

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО**

Навчально-науковий інститут муніципального управління
та міського господарства
Кафедра загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового
інституту муніципального управління
та міського господарства

В.Б. Кисельов

3 вересня 2019 р.

НАВЧАЛЬНА РОБОЧА ПРОГРАМА

дисципліни «Математична логіка»

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів денної форми навчання

галузі знань

12 – «Інформаційні технології»

(шифр і назва галузі)

спеціальність

122 – «Комп'ютерні науки», 123 – «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

Навчальна робоча програма дисципліни «Математична логіка» для студентів спеціальностей 122 – «Комп'ютерні науки», 123– «Комп'ютерна інженерія»- 9 с.

Розробники: старший викладач Юсипів Т. В.

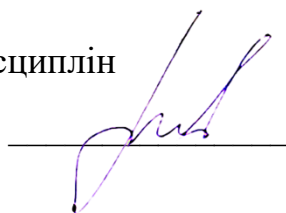
Робочу програму схвалено на засіданні кафедри загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики

Протокол № 1 від 28 серпня 2019 року

Завідувач кафедри

Загальноінженерних дисциплін

та теплоенергетики



Медведєв М.Г.



, 2019 рік
, 2019 рік

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Математична логіка» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» спеціальностей 122 – «Комп'ютерні науки», 123 – «Комп'ютерна інженерія».

Викладається у 3 семестрі 2 курсу в обсязі – 18 год. для спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки» та 23 год. для спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія». Мета дисципліни – засвоєння базових знань з основ математичної логіки, включаючи вивчення семантичних моделей логіки та їх можливості для опису предметних областей, питань обчислюваності, розв'язності та нерозв'язності.

Завдання – набуття компетенцій, знань, умінь та навиків на рівні новітніх досягнень у математичній логіці.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент **повинен**

знати: основні поняття, засоби та методи математичної логіки і теорії алгоритмів, їх застосування в інформатиці й програмуванні; мови логіки та їх можливості для опису предметних областей; мати сучасні уявлення про основні методи пошуку доведень та засоби логічного виведення, про нетрадиційні логіки; основні формальні моделі алгоритмів та обчислюваних функцій; властивості рекурсивних та рекурсивних перелічних множин, рекурсивних та частково-рекурсивних предикатів, арифметичних множин та предикатів; мати сучасні уявлення про розв'язність, часткову розв'язність та нерозв'язність масових проблем.

вміти: описувати мовами 1-го порядку твердження стосовно тих чи інших предметних областей; встановлювати істинність та виконуваність, наявність логічного наслідку; встановлювати виразність та невиразність предикатів у моделях мови; проводити виведення в численнях гільбертівського типу та в секвенційних численнях; будувати формальні моделі алгоритмів та обчислюваних функцій, використовувати тезу Чорча; встановлювати розв'язність, часткову розв'язність та нерозв'язність масових проблем, встановлювати клас множини та предиката.

Місце дисципліни. Нормативна навчальна дисципліна «Математична логіка» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр”.

Зв'язок з іншими дисциплінами. Дисципліна «Математична логіка та теорія алгоритмів» є базовою для засвоєння матеріалу нормативних дисциплін "Системне програмування", "Комп'ютерна алгебра", "Методи обчислень", "Теорія та методи прийняття рішень", "Інформаційні технології", "Розпізнавання образів", низки спецкурсів відповідного напрямку.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розділ 1. Елементи математичної логіки

ТЕМА 1. Основні поняття логіки

Предмет математичної логіки. Виникнення та розвиток логіки. Софізми. Парадокси. Основні закони традиційної логіки. Предикати, композиції над предикатами. Поняття числення, формальні системи. Поняття логічної системи. Пропозиційна логіка. Логічні зв'язки, їх властивості. Мова пропозиційної логіки. Тавтології. Логічний наслідок, логічна еквівалентність. Пропозиційне числення, його коректність і повнота. Теорема тавтології. Класичні логіки 1-го порядку, їх моделі та мови. Виразність в АС. Мова арифметики. Істинність та виконуваність формул, всюди істинність. Тавтології. Тавтологічний, логічний, слабкий логічний наслідки. Еквівалентні перетворення формул, теореми еквівалентності та рівності. Пренесна форма. Теорії 1-го порядку, їх приклади. Формальна арифметика. Теорема тавтології. Теорема дедукції. Несуперечливість та повнота теорій 1-го порядку. Перелічність та розв'язність теорій 1-го порядку. Теорема Гьоделя про повноту. Теорема компактності. Теореми Льовенгейма-Сколема. Категоричність теорій 1-го порядку. Перелічуваність та розв'язність теорій 1-го порядку.

ТЕМА 2. Формальні моделі алгоритмів

Процедури та алгоритми Алгоритмічно обчислювані функції. Формальні моделі алгоритмів. МНР-програми. Приклади МНР-обчислень.

Розділ 2. Обчислюваність за Тюрінгом

ТЕМА 3. Машина Тюрінга

Машина Тюрінга, МТ-обчислюваність. Приклади МТ-обчислень.

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

для спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки»

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	практичні	С/Р
<i>Розділ 1 Елементи математичної логіки</i>				
1	Тема 1. Основні поняття логіки	1	1	
2	Тема 2. Формальні моделі алгоритмів	1	1	
<i>Розділ 2 Обчислюваність за Тюрінгом</i>				
3	Тема 3. Машина Тюрінга	1	1	
	УСЬОГО	3	3	0

Загальний обсяг **18 год.**, у тому числі:
лекції – **3 год.**
практичні – **3 год.**
іспит – **1 год.**
консультації студентів - **11 год.**

для спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія»

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	лекції	лекції
<i>Розділ 1 Елементи математичної логіки</i>				
1	Тема 1. Основні поняття логіки	2	2	
2	Тема 2. Формальні моделі алгоритмів	2	2	
<i>Розділ 2 Обчислюваність за Тюрінгом</i>				
3	Тема 3. Машина Тюрінга	2	2	
	УСЬОГО	6	6	

Загальний обсяг **23 год.**, у тому числі:
лекції – **6 год.**
практичні – **6 год.**
іспит – **1 год.**
консультації студентів - **10 год.**

Розділ 1. Елементи математичної логіки

Лекція 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ЛОГІКИ

Предмет математичної логіки. Виникнення та розвиток логіки. Софізми. Парадокси. Основні закони традиційної логіки. Предикати, композиції над предикатами. Поняття числення, формальні системи. Поняття логічної системи. Пропозиційна логіка. Логічні зв'язки, їх властивості. Мова пропозиційної логіки. Тавто- логії. Логічний наслідок, логічна еквівалентність. Пропозиційне числення, його коректність і повнота. Теорема тавтології. Класичні логіки 1-го порядку, їх моделі та мови. Виразність в АС. Мова арифметики. Істинність та виконуваність формул, всюди істинність. Тавтології. Тавтологічний, логічний, слабкий логічний наслідки. Еквівалентні перетворення формул, теореми еквівалентності та рівності. Пренексна форма. Теорії 1-го порядку, їх приклади. Формальна арифметика. Теорема тавтології. Теорема дедукції. Несуперечливість та повнота теорій 1-го порядку. Перелічність та розв'язність теорій 1-го порядку. Теорема Гьоделя про повноту. Теорема компактності. Теореми Льовенгейма- Сколема. Категоричність теорій 1-го порядку. Перелічуваність та розв'язність теорій 1-го порядку.

Лекція 2. ФОРМАЛЬНІ МОДЕЛІ АЛГОРИТМІВ

Процедури та алгоритми Алгоритмічно обчислювані функції. Формальні моделі алгоритмів. МНР-програми. Приклади МНР-обчислень.

Розділ 2. Обчислюваність за Тюрінгом

Лекція 3. МАШИНА ТЮРІНГА

Машини Тьюрінга, МТ-обчислюваність. Приклади МТ-обчислень.

Контрольні запитання та завдання

1. Софізми. Парадокси.
2. Основні закони традиційної логіки.
3. Предикати, композиції над предикатами. Логічні системи. Істинний, виконуваний предикат.
4. Числення, формальні системи. Алгоритми, відносні алгоритми.
5. Алгоритмічно обчислювані функції. Алгоритмічна перелічність, розв'язність.
6. Мова пропозиційної логіки. Тавтології.
7. Відношення логічного наслідку, логічної еквівалентності пропозиційних формул.
8. Відношення логічного наслідку для множин ПФ.
9. Пропозиційне числення. Теорема тавтології.
10. Метод резолюцій ПЛ. Визначення резольвенти диз'юнктив. Резолютивне виведення.
11. Секвенції. Секвенційні форми, дерева.
12. Пропозиційне секвенційне числення. Теореми коректності та повноти.
13. Мова реномінативної логіки. Нормальні форми формул. Субтавтології.
14. Алфавіт класичної мови 1-го порядку. Сигнатура мови. Визначення терма, формули.
15. Модель мови 1-го порядку. Алгебри (алгебраїчні системи) збудованою сигнатурою.
16. Зв'язане та вільне входження змінної в формулу. Замкнені терми, замкнені формули.
17. Мова арифметики. Мова теорії множин.
18. Визначення всюди істинної формули, виконуваної формули.
19. Тавтології мови 1-го порядку. Тавтологічний наслідок, тавтологічна еквівалентність.
20. Відношення логічного та слабкого логічного наслідку, логічної еквівалентності.
21. Теорема еквівалентності. Теореми рівності для термів та формул.
22. Пренексна форма. Пренексна формула. Пренексні операції. Теорема про пренексну форму.
23. Визначення предикату, множини, функції, виразних в АС.
24. Визначення арифметичного предикату, арифметичної множини, арифметичної функції.
25. Відношення логічного наслідку для множин формул.
26. Визначення гомоморфізму, ізоморфізму АС. Автоморфізм АС.
27. Теореми про гомоморфізми та про ізоморфізм. Наслідки.
28. Елементарна еквівалентність АС. Зв'язок з ізоморфізмом.
29. Теорема про виразність. Метод автоморфізмів для доведення невиразності предикатів у АС.
30. Визначення теорії 1-го порядку. Множина логічних аксіом та множина правил виведення.
31. Числення предикатів 1-го порядку.
32. Множина власних аксіом формальної арифметики.
33. Модель теорії 1-го порядку. Теорема істинності.
34. Теорема тавтології та її наслідки.
35. Теорема дедукції.
36. Визначення несуперечливої теорії 1-го порядку, повної (максимальної) теорії 1-го порядку.
37. Поняття розв'язності, перелічності теорії 1-го порядку. Теорема розв'язності.
38. 1-е та 2-е формулювання теореми Гьоделя про повноту.
39. Теореми Льовенгейма-Сколема.
40. Теореми коректності та повноти для секвенційних числень 1-го порядку.
41. Наслідки теореми повноти. Теорема компактності.

ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ

1. Основні поняття математичної логіки. Висловлення, предикати. Логічні системи. Поняття числення, формальні системи.
2. Поняття алгоритму. Алгоритмічна перелічність, розв'язність. Відносні алгоритми.
3. Композиції пропозиційного рівня. Мова пропозиційної логіки.
4. Тавтології. Логічний (тавтологічний) наслідок, логічна (тавтологічна) еквівалентність. Логічний наслідок для множин формул.
5. Пропозиційне числення. Теорема тавтології. Коректність, повнота і розв'язність пропозиційного числення.
6. Метод резолюцій для пропозиційної логіки.
7. Поняття секвенції. Секвенційні форми, секвенційні дерева. Пропозиційне секвенційне числення, його коректність і повнота.
8. Класичні логіки 1-го порядку. Мови 1-го порядку. Терми, формули. Вільні та зв'язані змінні. Замкнені формули.
9. Інтерпретації (моделі) мов 1-го порядку. Алгебраїчні системи (АС). Виразність предикатів, множин та функцій в АС.
10. Мова арифметики. Арифметичні предикати, множини та функції. Істинні арифметичні формули.
11. Істинність та виконуваність формул. Всюди істинні формули. Тавтології. Тавтологічний, логічний та слабкий логічний наслідок, логічна еквівалентність.
12. Еквівалентні перетворення формул. Теореми еквівалентності та рівності. Пренексна форма.
13. Гомоморфізми, ізоморфізми та автоморфізми АС. Теореми про гомоморфізм та ізоморфізм.
14. Елементарна еквівалентність, зв'язок з ізоморфізмом. Теорема виразності. Доведення невиразності предикатів в АС за допомогою автоморфізмів.
15. Теорії 1-го порядку (Th_1). Формальна арифметика Ar . Поняття моделі Th_1 . Теорема істинності.
16. Теорема тавтології в Th_1 . Приклади виведень в Th_1 . Теорема дедукції.
17. Поняття несуперечливості та максимальності (повноти) Th_1 . Теорема Лінденбаума.
18. Перелічність та розв'язність Th_1 . Теорема про розв'язність.
19. Теорема Гьоделя про повноту. Теорема компактності.
20. Категоричність теорій 1-го порядку. Теорема Лося-Воота.
21. Секвенційні числення логік 1-го порядку, їх коректність і повнота.
22. МНР, МНР-обчислюваність.
23. Машини Тьюрінга, МТ-обчислюваність.

Рекомендована література

Основна

1. Катленд Н. Вычислимость. Введение в теорию рекурсивных функций. – М., 1983.
2. Клини С. Математическая логика. – М.: Наука, 1973.
3. Лавров И.А., Максимова Л.Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. – М., 1975.
4. Лісовик Л.П., Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. – К., 2003.
5. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции. – М.: Наука, 1965.
6. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. – М., 1976.
7. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Математична логіка та теорія алгоритмів. – К., 2008.
8. Шкільняк С.С. Математична логіка: приклади і задачі. – К., 2007.
9. Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. Приклади й задачі. – К., 2012.

Додаткова

10. Андон Ф.И., Яшунин А.Е., Резниченко В.А. Логические модели интеллектуальных информационных систем. – К., 1999.
11. Глушков В.М., Цейтлин Г.Е., Ющенко Е.Л. Алгебра, языки, программирование. – К., 1978.
12. Ішмуратов А.Т. Вступ до філософської логіки. – К., 1997.
13. Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А. та ін. Основи дискретної математики. – К., 2002.
14. Клини С. Введение в метаматерику. – М., 1957.
15. Лісовик Л.П., Редько В.Н. Алгоритмы и формальные системы. – К., 1981.
16. Мальцев А.И. Алгебраические системы. – М., 1970.
17. Непейвода Н.Н. Прикладная логика. – Новосибирск, 2000.
18. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Основи математичної логіки. – К., 2006.
19. Роджерс Х. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. – М., 1972.
20. Справочная книга по математической логике / Под ред. Дж. Барвайса: В 4 т. – М., 1982–1983.
21. Успенский В.А., Семенов А.Л. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения. – М., 1987.
22. Фейс Р. Модальная логика. – М., 1974.
23. Шенфилд Дж. Математическая логика. – М., 1975.
24. Шкільняк С.С. Відношення логічного наслідку в композиційно-номінативних логіках // Пробл. програмування. – 2010. – № 1.
25. Шкільняк С.С. Математична логіка. Електронний навчальний посібник // Репозитарій електронних ресурсів КНУ. – 2012. – <http://195.68.210.50/moodle>.
26. Belnap N., Steel T. The logic of questions and answers. – New Haven and London: Yale Univ. Press, 1976.
27. Зубенко В.В., Омельчук Л.Л. Програмування: Навчальний посібник (Гриф МОН України).- К., 2011.- 625 с.