УДК 519.713

Изучение элементов теории автоматов в школьном курсе информатики

Симдянкина Елена Константиновна
Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема
Студент

Научный руководитель:
Лучанинов Дмитрий Васильевич
Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема
старший преподаватель кафедры информационных систем, математики и правовой информатики

Аннотация
В статье рассмотрено изучение элементов теории автоматов в школьном курсе информатики. Кратко описаны основные элементы, без которых невозможно выстроить теорию автоматов. Приведены примеры заданий из государственной итоговой аттестации учащихся основной школы.
Ключевые слова: теория автоматов, теория множеств, булева алгебра, графы, образование, информатика.

The study of elements of the theory of automata in a school course in computer science

Simdyankina Elena Konstantinovna
Sholom-Aleichem Priamursky State University
student

Scientific adviser:
Luchaninov Dmitry Vasilyevich
Sholom-Aleichem Priamursky State University
Senior Lecturer of the Department of Information Systems, Mathematics and Legal Informatics

Abstract
The article discusses the study of elements of the theory of automata in a school course in computer science. The basic elements, without which it is impossible to build a theory of automata, are briefly described. Examples of tasks from the state final certification of primary school students are given.
Keywords: automata theory, set theory, Boolean algebra, graphs, education, computer science.

Теорией автоматов называют раздел теории управляющих систем, который изучает математические модели преобразователей дискретной информации, называемые автоматами. С точки зрения теории управляющих систем такими преобразователями обозначают реальные устройства (автоматы, вычислительные машины, живые организмы и т.п.), и системы абстрактные (такие как аксиоматические теории, формальные системы, и т.д.). Теория автоматов тесно связана с теорией алгоритмов [6].

Автоматом называется управляющая система, которая является конечным автоматом или некоторой его модификацией, получающаяся в результате изменения его компонентов или функционирования. Понятие конечного автомата возникает с середины 20 века вследствие попыток описания на математическом языке функционирования нервных систем, универсальных вычислительных машин и других реальных автоматов. Характерная особенность данного описания – дискретность соответствующих математических моделей и конечность областей значений их параметров.

Многие задачи теории автоматов являются общими для основных видов управляющих систем. К данными задачам относятся задачи анализа и синтеза автоматов, задачи минимизации и полноты, эквивалентных преобразований автоматов и т.п. Задачей анализа называют описание поведения по заданному автомату или по неполным данным о нем и его функционированию, установление тех или иных его свойств. Задачей синтеза, в свою очередь – построение автомата с предварительно заданным поведением или функционированием. Задачей эквивалентных преобразований является поиск системы правил преобразований (полную систему правил) автоматов, удовлетворяющих определенным условиям и позволяющих преобразовывать произвольный автомат в любой эквивалентный ему. Поведением автомата называется математическое понятие, которое описывает взаимодействие автомата с внешней средой.

Понятие автомата служит моделью в различных задачах, исходя из этого применение теории автоматов возможно в разнообразных прикладных и научных исследованиях. Широкие возможности применения этой теории вызывают большой к ее использованию. Теория автоматов безусловно является одним из фундаментальных блоков современной практической и теоретической информатики [6].

К аппарату основных моделей в области информатики относятся понятия теории множеств, булева алгебра, формальная логика высказываний и предикатов, графы, т.е. те разделы информатики, без которых невозможно выстроить теорию автоматов.

Теория множеств – раздел математики, в котором изучаются свойства множеств, преим. бесконечных. Понятие множества, или совокупности, принадлежит к числу исходных математических понятий; оно формально не определяется, но может быть пояснено при помощи примеров. Так, можно говорить о множестве всех книг, составляющих данную библиотеку, множестве всех точек данной линии, множестве всех решений данного уравнения. Книги данной библиотеки, точки данной линии, решения данного уравнения являются элементами соответствующего множества. Чтобы определить множество, достаточно указать характерное свойство его элементов, т. е. такое свойство, которым обладают все элементы этого множества и только они. Может случиться, что данным свойством не обладает вообще ни один объект; тогда говорят, что это свойство определяет пустое множество.

В 1870 году немецкий математик Георг Кантор разработал свою программу стандартизации математики, в рамках которой любой математический объект должен был оказываться тем или иным «множеством» [4].

Круги Эйлера – геометрическая схема, с помощью которой можно изобразить отношения между подмножествами, для наглядного представления.

В курсе Информатики и ИКТ основной и старшей школы рассматриваются такие важные темы как «Основы логики» и «Поиск информации в Интернет». При решении определенного типа задач удобно использовать круги Эйлера (диаграммы Эйлера-Венна) [5].

При изучении темы «Поиск информации в Интернет» рассматриваются примеры поисковых запросов с использованием логических связок, аналогичным по смыслу союзам «и», «или» русского языка. Смысл логических связок становится более понятным, если проиллюстрировать их с помощью графической схемы – кругов Эйлера.

Алгебра логики (булева алгебра) – это раздел математики, изучающий высказывания, рассматриваемые со стороны их логических значений (истинности или ложности) и логических операций над ними. Алгебра логики позволяет закодировать любые утверждения, истинность или ложность которых нужно доказать, а затем манипулировать ими подобно обычным числам в математике.

Алгебра логики определяет правила выполнения операций с логическими величинами, которые могут быть равны только 1 (истина) или 0 (ложь) [2].

Алгебра логики берет свое начало в XIX веке вследствие усилий английского математика Дж. Буля. В начале своего существования булева алгебра не находила никакого практического применения. Тем не менее уже в XX веке ее положения начали применяться в описаниях функционирования и разработках различных электронных схем. Аппарат и законы алгебры логики стали применяться в проектировании разных частей компьютеров (процессор, память). Но это далеко не единственная сфера применения данной науки.

Алгебра логики занимается изучением методов установления истинности или ложности сложных логических высказываний с помощью алгебраических методов и делает это таким образом, что сложное логическое высказывание описывается функцией, в результате вычисления которой получается истина или ложь (1 или 0). Притом аргументы функции (простые высказывания) также имеют только два значения 1 или 0.

К простым логическим высказываниям относятся фразы типа «5.8 является целым числом», «два больше одного». В первом случае мы имеем ложь, а во втором истину.

Простые логические высказывания при образовании сложных связываются между собой таким образом: в естественном языке мы используем различные союзы и другие части речи. Например, «и», «или», «либо», «не», «если», «то», «тогда». Примерами сложных высказываний являются: «она приедет во вторник, либо в среду», «у него есть знания и навыки», «я буду играть тогда, когда сделаю уроки».

Булева алгебра содержит большое количество логических операций. Но из них только три заслуживают особого внимания, потому что с помощью них возможно описать все остальные, таким образом, используя меньше различных устройств при конструировании схем. К таким операциям относятся конъюнкция (и), дизъюнкция (или) и отрицание (не).

Результатом логического умножения будет истина, только если истинны значения обоих величин. Во всех остальных случаях результатом будет ложь. Для обозначения операции логического умножения используют связку «и».

Результатом логического сложения будет ложь, только если обе величины имеют значение ложь. Во всех остальных случаях будет истина. Для обозначения операции логического сложения используют связку «или».

Операция отрицания изменяет значение логической величины на противоположное. Для обозначения операции отрицания используют частицу «не».

Логические операции удобно описывать так называемыми таблицами истинности, отражающими результаты вычислений сложных высказываний при разных значениях исходных простых высказываний.

Связь между алгеброй логики и компьютерами прослеживается в используемой системе счисления. Как известно она двоичная. Исходя из этого в компьютерных устройствах можно хранить и преобразовывать как числа, так и значения логических переменных [1].

Основы булевой алгебры начинают изучаться в 8 классе в теме: «Основы логики: логические величины и формулы», когда учащиеся знакомятся с базами данных.

О теории графов впервые заговорил Эйлер в своем знаменитом рассуждении о Кенигсбергских мостах, рассматривая граф как математическую дисциплину. Тем не менее это рассуждение не нашло применения в течение практически ста лет. Проблемами теории графов заинтересовались только в середине прошлого столетия. Причинами тому послужили изучение бинарных отношений в форме графов и большое количество популярных головоломок.

Теория графов начала активно развиваться в 50-е годы XX века по причине становления кибернетики и развития вычислительной техники, когда началось систематическое изучение графов и их применение при построении вычислительных машин и в теории программирования.

В математической теории графов и информатике граф называют совокупностью объектов со связями между ними. Объекты выступают в роли вершин или узлов графа, а связи между ними дугами или рёбрами.

Графы в информатике являются способом определения отношений в совокупности элементов. Это основные объекты изучения теории графов. Граф включает множество объектов, называемых вершинами или узлами, некоторые пары которых связаны ребрами. Графы в информатике служат математической моделью сетевых структур.

При построении графа могут быть представлены самые разные структуры:

- множество городов (вершины графа) и соединяющие их дороги (ребра графа);
- элементы электрической схемы (вершина) и соединяющие их провода (ребра);
- веб-страницы (вершины) и соединяющие их ссылки (ребра) [7].

Графы предлагаются учащимся 8 класса в качестве дополнительного материала к теме: «Информационное моделирование».

Задания по всем описанным элементам теории автоматов встречаются в материалах государственной итоговой аттестации учащихся основной и средней школы.

Например, задание из ОГЭ, относящееся к алгебре логики: Для какого из данных слов истинно высказывание: НЕ (есть шипящие) И (оканчивается на гласную)? Шипящие звуки – это [ж], [ш], [ч'], [щ’].

1) любовь
2) отвращение
3) забота
4) отчуждённость

Здание по теории множеств: в языке запросов поискового сервера для обозначения логической операции «ИЛИ» используется символ «|», а для логической операции «И» — символ «&».

В таблице 1 приведены запросы и количество найденных по ним страниц некоторого сегмента сети Интернет.

Таблица 1 – Запросы и количество найденных по ним страниц

Запрос	Найдено страниц (в тысячах)
Соль | Перец	4000
Перец	1600
Соль & Перец	300

Какое количество страниц (в тысячах) будет найдено по запросу Соль? Считается, что все запросы выполнялись практически одновременно, так что набор страниц, содержащих все искомые слова, не изменялся за время выполнения запросов.

Пример задания с использованием графов: на рисунке 1 – схема дорог, связывающих города А, Б, В, Г, Д, Е, Ж и К. По каждой дороге можно двигаться только в одном направлении, указанном стрелкой. Сколько существует различных путей из города А в город К, проходящих через город В?

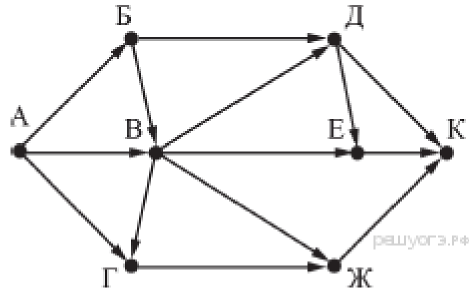

Рисунок 1 – Схема дорог

Таким образом, было рассмотрено изучение элементов теории автоматов в школьном курсе информатики. Кратко описаны основные элементы, без которых невозможно выстроить теорию автоматов. Приведены примеры заданий из государственной итоговой аттестации учащихся основной школы.

Библиографический список

1. Алгебра логики и логические основы компьютера // Планета информатики URL: https://inf1.info/logic (дата обращения: 16.12.2019).
2. Булева алгебра (алгебра логики) // Function-x URL: http://function-x.ru/buleva_algebra.html (дата обращения: 16.12.2019).
3. Графическое изображение понятий с помощью кругов Эйлера. Круг Эйлера // ik-ptz.ru URL: https://ik-ptz.ru/testy-ege---2014-po-russkomu-yazyku/graficheskoe-izobrazhenie-ponyatii-s-pomoshchyu-krugov-eilera-krug.html (дата обращения: 16.12.2019).
4. Пучков Н.П., Ткач Л.И. Теория множеств в курсе «Математика» для гуманитарных специальностей: Учебно-метод. рекомендации. Тамбов: Издательство ТГТУ, 2014. 40 с.
5. Семакин И.Г., Залогова Л.А., Русаков С.В. Информатика: учебник для 8 класса. 6 изд. М.: БИНОМ, 2013. 176 с.
6. Теория автоматов // Большая российская энциклопедия URL: https://bigenc.ru/mathematics/text/1850012 (дата обращения: 13.12.2019).
7. Шалагинова О.Б. Фондовая лекция по дисциплине Прикладная математика по специальности 10.05.05 – Безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере. Тема 6 «Основные понятия и алгоритмы теории графов» – СПб.: СПб ун-т МВД России, 2017. – 22 с.