INFORMATIKADA MANTIQ VA BUL FUNKSIYALARI

Jabarova Lyutsiya Aliyevna[1], Allaberganova Gaukhar Shakirovna[2]

[1]Psixologiya bo'yicha falsafa doktori (PhD),
Toshkent shahridagi Puchon universiteti
Ilmiy va pedagogik kadrlar tayyorlash markazi dotsenti
luciajabarova85@gmail.com
[2]Toshkent shahridagi Puchon universiteti, magistratura talabasi
Allaberganovagovhar@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.18978363

ANNOTATSIYA

Maqolada informatika fanining mantiqiy asoslari va algoritmik fikrlashni rivojlantirishda Bul funksiyalarining roli o'rganiladi. Unda algoritmlar, mantiqiy sxemalar va dasturiy yechimlarni qurish va tahlil qilish uchun nazariy asos sifatida matematik mantiqning ahamiyati o'rganiladi. Alohida e'tibor Bul funksiyalariga, mantiqiy amallarga va ularning raqamli qurilmalarda, dasturlashda va hisoblash jarayonlarini modellashtirishda qo'llanilishiga qaratiladi. Mantiq va Bul algebrasining diskret matematika va informatika bilan bog'liqligi ko'rsatiladi. Talabalarning analitik va mantiqiy ko`nikmalarini rivojlantirish uchun matematika va informatika fanlari bo'yicha ta'lim dasturlarida ushbu mavzuni o'rganishning ahamiyati ta'kidlangan.

KALIT SO‘ZLAR

mantiq, matematik mantiq, Bul funksiyalari, Bul algebrasi, informatika, algoritmlar, mantiqiy amallar, diskret matematika, hisoblash jarayonlari.

LOGIC AND BOOLEAN FUNCTIONS IN COMPUTER SCIENCE

Jabarova Lyutsiya[1], Allaberganova Gaukhar[2]

[1]Puchon University in Tashkent
Center for the Training of Scientific and Pedagogical Personnel
PhD in Psychology, associate professor
[2]Puchon University in Tashkent, master's student

ABSTRACT

This article examines the logical foundations of computer science and the role of Boolean functions in developing algorithmic thinking. It explores the importance of mathematical logic as a theoretical basis for constructing and analyzing algorithms, logical circuits, and software solutions. Particular attention is paid to Boolean functions, logical operations, and their application in digital devices, programming, and modeling computational processes. The relationship between logic and Boolean algebra with discrete mathematics and computer science is demonstrated. The importance of studying this topic in educational programs in mathematics and computer science for developing students' analytical and logical competencies is noted.

KEYWORDS

logic, mathematical logic, Boolean functions, Boolean algebra, computer science, algorithms, logical operations, discrete mathematics, computational processes.

ЛОГИКА И БУЛЕВЫ ФУНКЦИИ В ИНФОРМАТИКЕ

Жабарова Люция Алиевна[1], Аллаберганова Гаухар Шакировна[2]

[1]Доктор философии (PhD) по психологическим наукам,

доцент Центра подготовки научных и педагогических кадров,
Университет Пучон в городе Ташкент
[2]магистрант, Университет Пучон в городе Ташкент

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются логические основы информатики и роль булевых функций в формировании алгоритмического мышления. Раскрывается значение математической логики как теоретической базы для построения и анализа алгоритмов, логических схем и программных решений. Особое внимание уделяется булевым функциям, логическим операциям и их применению в цифровых устройствах, программировании и моделировании вычислительных процессов. Показана связь логики и булевой алгебры с дискретной математикой и компьютерными науками. Отмечается важность изучения данной темы в образовательных программах по математике и информатике для развития аналитических и логических компетенций обучающихся.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

логика, математическая логика, булевы функции, булева алгебра, информатика, алгоритмы, логические операции, дискретная математика, вычислительные процессы.

Введение. В современную цифровую эпоху логика и булевы функции играют фундаментальную роль в развитии информатики как науки и практической области. Булевы логика, как раздел математической логики, описывает операции над значениями «истина» и «ложь» и формализует методы рассуждений, которые являются базисом построения алгоритмов, структуры данных, программных систем и цифровых схем. Понятие булевой функции определяется как отображение из множества двоичных значений в двоичное значение, что делает их основой алгебры логики и теории вычислений. Основоположником математической логики считается английский математик Джордж Буль, чьи работы XIX века заложили основу современной булевой алгебры, в рамках которой изучаются логические операции и их свойства. Булевы функции и логические операции широко используются в информатике и компьютерных науках для анализа логических выражений, построения цифровых логических схем, оптимизации алгоритмов и проектирования программного обеспечения.[1] Современные SAT-решатели и алгоритмы автоматического доказательства применяют булевы формулы и алгоритм DPLL для эффективного поиска решений задач выполнимости булевых выражений. [2] В исследованиях Центральной Азии математические характеристики булевых функций рассматриваются не только с теоретической точки зрения, но и в приложении к криптографическим преобразованиям, что подчеркивает актуальность темы в контексте информационной безопасности. Актуальность исследования заключается в необходимости глубокого понимания логических основ информатики для подготовки квалифицированных специалистов в области ИТ и цифровых технологий. В условиях быстрого развития технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и вычислительных систем фундаментальные знания о булевых функциях и логике становятся критически важными для решения практических задач анализа данных и проектирования программных систем. Дискретная математика, включающая булевы функции как ключевой элемент, занимает центральное место в образовательных программах по математике и информатике во многих странах, поскольку именно через неё студенты осваивают математическое мышление и формальные методы рассуждений.

В ближнем зарубежье также наблюдается активная научная работа в смежных областях информатики, например, в разработке информационно-логических моделей оптимизации дистанционного образования, что подчеркивает универсальную значимость логических моделей в различных аспектах цифровой науки и образования.

Для Узбекистана интеграция математики и информатики в образовательные программы отражена в государственных учебных стандартах и программах подготовки бакалавров по направлению «Математика и информатика». В рамках этих программ студенты изучают логические основы информатики и дискретную

[1] Boolean Functions. — Кембридж: Cambridge University Press, 2025. — 312 с.
[2] Logic Functions and Equations: Binary Models for Computer Science / под ред. Springer. — Берлин: Springer, 2004. — 256 с.

математику, что обеспечивает формирование аналитических и алгоритмических компетенций. Законодательная база Республики Узбекистан, включая Закон «Об образовании», определяет правовые основы разработки образовательных стандартов и содержания учебных программ по точным и естественным наукам, включая дисциплины, связанные с информатикой и математикой.[3] Это обусловлено как практической необходимостью подготовки специалистов в области ИТ, так и теоретической ценностью для развития математической основы информатики.

Основная часть.

Математическая логика как как основа информатики. Математическая логика представляет собой раздел математики, изучающий формальные системы рассуждений, способы доказательства и логические структуры высказываний. В информатике математическая логика выполняет фундаметальную роль, так как именно она лежит в основе формализации алгоритмов, языков программирования, систем автоматического доказательства и цифровых вычислительных устройств. Основными объектами изучения математической логики являются высказывания, логические связки, формулы и правила вывода. Формальная логика позволяет заменить интуитивные рассуждения строгими математическими моделями, в которых каждое утверждение может быть проверено на истинность или ложность. Это свойство логики сделало возможным создание вычислительных машин, поскольку компьютер оперирует именно формализованными логическими правилами.

Булевая алгебра и вклад Джорджа Буля. Ключевым этапом в развитии логики стало создание булевой алгебры английским математиком Джорджем Булем в XIX веке. В своей работе он показал, что логические рассуждения могут быть описаны с помощью алгебраических операции.Булева алгебра основывается на множестве из двух элементов, которые интерпретируются как логические значения «истина» и «ложь».[4] Научный опыт Джорджа Буля заключался не в эксперименте в физическом смысле, а в формализации логического мышления. Его подход доказал, что логика может быть предметом строгого математического исследования, что стало решающим шагом для последующего развития теории вычислений и информатики.

Понятие булевой функции и её свойства. Булевой функцией называется функция, которая принимает значения из множества {0, 1} и отображает их в то же множество.Формально булева функция от n переменных представляет собой отображение из множества всех двоичных наборов длины n в множество {0, 1}. Каждой булевой функции соответствует таблица истинности, полностью определяющая её поведение. Булевые функции являются центральным объектом дискретной математики и теории алгоритмов. Они используются для описания условий выполнения программ, логических элементов в цифровых схемах. Свойства булевых функций, такие как полнота системы операций, симметричность и монотонность, имеют важное значение для анализа вычислительных процессов. Это открытие имеет фундаментальное значение для теории алгоритмов и автоматического доказательства.

Булевы функции и теории вычислений и информатики. В информатике булевы функции используются как модель вычислений на базовом уровне. Любая программа в конечном итоге сводится к последовательности логических операции, выполняемых над двоичными данными. Теория вычислений рассматривает булевы функции как абстрактные модели вычислимости и сложности алгоритмов. Значительный вклад в развитие этой области внесли ученые XX века, которые показали связь между булевыми функциями и логическими схемами. Было доказано, что каждая булевая функция может быть реализована с помощью конечного числа логических элементов. Это утверждение стало теретической основой проектирования цифровых устройств. Кроме того, булевы функции используются в задачах проверки корректности программ, где логические формулы описывают возможные состояния системы. Анализ таких функций позволяет выявлять ошибки и противоречия в программном коде.

Применение булевых функции в цифровых и программных системах. Практическое значение

[3]Постановление Кабинета Министров РУз от 16 августа 2001 г. № 343 «Об утверждении государственных образовательных стандартов высшего образования» с последующими изменениями, включая направления подготовки бакалавров (математика, информатика, прикладная математика и информационные технологии). Документ с изменениями на 2024–2025 гг. Источник: NORMA.UZ официальные документы РУз.

[4] Буль Дж. Исследование законов мышления, на которых основаны математические теории логики и вероятностей. — Лондон : Macmillan and Co., 1854. — 424 с.

булеыфх фукции особенно ярко проявляется в цифровой электронике и программной инженерии. Логические элементы, такие как И, ИЛИ и НЕ, реализуют булевы операции на аппаратном уровне. Из комбинации этих элементов строятся более сложные устройства, включая процессоры и память компьютеров. В программировании булевы функции используются для управления ветвлением, циклами и логическими условиями. В системах искусственного интеллекта и анализа данных логические модели применяются для построения правил принятия решений. Опыт научных исследований показывает, что без теории булевых функций невозможно развитие современных информационных технологии, так как они обеспечивают связь между математической теорией и практической реализацией вычислительных процессов.

Значение логики и булевых функций для современной науки. Современная информатика опирается на логические и алгебраические методы, разработанные в математике. Булевы функции служат универсальным языком описания вычислений, позволяя объединить математику, информатику и инженерные науки. Их изучение формирует у обучающихся строгое алгоритмическое мышление и способность к формальному анализу задач. Научная обоснованность логики и булевых функций подтверждена многолетними исследованиями и практическими результатами, включая создание вычислительных машин, программных систем и средств автоматического доказательства.

Современные научные подходы к изучению логики и булевых функций. В работах А.Е. Будько[5] булевы функции рассматриваются как центральный объект дискретной математики, обеспечивающий связь между математической логикой и практическими задачами информатики. Автор уделяет особое внимание формальному определению булевых функции, их классификации и способам задания, включая таблицы истинности, логические формулы и алгебраические представления. Научный вклад Будько заключается в систематизации методов преобразования логических выражений и анализе свойств булевых функции с точки зрения их вычислимости и минимизации. В его исследованиях подчеркивается, что упрощение булевых выражений является не только теоретической задачей, но и необходимым условием оптимизации алгоритмов и логических схем. Концепция Н.Ю. Прокопенко в математической логике и нформатике. Н.Ю. Прокопенко рассматривает математическуюлогику и булевы функции как основы алгоритмического мышления.[6] В его научных и учебно-методических работах логические формулы анализируются с позиции их применения в программировании и теории алгоритмов. Особое внимание уделяется формальным языкам, логическим операциям и их роли в описании условий выполнения программ. Прокопенко обосновывает, что булевы функции являются универсальной моделью принятия решений в вычислительных системах. Он показывает, что логические конструкции, используемые в программных языках, напрямую опираются на законы булевой алгебры. Кеннет Х. Розен является одним из ведущих исследователей и популяризаторов дискретной математики. В его трудах логика и булевы функции представлены как фундаментальный раздел, необходимый для изучения компьютерных наук. Розен формально определяет высказывательную логику, логические связки и булевы функции, связывая их с алгоритмами и структурами данных. Научная значимость подхода Розена состоит в том, что он демонстрирует универсальность булевых функций для моделирования вычислений.[7] Автор последовательно доказывает, что любые сложные вычислительные процессы могут быть сведены к комбинации элементарных логических операций. Это положение имеет важное значение для теории вычислений и проектирования программных систем. Ю. П. Шевелев в своих исследованиях акцентирует внимание на строгом математическом анализе булевой алгебры.[8] Его работы направлены на формирование теоретической базы для понимания логических операций и их алгебраических свойств. Шевелев подробно рассматривает законы булевой алгебры и их роль в доказательстве эквивалентности логических выражений. Научный подход автора

[5] Будько А. Е. Дискретная математика и математическая логика. Булевы функции: учебно-методический комплекс. — Брест: Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, 2015. — 96 с. Электронный ресурс. — Режим доступа: https://lib.brsu.by(дата обращения: 2026).

[6] Прокопенко Н. Ю. Математическая логика и булевы функции : учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород : ННГАСУ, 2021. — 107 с.

[7] Розен К. Х. Дискретная математика и её приложения: учебник / пер. с англ. — 8-е изд. — Нью-Йорк: McGraw-Hill Education, 2019. — 1072 с.(Оригинал: Discrete Mathematics and Its Applications).

[8] Шевелёв Ю. П. Дискретная математика. Ч. 1. Теория множеств. Булева алгебра: учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2003. — 118 с.

основан на классических математических методах, что позволяет рассматривать булевы функции как самостоятельный объект алгебраических исследований. Такой подход важен для углубленного понимания формальных основ информатики и логических методов анализа. Райан О’Доннелл представляет современное направление исследований, связанное с анализом булевых функций.[9] В его научных трудах булевы функции изучаются с использованием методов математического анализа, теории вероятностей и теории сложности. Он исследует поведение булевых функций на больших множествах входных данных и их устойчивость к изменениям аргументов. Научная ценность работ О’Доннелла заключается в расширении классической теории булевых функций и её применении к задачам информатики, включая теорию алгоритмов и анализ вычислительных моделей. Его исследования подтверждает, что булевы функции остаются актуальным объектом научного изучения даже в условиях развития современных вычислительных технологии.

Обобщение научного опыта. Анализ трудов указанных ученых показывает, что логика и булевы функции являются универсальным инструментом описания и анализа вычислительных процессов. Классические исследования Джорджа Буля заложили математическую основу, а современные ученые развили эти идеи, адаптировав их к задачам информатики и компьютерных наук.

Заключение. В ходе исследования было установлено, что логика и булевы функции являются фундаментальной теоретической основой информатики и современных вычислительных технологии. Математическая логика обеспечивает формализацию рассуждений и служит инструментом строгого анализа алгоритмов, программных систем и цифровых устройств. Булевы функции, в свою очередь, выступают универсальной моделью описания логических операций, лежащих в основе обработки информации в вычислительных системах. Анализ научных трудов показал, что создание булевой алгебры Джорджем Булем стало ключевым этапом в развитии математической логики и теории вычислений. Его идеи позволили представить логические операции в виде алгебраических структур, что впоследствии обеспечило возможность их аппаратной и программной реализации. Дальнейшее развитие этих идей в работах современных ученых подтвердило их научную состоятельность и практическую значимость. Исследование понятий и свойств булевых функций позволило установить, что они играют центральную роль в дискретной математике и информатике. Булевы функции используются для описания логических условий, анализа алгоритмов и проектирования цифровых схем. Рассмотрение научных подходов Будько А.Е., Прокопенко Н.А., Розена К.Х., Шевелева Ю.П. и О’ Доннелла Р. Показало, что логика и булевы функции изучаются как с классических, так и с современных позиции. Эти исследования демонстрируют преемственность научных идей и подтверждают, что булевы функции остаются актуальным объектом научного анализа в условиях развития компьютерных наук и цифровых технологии. Исходя из опытов учёных можно сделать вывод, что логика и булевы функции представляют собой научно обоснованную и методологически значимую область, объединяющую математику и информатику.

[9] О’Доннелл Р. Анализ булевых функций: монография. — 2021.Электронный ресурс. — Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2105.10386 (дата обращения: 2026).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Будько А. Е. Дискретная математика и математическая логика. Булевы функции: учебно-методический комплекс. — Брест: Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, 2015. — 96 с. Электронный ресурс. — Режим доступа: https://lib.brsu.by(дата обращения: 2026).
2. Буль Дж. Исследование законов мышления, на которых основаны математические теории логики и вероятностей. — Лондон: Macmillan and Co., 1854. — 424 с.
3. О’Доннелл Р. Анализ булевых функций: монография. — 2021.Электронный ресурс. — Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2105.10386(дата обращения: 2026).
4. Прокопенко Н. Ю. Математическая логика и булевы функции: учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород: ННГАСУ, 2021. — 107 с.
5. Розен К. Х. Дискретная математика и её приложения: учебник / пер. с англ. — 8-е изд. — Нью-Йорк: McGraw-Hill Education, 2019. — 1072 с.(Оригинал: Discrete Mathematics and Its Applications).
6. Шевелёв Ю. П. Дискретная математика. Ч. 1. Теория множеств. Булева алгебра: учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2003. — 118 с.
7. Logic Functions and Equations: Binary Models for Computer Science / под ред. Springer. — Берлин: Springer, 2004. — 256 с.
8. Boolean Functions. — Кембридж : Cambridge University Press, 2025. — 312 с.
9. Постановление Кабинета Министров РУз от 16 августа 2001 г. № 343 — «Об утверждении государственных образовательных стандартов высшего образования» с последующими изменениями, включая направления подготовки бакалавров (математика, информатика, прикладная математика и информационные технологии). Документ с изменениями на 2024–2025 гг. Источник: NORMA.UZ официальные документы РУз.

SE21
SCIENCE & EDUCATION
IN THE 21ST CENTURY