, обґрунтовувати і створювати програмну реалізацію розроблених методів;
- уміти розробляти математичні моделі об'єктів і процесів, які досліджуються, використовуючи процедури формального уявлення про систему та результати дослідження реальних природничих та соціально-економічних процесів;
- проводити аналітичне дослідження математичних моделей об'єктів і процесів на предмет існування та єдиності їх розв'язку;
- уміти розробляти нові і удосконалювати існуючі математичні моделі та алгоритми моделювання природничих, соціально-економічних систем та проводити комп'ютерне моделювання;
- виконувати математичний опис, аналіз та синтез дискретних об'єктів та систем, використовуючи поняття й методи дискретної математики та теорії алгоритмів;
- уміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символічних алгоритмів;

- знати основні поняття криптології, способи захисту інформації та найпростіші методи шифрування, знати функціональні можливості застосування сучасних пакетів програмної реалізації криптографічних перетворень та криптографічних бібліотек;
- уміти поводити наукові дослідження, грамотно викладати та представляти опрацьований матеріал і власні результати, в тому числі і з сучасними можливостями візуалізації, створювати комп'ютерну реалізацію розроблених методів.

5. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Обсяг дисципліни	
Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	30
Практичні	30
Лабораторні	
Самостійна робота	120

Ознаки дисципліни				
Спеціальність, освітня програма	Рівень освіти	Курс (рік навчання)	Семестр	Нормативний/вибірковий
113 — Прикладна математика, Прикладна математика	Бакалавр	2-й	4-й	нормативний

Тематика дисципліни						
Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	вс.	лек.	пр.	лаб.	інд.	сам.
Семестр 4						
Змістовий модуль 1. Математична логіка і булеві функції.						
Тема 1. Предмет математичної логіки. Мова логіки висловлень. Висловлення. Операції над висловленнями. [5, 8, 10, 12]	9	2	1			6
Тема 2. Формули логіки висловлень. Таблиці істинності. Тавтології, суперечності та виконувані формули. Рівносильні формули. Закони логіки висловлень. [5, 8, 10, 12]	10	2	2			6
Тема 3. Логіка предикатів. Предикати та логічні операції над ними. Квантори. Інтерпретація. Оцінка. [5, 8, 10, 11, 12]	10	2	2			6
Тема 4. Логічне слідування на базі логіки висловлень. Застосування правил виведення. [8, 10, 11, 12]	10	1	1			8
Тема 5. Двійкові (булеві) кортежі, їх властивості. Булева функція. Задання булевої функції. Елементарні булеві функції. Формули. Булеві функції від однієї і двох змінних. Побудова таблиці істинності. Двоїстість. [2, 6, 8, 10]	10	2	1			7
Тема 6. Спеціальні форми подання булевих функцій. Диз'юнктивні і кон'юнктивні нормальні форми. Поліноми Жегалкіна. [2, 6, 8, 10]	11	2	1			8
Тема 7. Повнота і замкненість. Функціонально повні системи. Замкнені класи. Критерій функціональної повноти системи мулевих функцій. Послаблена функціональна повнота. [2, 6, 8, 10]	12	2	2			8
Тема 8. Релейно-контактні схеми і булеві функції. [6, 10, 11, 12]	10	1	2			7
Всього за модуль:	82	14	12			56

Тематика дисципліни						
Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	вс.	лек.	пр.	лаб.	інд.	сам.
Змістовий модуль 2. Теорія алгоритмів.						
Тема 9. Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму. [1, 5, 10]	11	2	2			7
Тема 10. Частково визначені обчислювальні функції. Розв'язні та переліченні множини. [1, 5, 10]	12	2	2			8
Тема 11. Машина Тюрінґа. Аналіз МТ. Алгоритми синтезу МТ. Функції, що розпізнаються МТ. [3, 5, 9, 10]	12	2	2			8
Тема 12. Частково рекурсивні та примітивно рекурсивні функції. Теза Черча. [3, 5, 15, 10]	12	2	2			8
Тема 13. Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ. Синтез нормальних алгоритмів Маркова. Нормально обчислювальні функції. [3, 5, 7, 9]	12	2	2			8
Тема 14. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності. [5, 8, 9, 10]	12	2	2			8
Тема 15. Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми. Часова та ємнісна складність машин Тюрінґа та нормальних алгоритмів Маркова. [3, 5, 8, 10]	12	2	2			8
Тема 16. Класи задач P і NP . NP -складні і NP -повні задачі. Приклади NP -повних задач. [3, 5, 8, 10]	15	2	4			9
Всього за модуль:	98	16	18			64
Всього за семестр:	180	30	30			120
Усього годин:	180	30	30			120

6. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Володіння матеріалом дисципліни студенти виявляють при написанні двох аудиторних контрольних робіт та колоквіуму. Бали між контрольними роботами і колоквіумом розподіляються рівномірно.

За активну і змістовну участь у розв'язуванні задач на практичних заняттях оцінка за кожен модуль може бути підвищена щонайбільше на 5 балів.

Отримана за семестр сума балів множиться на такий коефіцієнт, щоб максимальна можлива сума балів (без додаткових) становила 50.

Максимальна можлива оцінка на іспиті — 50 балів. 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

7. ПОЛІТИКА КУРСУ

Самостійне та своєчасне виконання завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб та можливостей). Плагіат та інші види академічної недоброчесності не принесуть позитивного результату, тому не рекомендуються.

Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин навчання може відбуватися індивідуально. Пропуск лекції з неповажної причини відпрацьовується студентом відповідно до вимог кафедри (співбесіда, реферат,

опрацювання рекомендованої літератури тощо). Пропущені практичні заняття студент відпрацьовує згідно з графіком консультацій. Поточні "незадовільно" отримані студентом під час засвоєння відповідної теми перескладаються викладачеві до складання підсумкового контролю з обов'язковою відміткою у журналі обліку роботи академічних груп.

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ахо А. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции / А. Ахо, Дж. Ульман. – М.: Мир, 1978. – Т. 1. – 611 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 / В.М. Гаврилків. – Івано-Франківськ: «Сімик», 2012. – 172 с.
4. Гаврилов Г.П. Задачи и упражнения по дискретной математике: Учеб. пособие / Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. – 3-е изд., перераб. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 с.
5. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие / В.И. Игошин. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 448 с.
6. Кривий С.Л. Дискретна математика: Вибрані питання / С.Л. Кривий. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2007. – 572 с.
7. Марков А.А. Теория алгоритмов / А.А. Марков, Н.М. Нагорный. – М.: Наука, 1984. – 432 с.
8. Нікольський Ю.В. Дискретна математика / Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник, Ю.М. Щербина. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 368 с.
9. Пильщиков В.Н. Машина Тьюринга и алгоритмы Маркова. Решение задач / В.Н. Пильщиков, В.Г. Абрамов, А.А. Вылиток, И.В. Горячая. – М.: МГУ, 2006. – 47 с.

10. Самохин А.В. Математическая логика и теория алгоритмов / А.В. Самохин. – Москва, 2003. – 237 с.
11. Хромой Я.В. Математична логіка / Я.В. Хромой. – К.: Вища шк., 1983.
12. Хромой Я. В. Збірник задач і вправ з математичної логіки / Я.В. Хромой – К.: Вища шк., 1978

Додаткова література

13. Алферова З.В. Теория алгоритмов / З.В. Алферова – М.: «Статистика», 1973. – 164 с.
14. Белоусов А.И. Дискретная математика: Учеб. для вузов / А.И. Белоусов, С.Б. Ткачев. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 744 с.
15. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции / А.И. Мальцев – М.: Наука, 1986. – 368 с.
16. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов / Ф.А. Новиков. – СПб.: Питер, 2001. – 304 с.
17. Тишин В.В. Дискретная математика в примерах и задачах / В.В. Тишин – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 352 с.