

И. Е. Белоцерковская, М. Ю. Втюрин,
Нижегородский институт развития образования

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ АЛГОРИТМИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ МАШИНЫ ТЬЮРИНГА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИГРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация

В статье представлены подробные решения нескольких алгоритмических задач на примере машины Тьюринга с подробным описанием формы работы на уроке. Особое внимание уделено описанию игрового способа обучения «Алгоритмизация по машине Тьюринга».

Ключевые слова: алгоритмизация, машина Тьюринга, групповая форма работы, урок информатики.

DOI: 10.32517/2221-1993-2018-17-9-25-27

Контактная информация

Белоцерковская Ирина Ефимовна, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры теории и методики обучения информатике Нижегородского института развития образования; адрес: 603122, г. Нижний Новгород, ул. Ванеева, д. 203; телефон: (831) 417-76-49; e-mail: miran_kaspir@mail.ru

Втюрин Максим Юрьевич, канд. физ.-мат. наук, зав. кафедрой теории и методики обучения информатике Нижегородского института развития образования; адрес: 603122, г. Нижний Новгород, ул. Ванеева, д. 203; телефон: (831) 417-76-49; e-mail: mvtyurin@yandex.ru

I. E. Belotserkovskaya, M. Yu. Vtyurin, Nizhny Novgorod Institute of the Education Development

STUDYING THE BASIS OF ALGORITHMIZATION BY THE EXAMPLE OF THE TURING MACHINE USING GAME TECHNOLOGY

Abstract

The article presents detailed solutions of a few algorithmic problems on the example of the Turing machine with a detailed description of the form of work at the lesson. Particular attention is paid to the description of the game learning method "Presenting algorithm as role game in Turing machine".

Keywords: algorithm, Turing machine, team learning activities, informatics lesson.

Федеральный государственный образовательный стандарт основного образования дает четкие указания учителю на темы и разделы учебного предмета, которые должны изучаться в школьном курсе. Предметные результаты освоения основной образовательной программы основного общего образования по предмету «Информатика», входящему в состав предметной области «Математика и информатика», включают в себя умение писать алгоритмы и решать задачи на составление алгоритмов [4]. Данные предметные результаты находятся на стыке предметов «Математика» и «Информатика», но анализ школьных УМК по информатике показывает, что теме «Основы алгоритмизации» уделяется значительное внимание именно в курсе информатики [3].

При решении любой алгоритмической задачи ученику приходится анализировать и выстраивать этапы решения задачи на компьютере. Для изучения процесса алгоритмизации прибегают к следующим методам:

- представляют алгоритм в виде блок-схемы;
- представляют алгоритм на формальном языке;
- выполняют пошаговое написание программы в режиме трассировки с применением трассировочных таблиц.

Описание алгоритма, поэтапное решение задачи могут вызывать затруднения у учащихся, поэтому применение интерактивных методов позволяет школьникам обучаться на собственном опыте путем специально организованного и регулируемого «проживания» определенной задачи (ситуации). В качестве такого интерактивного метода мы предлагаем использовать на уроке **ролевую игру «Алгоритмизация по машине Тьюринга»**.

Но, прежде чем переходить к описанию методики организации и проведения игры, необходимо познакомиться с машиной Тьюринга как уточненным понятием алгоритма. Машина Тьюринга с примерами хорошо описана в методическом пособии элективного курса «Математические основы информатики» [1].

Машина Тьюринга — это абстрактный исполнитель (абстрактная вычислительная машина), реализующий алгоритмический процесс, предназначенный для детализации представления алгоритма. Он был разработан в 1936 году Аланом Тьюрингом.

В состав машины Тьюринга входят:

- лента, разделенная на ячейки;
- каретка — считающая и записывающая головка;
- программируемый автомат, который представляет собой программу в виде таблицы.

Команды машины Тьюринга:

- запись символа в видимую ячейку;
- перемещение по ленте на один символ (R — вправо, L — влево, N — остаться на месте);
- переход в другое состояние.

Пример ленты машины Тьюринга представлен на рисунке 1. В каждой ячейке ленты может находиться только один символ. Будем считать, что Λ — пустая ячейка. Лента неограниченна, но в рамках рассмотрения нашей задачи мы будем использовать ограниченный участок бесконечной ленты, в случае необходимости записи новых символов можно дополнять ленту ячейками справа и слева.

Λ	a_{20}	a_{12}	a_3	a_5	Λ
-----------	----------	----------	-------	-------	-----------

Рис. 1. Бесконечная лента, разделенная на ячейки

На рисунке 2 представлен программируемый автомат машины Тьюринга, т. е. программа в виде таблицы.

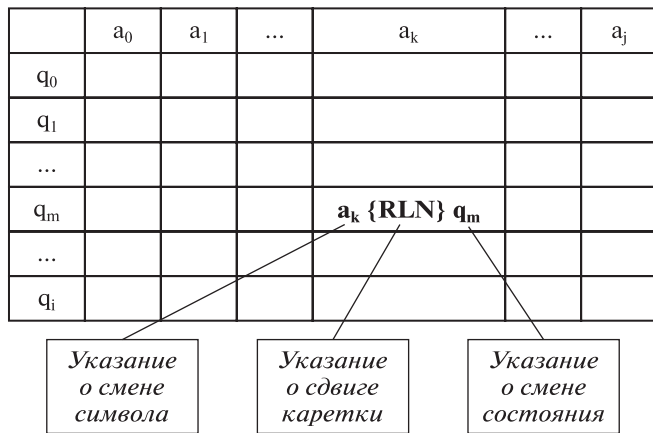


Рис. 2. Программируемый автомат машины Тьюринга

Разберем методику организации и проведения ролевой игры «Алгоритмизация по машине Тьюринга».

У нас будут задействованы следующие роли:

- оператор каретки;
- контролер состояний;
- оператор стирания;
- оператор записи (ввода).

Все остальные участники игры будут являться программой машины Тьюринга.

Обязанности каждой заявленной роли:

- оператор каретки должен перемещать каретку в необходимое место ленты, по определению машины Тьюринга он может двигаться вправо, влево или стоять на месте;
- контролеру состояний доступна для чтения только та ячейка, над которой находится каретка, и он должен оглашать аудитории текущий символ и состояние машины;
- оператор стирания в случае получения от программы команды «стереть» обязан удалить символ с ленты;
- оператор записи (ввода) в случае получения от программы команды «запись символа» обязан взять маркер и написать требуемое значение в той позиции, где находится каретка.

Прежде чем начинать игру, необходимо:

- на доске нарисовать ленту с исходными значениями (символами), а также все состояния машины;
- указать место на ленте, где стоит каретка;
- перечислить на доске состояния машины Тьюринга (для конкретного примера);
- обеспечить наличие у оператора стирания тряпки или губки;
- обеспечить маркером оператора записи;
- раздать аудитории подготовленные карточки для конкретного примера программы машины Тьюринга;
- объяснить контролеру состояний, что ему необходимо оглашать аудитории состояние машины и символ на ленте, над которым стоит каретка.

Дидактическое обеспечение игры «Алгоритмизация по машине Тьюринга».

В качестве раздаточного материала используются карточки.

Общие правила построения карточек.

На карте состояний располагается набор карточек (ячейки, выделенные жирным контуром), которые необходимо нарезать. На каждой карточке по вертикали

напечатаны состояние машины и символ на ленте, над которым стоит каретка; а по горизонтали — программа машины Тьюринга (что делает машина при данном символе и состоянии машины).

В начале игры:

- оператору каретки выдаются два магнита: один магнит он будет перемещать в необходимое место ленты, второй — в нужное состояние машины;
- контролер состояний должен оглашать аудитории текущий символ и состояние машины;
- оператору записи (ввода) предоставляется маркер;
- оператору стирания предоставляется тряпка или губка;
- группа учеников (остальные учащиеся) получает карточку с программой машины Тьюринга.

Контролер состояний зачитывает аудитории текущий символ и состояние машины. Ученик из аудитории, которому попала карточка с объявленным символом и состоянием машины (смотреть на вертикальный текст), оглашает, что необходимо сделать машине Тьюринга (читает текст по горизонтали).

Далее в работу включаются:

- оператор каретки — в случае, если необходимо переместить каретку вправо, влево, а также изменить состояние;
- оператор записи — если необходимо записать символ на ленте;
- оператор стирания — если необходимо стереть символ.

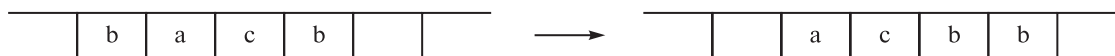
Такой подход позволяет в игре понять написание программы машины Тьюринга.

Рассмотрим формирование карточки на примере задачи 1 (рис. 3).

Условия задач 1 и 2 взяты из учебно-методического пособия [2].

0, q_1	0, R, q_1	1, q_1	1, R, q_1
3, q_1	3, R, q_1	4, q_1	4, R, q_1
6, q_1	6, R, q_1	7, q_1	7, R, q_1
9, q_1	9, R, q_1	Λ , q_2	Λ , L, q_2
1, q_2	2, N, !	3, q_2	3, N, !
4, q_2	5, N, !	5, q_2	6, N, !
7, q_2	8, N, !	8, q_2	9, N, !
0, q_2	1, N, !	5, q_1	5, R, q_1
2, q_1	2, R, q_1	0, q_2	1, N, !
8, q_1	8, R, q_1	6, q_2	7, N, !
3, q_2	4, N, !	9, q_2	0, L, q_2

Рис. 3. Карта состояний для задачи 1

Рис. 4. Пример переноса первого символа непустого слова P в его конец**Задача 1.**

Слово P — это последовательность из десятичных цифр, т. е. запись неотрицательного целого числа в десятичной системе. $A = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ — внешний алфавит (из чего может состоять лента). Требуется получить на ленте запись числа, которое на 1 больше числа P .

Решение.

Алгоритм решения задачи:

1. Перемещаем автомат вправо под последний символ. Когда автомат оказывается на пустой ячейке, возвращаем его назад (перемещаем автомат влево) под последнюю цифру и переводим в состояние q_2 .
2. Прибавляем 1 к той цифре, которую видим в данный момент. Если цифра от 0 до 8, то прибавляем 1 и останавливаемся. Для цифры 9 заменяем на 0 и перемещаем автомат влево, оставаясь в том же состоянии, так как должны выполнить то же самое действие — увеличить на 1 видимую цифру. В случае отсутствия цифры в ячейке при осуществлении сдвига влево записываем в эту ячейку 1 и останавливаемся.

Раздаточный материал для задачи 1 представлен на рисунке 3.

Задача 2.

$A = \{a, b, c\}$. Перенести первый символ непустого слова P в его конец. Пример показан на рисунке 4.

Решение.

Алгоритм решения задачи:

1. В пустом слове P запомнить первый символ, а потом удалить его.
2. Переместить автомат вправо под первую пустую ячейку после слова и вписать в эту ячейку запомненный символ.

Раздаточный материал для задачи 2 представлен на рисунке 5.

Проводя урок по данной теме, учитель подбирает оптимальную, на его взгляд, форму работы с учащимися, и очень часто выбор делается в пользу организации групповой формы работы на уроке информатики. Применяя такую форму работы, учитель ориентирует учащихся на достижение цели посредством сотрудничества.

Многими учителями групповая деятельность на уроке позиционируется как средство естественного распределения ролей в группе, что дает возможность практически каждому учащемуся успешно проявить себя в ходе обсуждений и выработки совместных ре-

a, q_1	Λ, R, q_2	b, q_1	Λ, R, q_3
Λ, q_1	Λ, R, q_1	a, q_2	a, R, q_2
c, q_2	c, R, q_2	Λ, q_2	$a, N, !$
b, q_3	b, R, q_3	c, q_3	c, R, q_3
a, q_4	a, R, q_4	b, q_4	b, R, q_4
Λ, q_4	$c, N, !$	b, q_2	b, R, q_2
c, q_1	Λ, R, q_4	a, q_3	a, R, q_3
Λ, q_3	$b, N, !$	c, q_4	c, R, q_4

Рис. 5. Карта состояний для задачи 2

шений. Для «Алгоритмизации по машине Тьюринга» наиболее эффективной является работа в группах по 15–20 учеников. Закрепление ролей в группе (функций, обязанностей) в рамках поиска решения позволяет снижать уровень тревожности обучающихся, страха оказаться неуспешным, а также способствует развитию опыта ведения диалога, умения аргументировать свою точку зрения, что также регламентируется требованиями ФГОС ООО.

Рассмотренный в статье подход к организации групповой работы учащихся для изучения основ алгоритмизации был апробирован в рамках курсов повышения квалификации в Нижегородском институте развития образования и получил положительный отзыв учителей информатики.

Список использованных источников

1. Андреева Е. В., Босова Л. Л., Фалина И. Н. Математические основы информатики. Элективный курс: методическое пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
2. Пильщиков В. Н., Абрамов В. Г., Вылиток А. А., Горячая И. В. Машина Тьюринга и алгоритмы Маркова. Решение задач: учебно-методическое пособие. 2-е изд., испр. и доп. М.: МГУ, 2016.
3. Семакин И. Г. Информатика. Программа для старшей школы: 10–11 классы. Углубленный уровень. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (в ред. Приказа Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1644). [http://минобрнауки.рф/документы/938/файл/749/приказ Об утверждении 1897.pdf](http://минобрнауки.рф/документы/938/файл/749/приказ%20утверждении%201897.pdf)