

Сумський державний педагогічний університет  
імені А.С.Макаренка

Факультет фізико-математичний

Кафедра математики

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан фізико-математичного факультету

\_\_\_\_\_ М.В.Каленик

(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019

*РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ*

*Математичні логіка і теорія алгоритмів*

галузь знань \_\_\_\_\_ 01 Освіта \_\_\_\_\_  
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність \_\_\_\_\_ 014 Середня освіта \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

освітня-програма/програми

ОПП математика першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
(назва)

Мова навчання \_\_\_\_\_ українська \_\_\_\_\_

Погоджено науково-методичною  
комісією фізико-математичного  
факультету

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р

Голова: Одінцова О.О., к. ф-м. н, доц.

Суми - 2019

Розробники:

1. Лиман Федір Миколайович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри математики
2. Друшляк Марина Григорівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики

Робоча програма розглянута і схвалена на засіданні кафедри математики

Протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

Завідувач кафедри

Чашечникова О.С., доктор педагогічних наук, професор \_\_\_\_\_

## Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	бакалавр	Обов'язкова	
		<b>Рік підготовки:</b>	
3-й			
<b>Семестр</b>			
Загальна кількість годин – 150		5-й	
		<b>Лекції</b>	
		28 год.	
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		32 год.	
		<b>Лабораторні</b>	
		-	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		88 год.	
		<b>Консультації:</b>	
2 год. (5 сем.)			
Вид контролю: Екзамен			

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Основна *мета* курсу „Математична логіка і теорія алгоритмів” - сформувати у студентів знання, вміння і навички, необхідні для усвідомлення і використання понять, законів і методів математичної логіки і теорії алгоритмів при розкритті природи математики та як засобу при вивченні інших галузей наукових знань.

Для досягнення основної мети в курсі „Математична логіка і теорія алгоритмів” розв'язуються основні *завдання*:

- розкривається місце і значення знань з математичної логіки і теорії алгоритмів у професійній підготовці майбутніх вчителів математики, фізики та інформатики;

- ґрунтовне ознайомлення студентів з формалізацією математичної мови, яка в цьому курсі іде значно далі, ніж в курсах алгебри, геометрії та аналізу;
- детальне ознайомлення студентів з формалізованим аксіоматичним методом побудови математичних теорій, проблемами несуперечності, повноти та алгоритмічної розв'язності теорій;
- уточнення поняття алгоритму і детальне ознайомлення з декількома такими уточненнями, з'ясування сутності алгоритмічної нерозв'язності, ознайомлення з прикладами алгоритмічно розв'язних та алгоритмічно нерозв'язних теорій, набуття навичок конструювання алгоритмів з класу точних алгоритмів для розв'язання найпростіших задач, зокрема, для обчислення числових функцій.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

**знати:**

- основні поняття і факти алгебри висловлень: логічні операції над висловленнями; формули алгебри висловлень та їх класифікацію; рівносильність формул; ДНФ, КНФ та їх властивості; сутність проблеми вирішення в алгебрі висловлень.
- числення висловлень як формалізований аналог алгебри висловлень: поняття формули в численні висловлень; основні теореми і метатеореми числення; правила виводу, теорему дедукції та додаткові правила виводу; проблеми несуперечності, повноти, незалежності та розв'язності в численні висловлень.
- основні поняття і факти логіки предикатів: предикати, логічні операції над ними та класифікацію предикатів; кванторні операції, формули та їх класифікацію; інтерпретації формул, зведену та випереджену форми формул логіки предикатів; проблему вирішення в логіці предикатів.
- формалізацію логіки предикатів і теорії першого порядку: терми, формули, аксіоми, правила виводу; метатеореми дедукції; питання несуперечності, повноти та алгоритмічної розв'язності теорій першого порядку.
- основні поняття теорії алгоритмів: інтуїтивне та уточнене поняття алгоритму; частково-обчислювальні (обчислювальні) та частково-рекурсивні (рекурсивні) функції; оператори регулярної суперпозиції, примітивної рекурсії та мінімізації; тезу Черча; нормальні алгоритми Маркова; машини Тюрінга; методологічну сутність алгоритмічно нерозв'язних проблем;

**вміти:**

- виконувати логічні операції над висловленнями і предикатами;
- використовувати рівносильність формул для їх перетворення до ДНФ, КНФ в алгебрі висловлень та до зведених і випереджених форм у логіці предикатів;
- практичні застосування алгебри висловлень та логіки предикатів в логіко-математичній практиці;
- доводити теореми в численні висловлень та в теоріях першого порядку з застосуванням основних і додаткових правил виводу;
- застосовувати на практиці оператори регулярної суперпозиції, примітивної рекурсії та мінімізації;
- конструювати найпростіші нормальні алгоритми Маркова та машини Тюрінга для обчислення числових функцій.

**2. Результати навчання за дисципліною**

<b>Знання</b>	<b>ПРЗ 2.</b> Знання фундаментальних математичних теорій.
<b>Уміння</b>	<b>ПРУ 2.</b> Уміння продемонструвати та застосовувати знання фундаментальних математичних теорій для розв'язування компетентнісних завдань, типових завдань; <b>ПРУ 9.</b> Уміння формувати й підтримувати інтерес учнів,

	<p>належний рівень їх мотивації до навчання математики та інформатики;</p> <p><b>ПРУ 11.</b> Уміння відшукувати інформацію у різноманітних джерелах, аналізувати, критично оцінювати, систематизувати, узагальнювати її; готувати доповіді, презентації, брати участь у дискусії;</p> <p><b>ПРУ 12.</b> Уміння продуктивно спілкуватись в ході співпраці у команді, вести діалог, брати участі у дискусіях щодо вирішення професійних проблем; організовувати комунікацію учнів, створювати умови для ефективної евристичної бесіди, дискусії, мозкового штурму;</p> <p><b>ПРУ 13.</b> Уміння грамотно використовувати державну мову у процесі професійної діяльності, чітко та аргументовано висловлювати свої думки, міркування, почуття;</p> <p><b>ПРУ 15.</b> Готовність сумлінно виконувати професійні обов'язки, дотримуватися принципів етики вчителя; організовувати навчальний процес, ґрунтуючись на основних правових нормах і законах, нормативно правових актах, санітарно-гігієнічних правилах, правилах і рекомендаціях зі здоров'язбереження;</p> <p><b>ПРУ 16.</b> Уміння за планувати процес самонавчання та самовдосконалення, готовність навчатися протягом усього життя в контексті неперервної фахової підготовки і соціального життя, вдосконалювати й розвивати власний інтелектуальний та загальнокультурний рівень.</p>
<b>Комунікація:</b>	<p><b>ПРК 1.</b> Володіє основами професійної мовленнєвої культури при навчанні математики та інформатики.</p> <p><b>ПРК 2.</b> Здатний до ефективної комунікації в процесі навчання математики та інформатики.</p>
<b>Автономія і відповідальність</b>	<p><b>ПРА 1.</b> Усвідомлює соціальну значущість майбутньої професії, сформованість мотивації до здійснення професійної діяльності.</p> <p><b>ПРА 2.</b> Відповідально ставиться до забезпечення охорони життя і здоров'я учнів у навчально-виховному процесі та позаурочній діяльності.</p>

### 3. Критерії оцінювання результатів навчання

Шкала ЄКТС	Критерії оцінювання навчальних досягнень студента
A	Студент у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, вільно самостійно та аргументовано користується теоретичними знаннями; застосовує знання при розв'язуванні завдань, може пояснити хід розв'язання, аргументувати ефективність шляху їх виконання. Правильно розв'язує завдання контрольних робіт у межах понад 90%. Студент демонструє у наявності результати виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою.
B	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань, розв'язує завдання, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. При викладанні

	деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно розв'язує більшість завдань контрольних робіт, що становить від 82 до 90%. Завдання практичних занять виконує у повному обсязі.
С	В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, ознайомлений з основними джерелами, допускає суттєві неточності та помилки. Правильно розв'язує частину завдань контрольних робіт, що становлять від 74 до 81%. Завдання практичних занять виконує у повному обсязі.
Д	Вільно володіє матеріалом лекцій, але не може навести власних прикладів. Може виконати елементарні завдання з теми. Фрагментарно, поверхово без аргументації та обґрунтування відповідає на запитання, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичні завдання виконує з суттєвими неточностями, правильно розв'язує завдань контрольних робіт у межах від 64 до 73%. Виконує завдання практичних занять понад 64%.
Е	Володіє матеріалом лекцій, не виявляє додаткове опанування та розширення знань. Знає основні поняття, відчуває труднощі у наведенні прикладів, аргументації положень, поясненні кроків розв'язання завдань. Розв'язує завдань контрольних робіт у межах від 60 до 63%
Ф	Студент не володіє теоретичним матеріалом з дисципліни, розв'язує прості практичні завдання. Допускає суттєві помилки, не може пояснити алгоритм розв'язування практичного завдання. Розв'язує завдань контрольних робіт у межах 36-59%
FX	Студент не володіє теоретичним матеріалом. Виконання практичних завдань викликають значні труднощі. Розв'язує завдань контрольних робіт у межах від 0- до 35%

#### 4. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль						Самостійна робота	Сума	Підсум ковий (екз.)	Загальна сума
РОЗДІЛ I			РОЗДІЛ II						
Т 1.1.	Т 1.2.	Т 1.3.	Т 2.1.	Т 2.2.	Т 2.3.	36	75	25	100
4	7	7	7	7	7				

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	<b>A</b>	<b>відмінно</b>
82 - 89	<b>B</b>	<b>добре</b>
74 - 81	<b>C</b>	

64 - 73	<b>D</b>	<b>задовільно</b>
60 - 63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	<b>незадовільно з можливістю повторного складання</b>
1 - 34	<b>F</b>	<b>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</b>

## 5. Засоби діагностики результатів навчання

Студент протягом семестру виконує завдання практичних робіт, виконує індивідуальні роботи. Наприкінці семестру студент здає екзамен.

## 6. Програма навчальної дисципліни

### РОЗДІЛ I. Поняття в математиці. Алгебра висловлень.

#### Числення висловлень

#### Тема 1.1. Поняття в математиці

**Зміст.** Поняття, його зміст і об'єм. Конкретні і абстрактні поняття. Загальні, одиничні і порожні поняття. Сумісні і несумісні поняття. Узагальнення, обмеження і поділ понять. Означення понять, їх види та вимоги до означень понять.

#### Тема 1.2. Алгебра висловлень

**Зміст.** Предмет математичної логіки та її роль в обґрунтуванні математики та в математичній освіті. Висловлення та логічні операції над ними. Формули алгебри висловлень та їх класифікація. Булеві функції, таблиці істинності формул. Рівносильність формул алгебри висловлень. Проблема вирішення в алгебрі висловлень. ДНФ, КНФ та їх властивості. Функціонально повні системи логічних операцій. Логічне слідування на базі алгебри висловлень. Застосування алгебри висловлень в теорії комутаційних схем.

#### Тема 1.3. Числення висловлень

**Зміст.** Побудова числення висловлень. Приклади доведень в численні висловлень. Вивідність із гіпотез. Метатеорема дедукції. Зв'язок між формулами алгебри висловлень та числення висловлень. Незалежність системи аксіом числення висловлень. Різні аксіоматизації числення висловлень, зв'язки та відмінності між ними.

### РОЗДІЛ II. Логіка предикатів. Математичні теорії першого порядку.

#### Елементи теорії алгоритмів

#### Тема 2.1. Логіка предикатів

**Зміст.** Предикати та логічні операції над ними. Класифікація предикатів. Формули логіки предикатів та їх інтерпретації. Класифікація формул. Рівносильність формул. Зведена та випереджена форми формул логіки предикатів. Логічне слідування на базі логіки предикатів. Метод резолюції та його застосування. Проблема вирішення в логіці предикатів. Застосування математичної логіки в логіко-математичній практиці.

#### Тема 2.2. Математичні теорії першого порядку

**Зміст.** Побудова теорій першого порядку. Приклади теорій першого порядку. Доведення в теоріях першого порядку. Питання несуперечності, повноти та незалежності аксіом числення предикатів. Проблема вирішення для числення предикатів. Формальна арифметика. Теорема Геделя про неповноту.

#### Тема 2.3. Елементи теорії алгоритмів

**Зміст.** Змістовне поняття алгоритму. Необхідність уточнення поняття алгоритму. Частково обчислювальні (обчислювальні) та частково-рекурсивні (рекурсивні) функції. Гіпотеза Черча. Нормальні алгоритми Маркова. Машини Тюрінга. Алгоритмічно розв'язні та алгоритмічно нерозв'язні проблеми.

## 7. Структура та обсяг навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма

	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост.р		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост.робота
<b>Розділ 1. Поняття в математиці. Алгебра висловлень.</b>												
<b>Числення висловлень</b>												
Тема 1.1. Поняття в математиці	8	2	2		–	4						
Тема 1.2. Алгебра висловлень	47	8	10		–	29						
Тема 1.3. Числення висловлень	23	4	6		2	11						
<b>Разом</b>	<b>78</b>	<b>14</b>	<b>18</b>		<b>2</b>	<b>44</b>						
<b>Розділ 2. Логіка предикатів. Математичні теорії першого порядку. Елементи теорії алгоритмів</b>												
Тема 2.1. Логіка предикатів	35	8	35		–	21						
Тема 2.2. Математичні теорії першого порядку	14	2	14		–	12						
Тема 2.3. Елементи теорії алгоритмів	23	4	23		–	11						
<b>Разом</b>	<b>72</b>	<b>14</b>	<b>72</b>		<b>–</b>	<b>44</b>						
<b>Разом за семестр</b>	<b>150</b>	<b>28</b>	<b>150</b>		<b>2</b>	<b>88</b>						

### 8. Теми практичних занять (32 години)

№ з/п	Назва теми	Денна	Заочна
<b>1</b>	<b>Поняття в математиці. Алгебра висловлень. Числення висловлень</b>	<b>18</b>	
1.1	Поняття, їх типи. Класифікація, узагальнення, обмеження і поділ понять.	2	
1.2	Висловлення та логічні операції над ними. Формули, їх значення істинності. Таблиці істинності. Класифікація формул.	2	
1.3	Рівносильні перетворення формул алгебри висловлень. ДНФ, КНФ.	2	
1.4	Логічне слідування на базі алгебри висловлень.	2	
1.5	Розв'язування логічних задач.	2	
1.6	Аналіз і синтез комбінаційних схем. <i>Самостійна робота</i>	2	
1.7	Розв'язування задач на доведення теорем числення висловлень за допомогою основних правил виводу.	2	
1.8	Розв'язування задач на доведення теорем числення висловлень за допомогою додаткових правил виводу.	2	
1.9	<i>Контрольна робота №1</i>	2	
<b>2</b>	<b>Логіка предикатів. Математичні теорії першого порядку. Елементи теорії алгоритмів</b>	<b>14</b>	
2.1	Предикати, їх типи. Квантори загальності та існування. Запис тверджень мовою логіки предикатів.	2	
2.2	Інтерпретації формул логіки предикатів. Рівносильні перетворення формул.	2	
2.3	Дослідження формул логіки предикатів. <i>Самостійна робота</i>	2	
2.4	Частково-рекурсивні та рекурсивні функції. Застосування операторів регулярної суперпозиції, примітивної рекурсії та мінімізації.	2	



2.5	Нормальні алгоритми Маркова.	2	
2.6	Машина Тьюрінга.	2	
2.7	Контрольна робота №2	2	

## 9. Рекомендована література

### Базова

1. Лиман Ф.М. Математична логіка і теорія алгоритмів. Навчальний посібник. – Суми: Видавництво «МакДен», 2014. – 176 с.
2. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов. – Издательство Саратовского университета, 1991. – 256 с.
3. Новиков П.С. Элементы математической логики. М.: Наука, 1973. – 399 с.
4. Рамський Ю.С. Логічні основи інформатики. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2003. – 286с.
5. Середа В.Ю. Математична логіка в шкільному курсі математики. – К.: Радянська школа, 1984. – 144с.
6. Хромой Я.В. Збірник вправ і задач з математичної логіки. – К.: Вища школа, 1987. – 160 с.
7. Хромой Я.В. Математична логіка. – К.: Вища школа, 1983. – 208 с.
8. Кужель О.В. Елементи теорії множин і математичної логіки. – К.: Радянська школа, 1977. – 160с.
9. Касаткин В.Н., Владыкина Л.И. Алгоритмы и игры. – К.: Радянська школа, 1984. – 80с.
10. Мельников В.Н. Логические задачи. – Киев-Одесса: Вища школа, 1989. – 344с.
11. Середа В.Ю. Вчись логічно мислити. – К.: Радянська школа, 1989. – 175 с.

### Допоміжна

12. Эдельман С.Л. Математична логика. – М.: Высшая школа, 1975. – 176с.
13. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции. – М.: Наука, 1986. – 368 с.
14. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. – М.: Наука, 1976. – 320 с.
15. Игошин В.И. Задачник-практикум по математической логике. – М.: Просвещение, 1986. – 156 с.
16. Гиндикин С.Г. Алгебра логики в задачах. – М.: Наука, 1972. – 288 с.
17. Градштейн И.С. Прямая и обратная теоремы. – М.: Просвещение, 1972. – 128 с.
18. Ершов Ю.Л., Палютин Е.А. Математическая логика. – М.: Наука, 1979. – 320 с.
19. Клини С. Математическая логика. – М.: Мир, 1973. – 480 с.
20. Колмогоров А.Н., Драгалин А.Г. Введение в математическую логику. – Издательство Московского университета, 1982. – 120 с.
21. Кондаков Н.И. Введение в логику. – М.: Наука, 1967. – 466 с.
22. Куратовский К., Мостовский Л. Теория множеств. – М.: Мир, 1970. – 416 с.
23. Кутасов А.Д. Элементы математической логики. – М.: Просвещение, 1977. – 63с.
24. Кэррол Л. Логическая игра. – М.: Наука, 1991. – 192с.
25. Лавров И.А., Максимова Л.Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
26. Манин Ю.И. Доказуемое и недоказуемое. – М.: Сов.радио, 1979. – 168с.
27. Марков А.А. Элементы математической логики. – Издательство Московского университета, 1984. – 78 с.
28. Никольская И.Л. Математическая логика. – М.: Вища школа, 1981. – 127с.
29. Слупецкий Е., Борковский Л. Элементы математической логики и теории множеств. – М.: Прогресс, 1965. – 368 с.
30. Столл Р.Р. Множества. Логика. Аксиоматические теории. – М.: Просвещение, 1968. – 231 с.

31. Столяр А.А. Элементарное введение в математическую логику. – М.: Просвещение, 1965. – 163с.
32. Успенский В.А. Теорема Геделя о неполноте. – М.: Наука, 1982. – 112 с.
33. Шевченко В.Е. Некоторые способы решения логических задач. – К.: Вища школа, 1979. – 80 с.
34. Шенфильд Д. Математическая логика. – М.: Наука, 1975. – 528с.
35. Эббинхауз Г.-Д., Якобс К., Ман Ф.К., Хермес Г. Машины Тьюринга и рекурсивные функции. – М.: Мир, 1973. – 264 с.
36. Яблонский С.В. Введение в дискретную метематику. – М.: Наука, 1986. – 384 с.