

Київський університет імені Бориса Грінченка
Факультет інформаційних технологій та математики
Кафедра математики і фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-методичної
та навчальної роботи
Олексій ЖИЛЬЦОВ
« _____ » 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МАТЕМАТИЧНА ЛОГІКА І ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ

для студентів

спеціальності

122 Комп'ютерні науки

освітнього рівня

першого (бакалаврського)

освітньої програми

122.00.01 Інформатика

Київ – 2023

КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОРИСА ГРИНЧЕНКА
Ідентифікаційний код 02136554
Начальник відділу
моніторингу якості освіти
Протокол № 0451/23
Жильцов
(підпис) (прізвище, ініціали)
« _____ » 2023 р.

Розробник:

Прошкін Володимир Вадимович, доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри математики і фізики Факультету інформаційних технологій та математики Київського університету імені Бориса Грінченка.

Викладач:

Радченко Сергій Петрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики і фізики Факультету інформаційних технологій та математики Київського університету імені Бориса Грінченка

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри математики і фізики

Протокол від 23.08. 2023 р. № 8

Завідувач кафедри



Світлана СЕМЕНЯКА

(підпис)

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми (керівником освітньої програми) 122.00.01 Інформатика

____.____. 20__ р.

Керівник освітньої програми



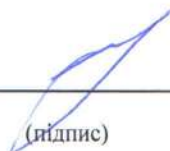
Ірина МАШКІНА

(підпис)

Робочу програму перевірено

____.____. 20__ р.

Заступник директора/декана



Євген ІВАНІЧЕНКО

(підпис)

Пролонговано:

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), « ____ » ____ 20__ р., протокол № ____

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), « ____ » ____ 20__ р., протокол № ____

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), « ____ » ____ 20__ р., протокол № ____

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання	
	денна	заочна
Вид дисципліни	обов'язкова	
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська	
Загальний обсяг кредитів / годин	4 / 120	
Курс	1	
Семестр	1	
Кількість змістових модулів з розподілом:	4	
Обсяг кредитів	4	
Обсяг годин, в тому числі:	120	
Аудиторні	56	
Модульний контроль	8	
Семестровий контроль	30	
Самостійна робота	26	
Форма семестрового контролю	екзамен	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – формування компетентного спеціаліста в області теорії алгоритмів і 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; формування логічного, критичного, аналітичного мислення студентів.

Завдання:

- надання студентам знань з основних розділів математичної логіки і теорії алгоритмів, означень, теорем, правил, доведення основних теорем;
- підготовка студентів до застосування математичного апарату при вивченні загальноосвітніх і спеціальних дисциплін;
- розвиток у студентів навичок використання методів математичної логіки та теорії алгоритмів у процесі підготовки кваліфікаційних робіт;
- підготовка студентів до науково-дослідної роботи, розробки та аналізу математичних моделей, застосування математичних методів у процесі розв'язання конкретних завдань ІКТ.

Компетентності, формуванню яких сприяє навчальна дисципліна:

ЗК-1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК-6	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
ЗК-7	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; до критичної оцінки отриманої інформації, використання логіки і раціональних міркувань.
СК-1	Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування отриманих результатів.
СК-3	Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення та аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.
СК-4	Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі та алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язання

2. Результати навчання за дисципліною

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні

знати:

основні поняття і теореми з теорії алгоритмів та математичної логіки;

вміти:

- користуватися конструктивними методами математичної логіки при побудові та реалізації формальних математичних моделей;
- користуватися ефективними алгоритмами доведення теорем;

та досягти наступних програмних результатів навчання:

ПР-1	застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук;
ПР-2	використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації
ПР-5	проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій;

3. Структура навчальної дисципліни

Тематичний план для денної форми навчання

Назва змістових модулів, тем	Усього	Розподіл годин між видами робіт					Самостійна
		Аудиторна:					
		Лекції	Семінари	Практичні	Лабораторні	Індивідуальні	
Змістовий модуль 1.							
Тема 1. Класична математична логіка. Основні поняття логіки висловлювань	8	2		4			2
Тема 2. Числення висловлювань	14	4		6			4
Модульний контроль	2						
Разом	24	6		10			6
Змістовий модуль 2.							
Тема 3. Логіка предикатів першого порядку	10	2		4			4
Тема 4. Аксиоматичні системи логік	12	2		6			4
Модульний контроль	2						
Разом	24	4		10			8
Змістовий модуль 3.							
Тема 5. Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму.	5	1		2			2
Тема 6. Частковизначені обчислювальні функції. Розв'язні та перелічені множини.	4	1		2			1
Тема 7. Машина Тюрінга. Аналіз МТ. Алгоритми синтезу МТ. Функції, що розпізнаються МТ.	4	1		2			1
Тема 8. Частковорекурсивні та примітивнорекурсивні функції. Теза Черча.	5	1		2			2
Модульний контроль	2						
Разом	20	4		8			6
Змістовий модуль 4.							
Тема 9. Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ. Синтез нормальних алгоритмів Маркова. Нормально обчислювальні функції.	5	1		2			2
Тема 10. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності.	5	1		2			2
Тема 11. Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми. Часова та ємнісна складність машин Тюрінга та нормальних алгоритмів Маркова.	6	1		4			1
Тема 12. Класи задач P і NP. NP-складні і NP-повні задачі. Приклади NP-повних задач.	4	1		2			1
Модульний контроль	2						
Разом	22	4		10			6
Підготовка та проходження контрольних заходів	30						
Усього	120	18		38			26

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Класична математична логіка. Основні поняття логіки висловлювань. Основні визначення. Висловлювання та логічні зв'язки. Умовні та еквівалентні висловлювання. Інтерпретація формул логіки висловлювань. Проблема вирішення в алгебрі висловлювань. Функціональна повнота множини логічних операцій. Дедуктивні висновки у логіці висловлювань.

Література: 1-4, 5, 6, 7, 9.

Тема 2. Числення висловлювань. Формальна аксіоматична теорія. Теорема дедукції. Побудова доведень у логіці висловлювань. Аксіоматичний метод. Конструктивний метод. Метод доведення від супротивного. Метод резолюцій.

Література: 1-4, 6-9.

Змістовий модуль 2.

Тема 3. Логіка предикатів першого порядку. Основні поняття логіки предикатів. Квантори. Формули логіки предикатів. Рівносильність формул логіки предикатів. Закони й тотожності логіки предикатів. Властивості числення предикатів першого порядку.

Література: 1-4, 5, 6, 8.

Тема 4. Аксіоматичні системи логік. Система аксіом і правил виведення. Випереджені нормальні форми. Побудова доведень в аксіоматичній системі. Метод ідентифікації. Метод резолюцій.

Література: 1-4, 5, 6, 8.

Змістовий модуль 3.

Тема 5. Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму.

Література: 1-4, 5, 9.

Тема 6. Частково визначені обчислювальні функції. Розв'язні та переліченні множини.

Література: 1-4, 5, 7-8.

Тема 7. Машина Тюрінга. Аналіз МТ. Алгоритми синтезу МТ. Функції, що розпізнаються МТ.

Література: 1-4, 5, 8, 9.

Тема 8. Частково рекурсивні та примітивно рекурсивні функції. Теза Черча.

Література: 1-4, 7-9.

Змістовий модуль 4.

Тема 9. Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ. Синтез нормальних алгоритмів Маркова. Нормально обчислювальні функції.

Література: 1-4, 6, 9.

Тема 10. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності.

Література: 1-4, 5-7.

Тема 11. Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми. Часова та ємнісна складність машин Тюрінга та нормальних алгоритмів Маркова.

Література: 1-4, 5, 6, 8.

Тема 12. Класи задач P і NP. NP-складні і NP-повні задачі. Приклади NP-повних задач.

Література: 1-4, 5, 8, 9.

5. Контроль навчальних досягнень

5.1. Система оцінювання навчальних досягнень студентів

Вид діяльності студента	Максимальна кількість балів за	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4	
		кількість одиниць	максимальна кількість балів	кількість одиниць	максимальна кількість балів	кількість одиниць	максимальна кількість балів	кількість одиниць	максимальна кількість балів
Відвідування лекцій	1	3	3	2	2	2	2	2	2
Відвідування семінарських занять									
Відвідування практичних занять	1	5	5	5	5	4	4	5	5
Робота на семінарському занятті									
Робота на практичному занятті	10	5	50	5	50	4	40	5	50
Лабораторна робота (в тому числі допуск, виконання, захист)									
Виконання завдань для самостійної роботи	5	1	5	1	5	1	5	1	5
Виконання модульної роботи	25	1	25	1	25	1	25	1	25
Виконання ІНДЗ									
Разом		-	88	-	87	-	76	-	87
Максимальна кількість балів: 338									
Розрахунок коефіцієнта: $60/338=0,18$									

5.2. Завдання для самостійної роботи та критерії її оцінювання.

Скласти таблиці істинності, записати ті значення, при яких формула є здійсненою – 5 балів.

Скласти РКС – 5 балів.

Задані нечіткі множини. Представити їх графічно. Знайти їх висоти. Знайти переріз. Знайти об'єднання, різницю перетин двох множин – 5 балів.

Знайти заперечення нечітких висловлювань \tilde{A} і \tilde{B} , їх кон'юнкцією, диз'юнкцією, нечітку імплікацію Заде, Гьоделя, Мамдані, Лукасевича, Гогена – 5 балів.

5.3. Форми проведення модульного контролю та критерії оцінювання.

Три питання (7, 8, 10 балів). Усього студент зможе отримати 25 балів, в залежності від повноти розкриття навчального матеріалу.

5.4. Форми проведення семестрового контролю та критерії оцінювання.

Письмовий екзамен. Пропонується чотири питання (2 теорія, 2 практика), усього – 40 балів.

5.5. Орієнтовний перелік питань для семестрового контролю.

- З'ясувати, у чому полягає перетин двох нечітких множин, об'єднання двох нечітких множин.
- З'ясувати, що таке елементарна диз'юнкція, елементарна кон'юнкція, КНФ, ДНФ.
- Надати означення диз'юнкції, таблицю істинності диз'юнкції.
- Надати означення еквіваленції (еквівалентності), таблицю істинності еквіваленції.
- Надати означення імплікації, таблицю істинності імплікації.
- Надати означення нечіткої множини, висоти нечіткої множини. Яку нечітку множину називають нормальною, субнормальною, порожньою, унімодальною.
- Пояснити сутність гіпотези Черча, що таке примітивно рекурсивні функції.
- Пояснити, у чому полягає сутність нормальних алгоритмів Маркова.
- Пояснити, у чому полягає сутність різниці двох нечітких множин, як здійснюється декартовий добуток двох нечітких множин.
- Пояснити, що таке модальна система. Представити означення фрейму Кріпке F , моделлю Кріпке M .
- Пояснити, що таке формула алгебри висловлень, які формули називаються рівносильними, яка формула називається тотожно істиною, тотожно хибною, здійсненою, суперечливою (нездійсненою).
- Пояснити, яке висловлення називається простим (елементарним), що таке пропозиційні зв'язки. Представити означення й таблицю істинності заперечення.
- Представити означення терм-множини, терма.
- Представити означення кон'юнкції, таблицю істинності кон'юнкції.
- Розказати про еволюцію поняття «алгоритм».
- Розказати, у чому полягає сутність машини Тюрінга.
- Розказати, що таке α -перерізнечіткої множини, таке лінгвістична зміна.
- Розказати, що таке ДДНФ, ДКНФ.
- Розказати, що таке обчислювальні функції, у чому полягає базис для побудови обчислювальних функцій.
- Розкрити, у чому полягає сутність деонтичної логіки.
- Розкрити, у чому полягає сутність епістемічної логіки.
- Розкрити, у чому полягає сутність інтуїціоністської логіки.
- Розкрити, що таке нечітка змінна, лінгвістична змінна. Представити означення заперечення нечіткого висловлювання.
- Розкрити, що таке одномісний предикат, область визначення предикату. З'ясувати, що таке тотожно істинний предикат, тотожно хибний предикат.
- Розкрити, як здійснюються операції кон'юнкції нечітких висловлювань, диз'юнкції нечітких висловлювань.
- Які Ви знаєте способи задання алгоритмів.

5.6. Шкала відповідності оцінок

Рейтингова оцінка	Оцінка за стобальною шкалою	Значення оцінки
A	90 – 100 балів	Відмінно – відмінний рівень знань (умінь) в межах обов’язкового матеріалу з можливими незначними недоліками
B	82-89 балів	Дуже добре – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов’язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок
C	75-81 балів	Добре – в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок
D	69-74 балів	Задовільно – посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності
E	60-68 балів	Достатньо – мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь)
FX	35-59 балів	Незадовільно з можливістю повторного складання – незадовільний рівень знань, з можливістю повторного перескладання за умови належного самостійного доопрацювання
F	1-34 балів	Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням курсу – досить низький рівень знань (умінь), що вимагає повторного вивчення дисципліни

6. Навчально-методична картка дисципліни

Разом: 120 год., із них: лекції – 18 год., практичні заняття – 38 год., модульний контроль – 8 год., самостійна робота – 26 год., семестровий контроль – 30 год.

Модулі (назви, бали)	Змістовий модуль 1 (88 балів)			Змістовий модуль 2 (87 балів)						
Теми	1-2			3-4						
Лекції (теми, бали)	Класична математична логіка. Основні поняття логіки висловлювань (1 бал)		Числення висловлювань (2 бали)	Логіка предикатів першого порядку (1 бал)		Аксиоматичні системи логік (1 бал)				
Практичні заняття (теми, бали)	Класична математична логіка. Основні поняття логіки висловлювань (11	Класична математична логіка. Основні поняття логіки висловлювань (11	Числення висловлювань (11 балів)	Числення висловлювань (11 балів)	Числення висловлювань (11 балів)	Логіка предикатів першого порядку (11 балів)	Логіка предикатів першого порядку (11 балів)	Аксиоматичні системи логік (11 балів)	Аксиоматичні системи логік (11 балів)	Аксиоматичні системи логік (11 балів)
Самостійна робота	Самостійна робота (5 балів)			Самостійна робота (5 балів)						
Поточний контроль (вид, бали)	Модульна контрольна робота 1 (25 балів)			Модульна контрольна робота 2 (25 балів)						

Модулі (назви, бали)	Змістовий модуль 3 (76 балів)		Змістовий модуль 4 (87 балів)	
Теми	5-8		9-12	
Лекції (теми, бали)	<p>Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму.</p> <p>Частково визначені обчислювальні функції. Розв'язні та перелічені множини (1 бал)</p> <p>Машина Тюрінга. Аналіз МТ. Алгоритми синтезу МТ. Функції, що розпізнаються МТ</p> <p>Частково рекурсивні та примітивно рекурсивні функції. Теза Черча (1 бал)</p>		<p>Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ. Синтез нормальних алгоритмів Маркова. Нормально обчислювальні функції</p> <p>Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності (1 бал)</p> <p>Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми. Часова та ємнісна складність машин Тюрінга та нормальних алгоритмів Маркова. Класи задач P і NP. NP-складні і NP-повні задачі. Приклади NP-повних задач.</p>	
Практичні заняття (теми, бали)	<p>Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму</p> <p>Частково визначені обчислювальні функції. Розв'язні та перелічені множини (11 балів)</p> <p>Машина Тюрінга. Аналіз МТ. Алгоритми синтезу МТ. Функції, що розпізнаються МТ (11 балів)</p> <p>Частково рекурсивні та примітивно рекурсивні функції. Теза Черча.</p>		<p>Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ. Синтез нормальних алгоритмів Маркова. Нормально обчислювальні функції (11 балів)</p> <p>Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності. (11 балів)</p> <p>Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми. Часова та ємнісна складність машин Тюрінга та нормальних алгоритмів Маркова. Класи задач P і NP. NP-складні і NP-повні задачі. Приклади NP-повних задач.</p>	
Самостійна робота	Самостійна робота (5 балів)		Самостійна робота (5 балів)	
Поточний контроль (вид, бали)	Модульна контрольна робота 1 (25 балів)		Модульна контрольна робота 2 (25 балів)	
Підсумковий контроль (вид, бали)	Екзамен (40 балів)			

7. Рекомендовані джерела

Основна (базова)

1. Матвієнко М. П. Дискретна математика XXI століття : підручник. Міністерство освіти і науки України, Конотопський інститут Сумського державного університету. Київ : Ліра-К, 2017. 323с.

2. Матвієнко М. П. Математична логіка та теорія алгоритмів : навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл. Сумський державний університет. Київ : Ліра-К, 2018. 211с.

3. Кублій Л. І. Вибрані розділи дискретної математики. Алгебричні структури. Алгебра логіки. Математична логіка : навчальний посібник. М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. техн. ун-т України "Київськ. політехніч. ін-т". Київ : НТУУ "КПІ", 2012. 170с.

Додаткова

4. Бардачов Ю. М. Дискретна математика. Київ : Вища школа, 2002. 287 с.

5. Бондаренко М. Ф. Комп'ютерна дискретна математика. Харків : Компанія СМІТ, 2004. 480 с.

6. Нікітченко М. С. Математична логіка та теорія алгоритмів. Київ : ВПЦ, "Київський університет", 2008. 528 с.

7. Шкільняк С.С. Математична логіка. Основи теорії алгоритмів. Київ : Персонал, 2009. 280с.