

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра математичного моделювання та штучного інтелекту (№ 304)  
(назва кафедри)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова НМК



М. С. Зряхов

« 30 » 08 2019 р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Теорія алгоритмів та математична логіка

(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** 11 «Математика та статистика», 12 «Інформаційні технології»

(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:** 113 «Прикладна математика», 122 «Комп'ютерні науки»,  
124 «Системний аналіз»

(код та найменування напрямку підготовки)

**Освітня програма:** «Математичне та комп'ютерне моделювання»,  
«Обчислювальний інтелект», «Інтелектуальні системи та технології»,  
«Системний аналіз і управління»

(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Харків 2019 рік**

Робоча програма «Теорія алгоритмів та математична логіка»  
(назва дисципліни)  
 для студентів за спеціальністю 113 «Прикладна математика»,  
122 «Комп'ютерні науки», 124 «Системний аналіз»  
 освітніми програмами «Математичне та комп'ютерне моделювання»,  
«Обчислювальний інтелект», «Інтелектуальні системи та технології»,  
«Системний аналіз і управління»


«28» серпня 2019 р. – 10 с.

Розробник: Москович І. В., асистент кафедри 304

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступень та вчене звання)

Скоб Ю. О., доцент кафедри 304, к. т. н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступень та вчене звання)

  
(підпис)


Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри математичного  
моделювання та штучного інтелекту

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2019 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.

(наукова ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

А. Г. Чухрай  
(ініціали та прізвище)

### 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників  | Галузь знань, напрям підготовки, рівень вищої освіти  | Характеристика навчальної дисципліни     |
|--|---|--|
|  |   | Денна форма навчання                     |
| Кількість кредитів – 4   | <b>Галузь знань</b><br><u>11 «Математика та статистика»,</u><br><u>12 «Інформаційні технології»</u><br><small>(шифр та найменування)</small><br><br><b>Спеціальність</b><br><u>113 «Прикладна математика», 122 «Комп'ютерні науки»,</u><br><u>124 «Системний аналіз»</u><br><small>(код та найменування)</small><br><br><b>Освітня програма</b><br><u>«Математичне та комп'ютерне моделювання»,</u><br><u>«Обчислювальний інтелект», «Інтелектуальні системи та технології»,</u><br><u>«Системний аналіз і управління»</u><br><small>(найменування)</small><br><br><b>Рівень вищої освіти:</b><br><u>перший (бакалаврський)</u> | Цикл обов'язкової професійної підготовки |
| Модулів – 2  |   | <b>Навчальний рік</b>                    |
| Змістових модулів – 2  |   | 2019/ 2020                               |
| Індивідуальне завдання - розрахункова робота   |   | <b>Семестр</b>                           |
| Загальна кількість годин: денна – 56/120   |   | 2-й                                      |
|  |   | <b>Лекції</b>                            |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 3,5<br>самостійної роботи студента - 4 | 32 год.   |  |
|  | <b>Практичні, семінарські</b>   |  |
|  | 24 год.   |  |
|  | <b>Лабораторні</b>  |  |
|  | –   |  |
|  | <b>Самостійна робота</b>  |  |
| 64 год.  |   |  |
| <b>Індивідуальна робота</b>  |   |  |
| –  |   |  |
| <b>Вид контролю</b>  |   |  |
| модульний контроль, іспит  |   |  |

#### Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 56/64.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Теорія алгоритмів та математична логіка» є усвідомлення основних положень двійкової логіки, вміння алгебраїзувати висловлення, придбання студентами знань про основні положення побудови формальних теорій та методів формалізації процесу доведення теорем, формування навичок роботи з логічними виразами, створення програм для побудови таблиць істини, мінімізації булевих функцій, моделювання арифметичних дій зведенням до дій булевої алгебри.

**Завданням** навчальної дисципліни «Теорія алгоритмів та математична логіка» є набуття компетенцій, знань, умінь та навиків на рівні новітніх досягнень у математичній логіці та теорії алгоритмів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### знати:

- основні положення двійкової логіки та дії над висловлюваннями;
- структуру булевих функцій, таблиці істини;
- основні принципи побудови формальних теорій;
- принципи моделювання арифметичних операцій на базі дій булевої алгебри;
- етапи мінімізації булевих функцій;
- етапи формального доведення теорем формальних теорій;
- основні підходи до теорії алгоритмів;
- структуру програм для машини Тюрінга, машини з необмеженими ресурсами;
- структуру рекурсивного означення функцій;
- основні положення теорії автоматів.

### вміти:

- змоделювати складний вислів у вигляді булевої функції;
- змоделювати послідовність арифметичних операцій у вигляді послідовності дій над логічними змінними;
- мінімізувати булеву функцію за методом Квайна-Мак-Класкі;
- запрограмувати побудову таблиці істини для заданої булевої функції;
- змоделювати булеву функцію у вигляді релейно-контактної схеми;
- алгоритмізувати процес доведення найпростіших формальних теорем;
- скласти програми обчислення функцій засобами машини з необмеженими ресурсами та машини Тюрінга;
- давати уявлення функцій, які підлягають обчисленню, у вигляді рекурсивної процедури;
- будувати таблицю та граф кінцевого автомату за схемою його праці;
- мінімізувати кінцевий автомат;
- оптимізувати алгоритми.

### мати уявлення:

- про класифікацію формальних теорій в цілому, теорему Геделя про неповноту;
- про сучасний стан теорії моделювання алгебраїчних операцій, зокрема, про моделювання алгебраїчних операцій на базі послідовності Фібоначчі;
- про основні проблеми багатозначної логіки;
- про теорію граматики автоматних мов.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1.

#### Змістовий модуль 1. Історія розвитку логіки та її математизація. Булева алгебра.

**Тема 1.** Введення. Математична логіка.

Мета та актуальність курсу математичної логіки. Предмет, ціль, задачі та зміст курсу.

Виникнення та розвиток логіки. Формальна логіка. Мова логіки висловлень. Висловлення; істина та хибність, складене висловлення, рівносильність висловлень. Операції над висловленнями.

**Тема 2.** Булева алгебра. Основні функції алгебри логіки та логічні операції.

Пропозиційна логіка. Логічні зв'язки, їх властивості. Формули логіки висловлень. Таблиці істинності. Тавтології, суперечності та виконувані формули. Рівносильні формули. Закони логіки висловлень.

Теорія нормальних форм для булевих функцій. Досконала диз'юнктивна нормальна форма. Досконала кон'юнктивна нормальна форма. Багаточлен Жегалкіна. Теорема Жегалкіна. Представлення функції у вигляді багаточлена Жегалкіна. Мінімізація булевих функцій. Метод Куайна — Мак-Класкі.

Класи булевих функцій. Повнота та замкненість класів булевих функцій. Теорема (критерій) Поста. Важливіші замкнені класи.

**Тема 3.** Релейно-контактні схеми.

Застосування булевих функцій у теорії релейно-контактних схем. Аналіз і синтез релейно-контактних схем. Застосування алгебри логіки для моделювання арифметичних операцій. Напівсуматор. Повний двійковий суматор. Арифметичне додавання чисел з використанням повного двійкового суматора.

**Модульний контроль.**

**Змістовий модуль 2. Логіка предикатів. Теорія алгоритмів.**

**Тема 4.** Логіка предикатів.

Формальні теорії. Предикати. Числення предикатів.

**Тема 5.** Теорія алгоритмів.

Предмет, ціль та зміст курсу теорії алгоритмів. Поняття алгоритму. Рекурсія. Машина Тюрінга. Скінченні автомати. Деякі класичні алгоритми сортування та лінійного пошуку.

**Модульний контроль.**

**Модуль 2.**

Індивідуальне завдання – розрахункова робота.

Контрольний захід.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем  | Кількість годин |              |           |     |      |           |
|--|-----------------|--------------|-----------|-----|------|-----------|
|  | денна форма     |              |           |     |      |           |
|  | усього          | у тому числі |           |     |      |           |
| л  |                 | п            | лаб       | інд | с.р. |           |
| 1  | 2               | 3            | 4         | 5   | 6    | 7         |
| <b>Модуль 1</b>  |                 |              |           |     |      |           |
| <b>Змістовний модуль 1. Історія розвитку логіки та її математизація. Булева алгебра.</b> |                 |              |           |     |      |           |
| Тема 1. Введення. Математична логіка.  | 10              | 4            | 2         |     |      | 4         |
| Тема 2. Булева алгебра. Основні функції алгебри логіки та логічні операції.              | 32              | 10           | 6         |     |      | 16        |
| Тема 3. Релейно-контактні схеми  | 22              | 6            | 6         |     |      | 10        |
| <b>Модульний контроль</b>  | 2               | 2            |           |     |      |           |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>  | <b>66</b>       | <b>22</b>    | <b>14</b> |     |      | <b>30</b> |
| <b>Змістовний модуль 2. Логіка предикатів. Теорія алгоритмів.</b>                        |                 |              |           |     |      |           |
| Тема 4. Логіка предикатів.   | 16              | 4            | 4         |     |      | 8         |
| Тема 5. Теорія алгоритмів.   | 22              | 4            | 6         |     |      | 12        |
| <b>Модульний контроль</b>  | 2               | 2            |           |     |      |           |
| <b>Разом за змістовим модулем 2</b>  | <b>40</b>       | <b>10</b>    | <b>10</b> |     |      | <b>20</b> |
| <b>Модуль 2</b>  |                 |              |           |     |      |           |
| Розрахункова робота  | 14              |              |           |     |      | 14        |
| <b>Контрольний захід</b>   |                 |              |           |     |      |           |
| <b>Усього годин</b>  | <b>120</b>      | <b>32</b>    | <b>24</b> |     |      | <b>64</b> |

#### 5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1     |            |                 |
| 2     |            |                 |
| ...   |            |                 |

#### 6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1.    | Спрощення виразів, використовуючи закони алгебри логіки.               | 2               |
| 2.    | Встановити еквівалентність логічних виразів.                           | 2               |
| 3.    | Побудова ДДНФ та ДКНФ по таблиці істинності.                           | 4               |
| 4.    | Побудова полінома Жегалкіна по таблиці істинності.                     | 4               |
| 5.    | Мінімізація булевої функції методом Куайна — Мак-Класкі.               | 4               |
| 6.    | Побудова (синтез) релейно-контактних схем.                             | 4               |
| 7.    | Додавання двійкових чисел з використанням повного двійкового суматору. | 4               |
|       | <b>Разом</b>   | <b>24</b>       |

#### 7. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
|-------|------------|-----------------|

|     |  |  |
|-----|--|--|
| 1   |  |  |
| 2   |  |  |
| ... |  |  |

## 8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1.    | Мова логіки висловлень. Закони алгебри логіки.                           | 2               |
| 2.    | Закони алгебри логіки.   | 4               |
| 3.    | Нормальні форми для булевих функцій. ДДНФ та ДКНФ.                       | 4               |
| 4.    | Поліном Жегалкіна.   | 4               |
| 5.    | Мінімізація булевих функцій. Метод Куайна — Мак-Класкі.                  | 6               |
| 6.    | Релейно-контактні схеми. Повний двійковий суматор.                       | 6               |
| 7.    | Арифметичне додавання чисел з використанням повного двійкового суматора. | 6               |
| 8.    | Формальні теорії. Числення предикатів.                                   | 6               |
| 9.    | Поняття алгоритму. Рекурсія.   | 6               |
| 10.   | Машина Тюрінга. Скінченні автомати.                                      | 6               |
| 11.   | Виконання розрахункової роботи.  | 14              |
|       | <b>Разом</b>   | <b>64</b>       |

## 9. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота на тему «Розробка консольного додатку на мові C++ для реалізації операції додавання методом моделювання суматорів».

Розробити консольну програму мовою C++ з використанням функцій. Реалізувати операції множення та переведення чисел з десяткової системи в двійкову, використовуючи операцію додавання методом моделювання суматорів.

## 10. Методи навчання

- Пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) метод та метод проблемного виконання (лекційні заняття).
- Репродуктивний (лабораторні роботи).
- Частково-пошуковий (евристичний) та дослідницький (самостійна робота та виконання розрахункової та розрахунково-графічної робіт).

## 11. Методи контролю

Визначення рівня засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточних і підсумкових контролів. У завдання поточного контролю входить систематична перевірка розуміння й засвоєння студентом програмного матеріалу, виконання лабораторних робіт, уміння самостійно проробляти тексти складання конспектів, написання звітів, здатності усно або письмово представляти певний матеріал. Перед підсумковим контролем ставиться завдання перевірки глибини засвоєння студентом програмного матеріалу дисципліни, логіки й взаємозв'язки між її окремими розділами, здатності творчо використати придбані знання, уміння сформулювати своє відношення до проблеми, що впливає зі змісту дисципліни.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання для одержання позитивної оцінки)

| Складові навчальної роботи              | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|---|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Змістовний модуль 1</b>              |                                 |                            |                         |
| Виконання і захист лабораторних робіт   | 3...5                           | 4                          | 12...20                 |
| Модульний контроль                      | 12...20                         | 1                          | 12...20                 |
| <b>Змістовний модуль 2</b>              |                                 |                            |                         |
| Виконання і захист лабораторних робіт   | 3...5                           | 3                          | 9...15                  |
| Модульний контроль                      | 12...20                         | 1                          | 12...20                 |
| Виконання і захист розрахункової роботи | 15...25                         | 1                          | 15...25                 |
| <b>Усього за семестр</b>                |                                 |                            | <b>60...100</b>         |

Семестровий контроль іспит проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з

| Номер питання   | Теоретичні питання |    | Практичні питання |    |
|-----------------|--------------------|----|-------------------|----|
|                 | 1                  | 2  | 3                 | 4  |
| Кількість балів | 20                 | 30 | 20                | 30 |
| <b>Всього</b>   | <b>50</b>          |    | <b>50</b>         |    |

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні положення двійкової логіки та дії над висловлюваннями;
- структуру булевих функцій, таблиці істини;
- принципи моделювання арифметичних операцій на базі дій булевої алгебри;
- етапи мінімізації булевих функцій;
- етапи формального доведення теорем формальних теорій;
- основні підходи до теорії алгоритмів;
- основні положення теорії автоматів.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки

- мінімізувати булеву функцію;
- запрограмувати побудову таблиці істини для заданої булевої функції;
- змодельовати булеву функцію у вигляді релейно-контактної схеми;
- алгоритмізувати процес доведення найпростіших формальних теорем;
- мінімізувати кінцевий автомат.



### 12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання. Знати основні положення двійкової логіки та дії над висловлюваннями. Вміти запрограмувати побудову таблиці істини для заданої булевої функції. Знати етапи мінімізації булевих функцій, основні положення теорії автоматів.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти використовувати методи мінімізації булевих функцій, моделювати булеву функцію у вигляді релейно-контактної схеми, знати принципи моделювання арифметичних операцій на базі дій булевої алгебри.

**Відмінно (90 - 100).** Повно знати основній та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти самостійно створювати програмні рішення для реалізації завдань в лабораторних роботах і розрахунковій роботі.

#### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

| Сума балів | Оцінка за традиційною шкалою  |               |
|------------|-------------------------------|---------------|
|            | Іспит, диференційований залік | Залік         |
| 90 – 100   | Відмінно                      | Зараховано    |
| 75 – 89    | Добре                         |               |
| 60 – 74    | Задовільно                    |               |
| 0 – 59     | Незадовільно                  | Не зараховано |

### 13.Методичне забезпечення

Навчально-методичний комплекс дисципліни, який включає в себе:

- робоча програма дисципліни;
- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки та рекомендації для виконання курсових робіт та проектів, розрахункових та розрахунково-графічних робіт, лабораторних та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- тематики індивідуальних завдань;
- приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання, тести для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів.

## 14. Рекомендована література

### Базова

1. Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов. М. “Техносфера”, 2018. – 400 с.
2. Бондаренко М.Ф., Білоус Н.В., Руткас А.Г. Комп'ютерна дискретна математика. Харків: “Компанія СМІТ”, 2004. - 480 с.
3. Новиков Ф.А.. Дискретн. математ. для программистов. С-П.: “Питер”, 2000. – 304 с.
4. Яблонский С.В.. Введение в дискретную математику. М.:”Наука”, 1986. – 384 с.
5. Романовский И.В. Дискретный анализ. Н.Д., 1999.-208 с.
6. Кузнецов О.Г., Адельсон-Вельский Г.М. Дискретная математика для инженера. М.: Энергоатомиздат. 1980. – 479 с.
7. Трохимчук Р.М. Основи дискретної математики. Практикум. / К.: МАУП. 2004. – 164 с.
8. Алферова З.В. Теория алгоритмов / М.: «Статистика», 1973. – 164 с.
9. Лавров И.А., Максимова Л.Л. Задачи по теории математической логике и теории алгоритмов / М.: Ф-М. Лит. 1975. – 240 с.
10. Морозова О.И., Чернышев Ю.К. Применение ЭВМ для решения задач математической логики и теории алгоритмов. Учебное пособие / Х.: ХАИ. 2010. – 70 с.
11. Колодяжный В.М., Сироджа И.Б. Введение в дискретную. математику. Учебное пособие /Х.: ХАИ, Часть 1. 1999. – 160 с.
12. Колодяжный В.М., Сироджа И.Б. Введение в дискретную. математику. Учебное пособие /Х.: ХАИ, Часть 2. 1999. – 204 с.
13. Сироджа И.Б. Математическая логика и теория алгоритмов. Учебное пособие / Х.: ХАИ. 2001. – 144 с.

### Допоміжна

1. Клини С.К. Математическая логика. М.:Мир, 1973. – 480 с.
2. Столл Роберт. Множества. Логика.Аксиомат. теории. М.:Просвещение, 1968. – 231 с.
3. Чёрч А. Введение в математическую логику. М.:ИЛ, 1967.- 224 с.
4. Рвачев В.Л. Методы алг. логики в математич. физике. К.: Наук.думка, 1974.- 259 с.
5. Лыскова В.Ю., Ракитина Е.А. Логика в информатике. М.: ЛБЗ, 2001-160 с.
6. Акимов О.А. Дискретная математика. Логика. Группы. Графы / М.: Лаб. Баз. Знаний. 2001. – 376 с.

## 15. Інформаційні ресурси

1. <http://www.cplusplus.com/reference/> - довідковий сайт мови програмування C++.