

В. П. Вербная^{1}*

Использование цифровых технологий в преподавании курса «Математическая логика и теория алгоритмов»

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
*e-mail: vv_1506@mail.ru

Аннотация. В статье описывается методика преподавания раздела курса – теория алгоритмов. Примеры заданий, предлагаемых студентам для их самостоятельной работы, а также в аудитории под контролем преподавателя, включены в статью с решениями. Приведено описание машины Тьюринга как математической модели вычислительного устройства, примеры алгоритмов для программы машины Тьюринга, а также ее формальное представление. В статье сформулированы компетенции, входящие в рабочую программу направления подготовки Информационная безопасность, умения и навыки, получаемые студентами в процессе изучения дисциплины. В статье рассматривается формальная и интуитивная составляющая машины Тьюринга, а также понятие эмулятора машины Тьюринга. В данной статье приводится описание работы эмулятора машины Тьюринга, разработанного Константином Поляковым.

Ключевые слова: алгоритм, программа, машина Тьюринга

V. P. Verbnaya^{1}*

Using of digital technologies in teaching the course «Mathematical logic and theory of algorithms»

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
*e-mail: vv_1506@mail.ru

Abstract. The article describes the method of teaching the section of the course – the Theory of Algorithms. Examples of tasks offered to students for their independent work, as well as in the classroom under the supervision of a teacher, are included in the article with solutions. A description of the Turing machine as a mathematical model of a computing device, examples of algorithms for the Turing machine program, as well as the program itself are given. The article formulates the competencies included in the work program for the field of Information security, the skills and abilities acquired by students in the process of studying the discipline. The article discusses the formal and intuitive components of the Turing machine, as well as the concept of a Turing machine emulator. This article describes the operation of the Turing machine emulator, developed by Konstantin Polyakov.

Keywords: algorithm, program, Turing machine

Введение

Курс «Математическая логика и теория алгоритмов» для направления подготовки 10.03.01 Информационная безопасность читается в четвертом семестре. В задачу курса, в частности, входит: формирование умений и навыков поиска практических критериев качества алгоритмов, разработки методики выбора рациональных алгоритмов, развитие логического и алгоритмического мышления. В рабочую программу курса включены компетенции: универсальная УК-1 (обу-

чающийся способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач), общепрофессиональная ОПК-3.1 (способен выбирать и использовать соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений) [1].

В освоении компетенций, включенных в рабочую программу дисциплины, цифровая грамотность играет большую роль. Поэтому важной частью курса являются такие разделы, как конечные автоматы и теория алгоритмов, включающая темы: машина Поста и машина Тьюринга.

Материалы и методы

Машина Тьюринга является математической моделью идеализированного вычислительного устройства, состоящего из формальной части (бесконечной в обе стороны ленты, разбитой на ячейки, каретки и блока управления) (рис.1) и интуитивной (неформальной), которая задается входным и выходным конечным алфавитом, конечным множеством состояний и функцией перехода из одного состояния в другое [2]. Чтобы составить алгоритм для машины Тьюринга, важно помнить, что машина не имеет доступ ко всей памяти устройства, а только к текущей ячейке, что усложняет составление алгоритма (функции перехода из одного состояние в другое). Алгоритм для программы машины Тьюринга может быть записан конечным автоматом или таблицей.

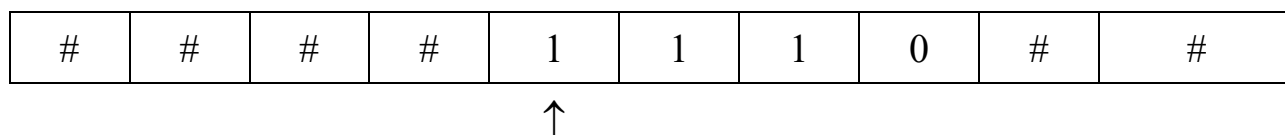


Рис. 1. Формальное представление машины Тьюринга

Важную роль в приобретении умений и навыков, в освоении компетенций, играет взаимодействие преподавателя и обучающихся на лекциях и практических занятиях. Для самостоятельной работы студентам предлагаются персональные задания (перекодировать входное слово в новом алфавите, сделать инверсию, вычислить функцию) [3], в которых они должны составить алгоритм для программы машины Тьюринга, записать программу и отладить ее на эмуляторе машины Тьюринга. Алгоритм для программы машины Тьюринга может быть записан конечным автоматом или таблицей. Так же студенты учатся определять сложность и трудоемкость алфавита [4].

В процессе изучения курса обучающиеся учатся выделять элементы задачи, составлять математические модели, составлять алгоритм решения, тестировать программы и реализовывать их на практике, что поможет им в их дальнейшей проектно-исследовательской деятельности [5].

Рассмотрим несколько заданий, предлагаемых студентам к решению.

Задание 1. Составить программу для машины Тьюринга, которая в записанном на ленте слове, составленном из нулей и единиц, нули заменяет на единицы, а единицы – на нули и возвращается назад. Каретка находится слева от первого символа последовательности [6]. Алгоритм приведен в табл. 1

Таблица 1

Алгоритм к Заданию 1

	Q_0	Q_1	Q_2
0		$1 \rightarrow Q_1$	$0 \leftarrow Q_2$
1		$0 \rightarrow Q_1$	$1 \leftarrow Q_2$
_	$_ \rightarrow Q_1$	$_ \leftarrow Q_2$	$_ \rightarrow Q_0$

Состояние Q_0 – машина считывает пустой символ, двигается вправо и переходит в состояние Q_1 . Состояние Q_1 – машина считывает символ и делает замену – инверсию символа в ячейке и движется вправо по ленте, так как каретка находится на первом символе. Находясь в состоянии Q_1 , машина доходит до пустого символа, оставляет его пустым, переходит в состояние Q_2 и продолжает движение уже влево, считывает символ, не меняя его, доходит до пустого символа, оставляет его и останавливается.

Эмулятор машины Тьюринга представлен на рис. 2.

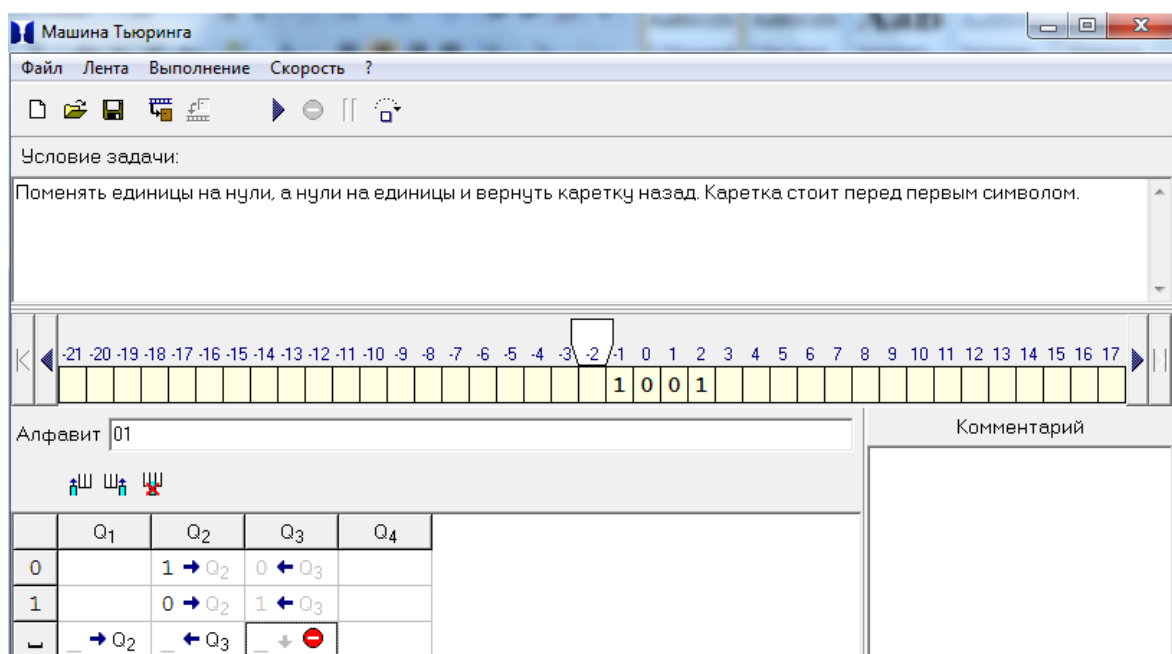


Рис. 2. Эмулятор машины Тьюринга

Задание 2. Составить алгоритм и программу для машины Тьюринга с входным алфавитом $A = \{01\}$, которая между словами, записанными на ленте, вме-

сто пустых символов поставит запятые. Каретка находится на первом символе [7].

Алгоритм представлен в табл. 2.

Таблица 2

Алгоритм к Заданию 2

	Q_1	Q_2
0	$0 > Q_1$	$0 > Q_1$
1	$1 > Q_1$	$1 > Q_1$
,	!	
	$> Q_2$	$< Q_1$

Состояние Q_1 – машина считывает символ, делает сдвиг вправо до пустого символа, ставит запятую и так до последнего символа сдвигается вправо, ставит запятую, переходит в состояние Q_2 . Состояние Q_2 – стирает последнюю запятую, переходит в Q_1 .

Заключение

Курс «Математическая логика и теория алгоритмов» является важным этапом для дальнейшего формирования профессиональных компетенций при изучении специализированных дисциплин [8].

Можно отметить, что использование эмулятора машины Тьюринга дает возможность студентам получить неоценимый опыт в отладке написанных программ и интерпретации полученных результатов, а также дает возможность преподавателю оптимизировать учебный процесс во время промежуточной аттестации. Теория алгоритмов применяется при решении задач на компьютере в терминах аппаратных средств и программного обеспечения с привлечением организации символов и манипуляции данными. Без их освоения невозможно понимание сути работы современных цифровых компьютеров [2].

Благодарность

Выражаю благодарность Константину Полякову за данную возможность использовать в учебном процессе разработку эмулятора машины Тьюринга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС). [Электронный ресурс]. – URL: <https://fgos.ru/> (дата обращения 15.02.2023).
2. Игошин, В.И. О значении теории алгоритмов для системы современного профессионального образования и методике ее преподавания / В.И. Игошин // Профессиональное образование в современном мире. – 2019. – № 2. – С. 2753–2764. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/311171> (дата обращения: 15.02.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Матиясевич, Ю.В. Алан Тьюринг и теория чисел (к 100-летию со дня рождения А.Тьюринга) / Ю.В. Матиясевич // Математика в высшем образовании. – 2012. – № 10. – С. 111–134. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL:

<https://e.lanbook.com/journal/issue/292691> (дата обращения: 15.02.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Успенский В.А., Семенов А.Л. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения. М., 1987.

5. Добровольский Ю.Н., Ефименко К.Н. Применение теории алгоритмов в профессиональной деятельности человека // Информатика и кибернетика. – 2020. – №1(19). –С. 44–51.

6. Неклюдова В.Л., Вербная В.П., Павловская О.Г. Дискретная математика: задачник. – Новосибирск: СГУГиТ, 2022 – 42 с.

7. Неклюдова В.Л., Вербная В.П.. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие. – Новосибирск: СГУГиТ, 2022. – 70 с.

8. Болотова Л. С., Новиков А. П., Сурхаев М. А., Никишина А. А. «Машины, имитирующие жизнь». Особенность архитектуры таких программных систем // Прикладная информатика – 2015. – №1. – С. 114–140.

© В. П. Вербная, 2023