

Итоговая работа
Методическая разработка урока по теме
«Универсальный исполнитель: машина Тьюринга»

Тема урока.	Универсальный исполнитель: машина Тьюринга
Цель урока.	Познакомить учащихся с исполнителем «Машина Тьюринга». Научить строить алгоритмы для машины Тьюринга ¹ .
Задачи урока.	
Образовательные.	Познакомить учащихся с определением МТ, с принципом работы МТ. Научить по данной функциональной схеме МТ определять результат ее работы в зависимости от данных, записанных на ленте. Научить строить функциональные схемы МТ для достижения данной цели.
Развивающие.	Развивать алгоритмическое мышление, способность к формализации, развивать системное мышление.
Воспитательные.	Развивать чувство ответственности за результаты своего труда.
Оборудование.	Каждый ученик обеспечен рабочим местом за персональным компьютером, наушники. Интерактивная доска. Учебные фильмы ² . Презентация. На всех рабочих местах установлена программа Algo2000 – имитатор МТ.
Тип урока.	Комбинированный урок.
Форма урока.	Лекция. Практическое решение задач.

План урока.

1. Организационный момент.
2. Объяснение нового материала. Работа с презентацией.
 - a. Ключевые слова.
 - b. Описание машины Тьюринга.
 - c. Понятие о функциональной схеме машины Тьюринга.
 - d. Компьютерная реализация машины Тьюринга.
 - e. Просмотр учебных фильмов².
 - f. Примеры решения задач.
3. Закрепление нового материала. Работа в группах.
4. Решение задач. Работа в парах.
5. Домашнее задание.
6. Подведение итогов.

Ход урока.

1. Организационный момент.

• **Актуализация знаний.**

Опрос учащихся.

– Что такое Исполнитель?

– Как вы думаете, что такое универсальный исполнитель?

(Исполнитель, который может делать все?)

– Попробуйте догадаться, какова тема нашего урока?

(Универсальный исполнитель)

– Вы почти угадали. Тема нашего урока действительно «Универсальный исполнитель».

Но это не исполнитель, который может выполнить все. Инженерам пока не удалось построить исполнителя, который может выполнить любую команду, ведь система команд исполнителя неограничена. Все-таки, что такое универсальный исполнитель?

– Компьютерные игры³... Наверно, каждый, кто хоть однажды имел дело с компьютером, видел, а

¹ Далее МТ.

² <http://www.youtube.com/watch?v=8jAu5Ts0oFg>, http://www.youtube.com/watch?v=OPr_Ks4lvy0 и <http://www.youtube.com/watch?v=O6cyASeXAgk>

³ (Гейн, 2008)

возможно и сам играл в какую-либо компьютерную игру. На экране одни объекты в виде живых существ или технических устройств подчиняются командам играющего, другие – управляются компьютером, который исполняет заданную программу. Все эти объекты – формальные исполнители, каждый со своим набором допустимых действий. Только объекты эти не реальные, а имитируемые компьютером. Получается, что с помощью одного формального исполнителя – компьютера – имитируются другие формальные исполнители – объекты компьютерной игры.

Говорят, что формальный исполнитель А имитирует другого формального исполнителя В, если:

- каждому объекту, которым управляет исполнитель В, однозначно соответствует объект, которым управляет исполнитель А (имитация среды);
- каждому допустимому действию исполнителя В однозначно сопоставлено допустимое действие исполнителя А (имитация действий);
- каждая инструкция исполнителя В, приводящая его к определенному результату, соответствует инструкции для исполнителя А, исполнение которой приводит к соответствующему результату в среде исполнителя А.

Один из важнейших вопросов теоретической информатики звучит так: существует ли такой формальный исполнитель, с помощью которого можно имитировать любого формального исполнителя?

Ответ на данный вопрос положителен. Такого исполнителя естественно называть универсальным.

Универсального исполнителя принято называть машиной. Также принято давать машинам имена их изобретателей. Универсального исполнителя, придуманного А.Тьюрингом, называют машиной Тьюринга.

- **Цели и задачи урока.**

– Как вы думаете, какова цель нашего урока?

(Возможные ответы: Познакомиться с машиной Тьюринга, научиться управлять машиной Тьюринга).

2. Объяснение нового материала. Работа с презентацией.

а. Ключевые слова.

- Имитация одним формальным исполнителем другого формального исполнителя
- Определение универсального исполнителя
- Понятие о машине Тьюринга
- Описание машины Тьюринга
- Допустимые действия машины Тьюринга
- Понятие о функциональной схеме машины Тьюринга
- Компьютерная реализация машины Тьюринга

б. Описание машины Тьюринга.

В каждой машине Тьюринга есть две части:

- 1) неограниченная в обе стороны лента, разделенная на ячейки; на ленте записаны символы некоторого алфавита (его называют внешним алфавитом машины);
- 2) автомат (головка для считывания/записи, управляемая программой).

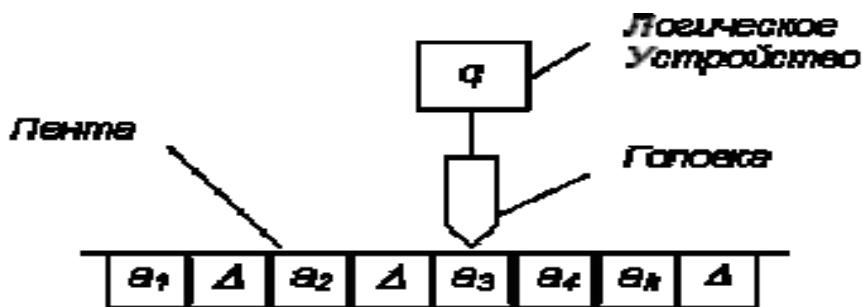


Рисунок 1

Каждая команда машины содержит не более одного действия. Фактически команды выглядят так:

$a_i \rightarrow q_j$ – в обозреваемую ячейку записать a_i , сместиться вправо (к следующей ячейке) и

перейти в состояние q_j ;

$a_i \leftarrow q_j$ – в обозреваемую ячейку записать a_i , сместиться влево (к следующей ячейке) и перейти в состояние q_j ;

$a_i S q_j$ – в обозреваемую ячейку записать a_i , остановиться и перейти в состояние q_j .

Тезис Тьюринга: Всякий алгоритм может быть задан посредством МТ.

В тезисе Тьюринга речь идет, с одной стороны, о понятии алгоритма, которое не является точным математическим понятием; с другой стороны, о точном математическом понятии — МТ. Значение этого тезиса и заключается в том, что он уточняет понятие алгоритма через математическое понятие — машину Тьюринга (так же, как тезис Маркова уточняет интуитивное понятие алгоритма с помощью математического понятия — нормальный алгоритм).

Этот тезис не является теоремой, его нельзя доказать, поскольку он представляет собой утверждение о понятии алгоритма, которое не является точным математическим понятием. По существу, тезис Тьюринга — гипотеза, предположение. На чем же основана уверенность в справедливости этого предположения? Главным образом, на опыте. Все известные в математике алгоритмы могут быть заданы посредством МТ. Но содержание тезиса Тьюринга обращено не только в прошлое. Оно содержит и прогноз на будущее: всякий раз, когда в будущем какое-либо предписание будет признано алгоритмом, его можно будет также задать посредством МТ.

Итак, машину Тьюринга можно рассматривать как точное математическое понятие алгоритма. Это уточнение было выработано в науке лишь в тридцатые годы нашего века. До этого в математике обходились интуитивным понятием алгоритма. Почему же возникла необходимость в уточнении, математическом определении понятия алгоритма? В математике не было бы необходимости в определении понятия алгоритма, если была бы уверенность в том, что все поставленные математические задачи (и те, которые возникнут в будущем) могут быть алгоритмически решены. До тех пор пока математики занимались построением конкретных алгоритмов, и это им удавалось, они обходились интуитивным понятием алгоритма. Но в первые десятилетия XX века накопилось много классов задач, довольно простых по своей формулировке, для которых алгоритма найти не удавалось. И математикам пришла в голову мысль: а вдруг для того или иного класса задач просто невозможно найти алгоритм? А если его не существует, и они ищут то, чего нет?

с. Понятие о функциональной схеме машины Тьюринга.

Множество символов q_i , обозначающие состояния машины Тьюринга называется внутренним алфавитом.

Реакцию машины Тьюринга на символы, прочитанные читающей головкой, удобно представлять в виде таблицы, в которой строки таблицы помечены символами внешнего и внутреннего алфавитов соответственно. В клетки таблицы записываются команды⁴.

Таблица 1

Состояния машины / Внешний алфавит	q_0	...	q_j	...	q_n
a_0					
a_1					
...					
a_i			$a_s \rightarrow q_t$		
...					
a_m					

Такую таблицу принято называть функциональной схемой машины Тьюринга.

⁴ (Гейн, 2008)

d. Компьютерная реализация машины Тьюринга.

В верхней части окна программы находится поле редактора, в которое можно ввести условие задачи в свободной форме.

Лента перемещается влево и вправо с помощью кнопок, расположенных слева и справа от нее. Двойным щелчком по ячейке ленты (или щелчком правой кнопкой мыши) можно изменить ее содержимое.

С помощью меню Лента можно запомнить состояние ленты во внутреннем буфере и восстановить ленту из буфера.

В поле Алфавит задаются символы выбранного алфавита. Пробел добавляется к введенным символам автоматически.

В таблице в нижней части окна набирается программа. В первом столбце записаны символы алфавита, он заполняется автоматически. В первой строке перечисляются все возможные состояния. Добавить и удалить столбцы таблицы (состояния) можно с помощью кнопок, расположенных над таблицей.

При вводе команды в ячейку таблицы сначала нужно ввести новый символ, затем направление перехода и номер состояния. Если символ пропущен, по умолчанию он не изменяется. Если пропущен номер состояния, по умолчанию состояние автомата не изменяется.

Справа в поле Комментарий можно вводить в произвольной форме комментарии к решению. Чаще всего там объясняют, что означает каждое состояние машины Тьюринга.

Программа может выполняться непрерывно (F9) или по шагам (F8). Команда, которая сейчас будет выполняться, подсвечивается зеленым фоном. Скорость выполнения регулируется с помощью меню Скорость.

Задачи для машины Тьюринга можно сохранять в файлах. Сохраняется условие задачи, алфавит, программа, комментарии и начальное состояние ленты. При загрузке задачи из файла и сохранении в файле состояние ленты автоматически записывается в буфер⁵.

e. Просмотр учебных фильмов⁶.

f. Примеры решения задач.

- **Пример 1.** На ленте записана последовательность из некоторого количества одного и того же символа «*». Составить функциональную схему, которая заставляет машину Тьюринга увеличивать на одну количество звездочек в этой последовательности.

Учащимся демонстрируется работа имитатора АЛГО2000.

- **Пример 2.** Работа машины Тьюринга описана следующей функциональной схемой:

A \ Q	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4
*	* → Q1	* → Q0	* → Q1	← Q4	* ← Q4
Пробел	* → Q2	← Q4	← Q3		⊖ Q0

Рисунок 2

- Определите, какое сообщение будет на лентах а) и б), и укажите, напротив какой ячейки в этот момент будет находиться ее пишущий блок.

а)

		*	*		*	*	*							
--	--	---	---	--	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--

б)

		*	*	*	*		*	*		*				
--	--	---	---	---	---	--	---	---	--	---	--	--	--	--

⁵ (Поляков, 2015)

⁶ <http://www.youtube.com/watch?v=8jAu5Ts0oFg>, http://www.youtube.com/watch?v=OPr_Ks4lvy0 и <http://www.youtube.com/watch?v=O6cyASexAgk>

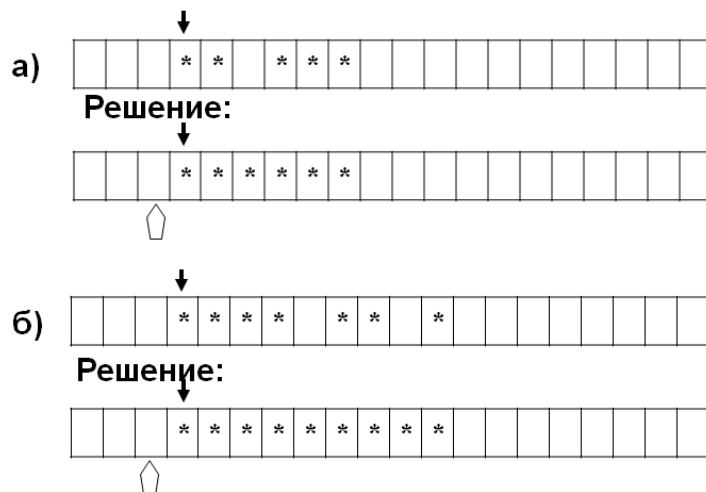


Рисунок 3

3. Закрепление нового материала. Работа в группах.

Класс разбивается на две группы. Каждая группа получает задание. В группе проходит обсуждение задач. По мере готовности решения, лидер группы выступает с решением.

- **Задача для первой группы.**

На ленте машины Тьюринга записана строка, состоящая из символов «*» и символов «#» (вперемежку без пробелов).

Для решения какой задачи предназначена функциональная схема:

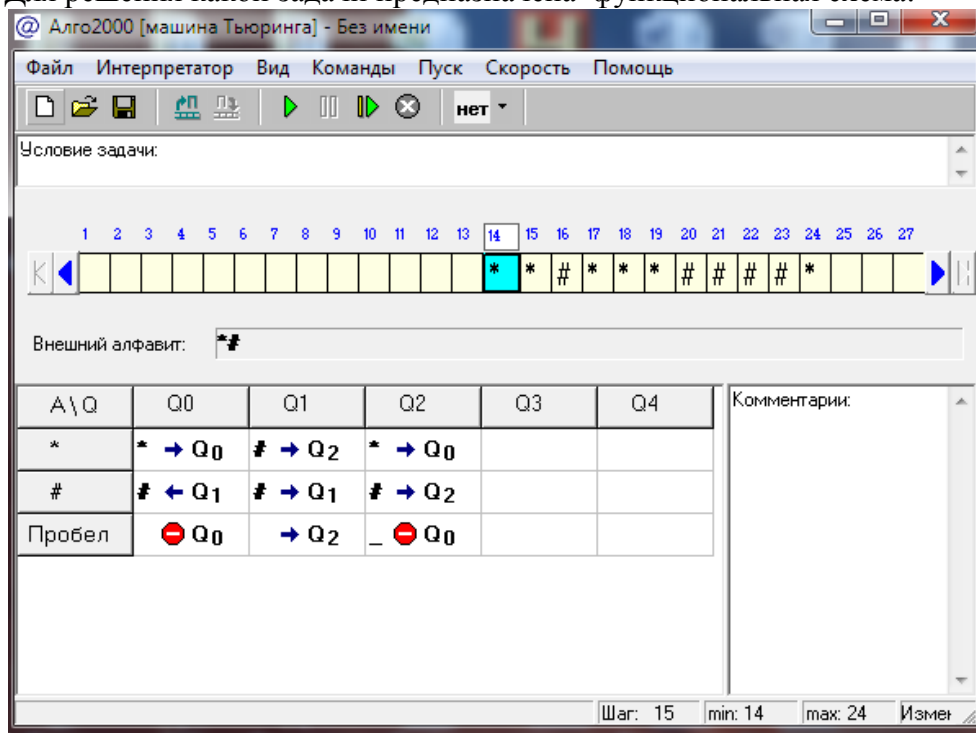


Рисунок 4

- **Задача для второй группы.**

Для решения какой задачи предназначена функциональная схема:

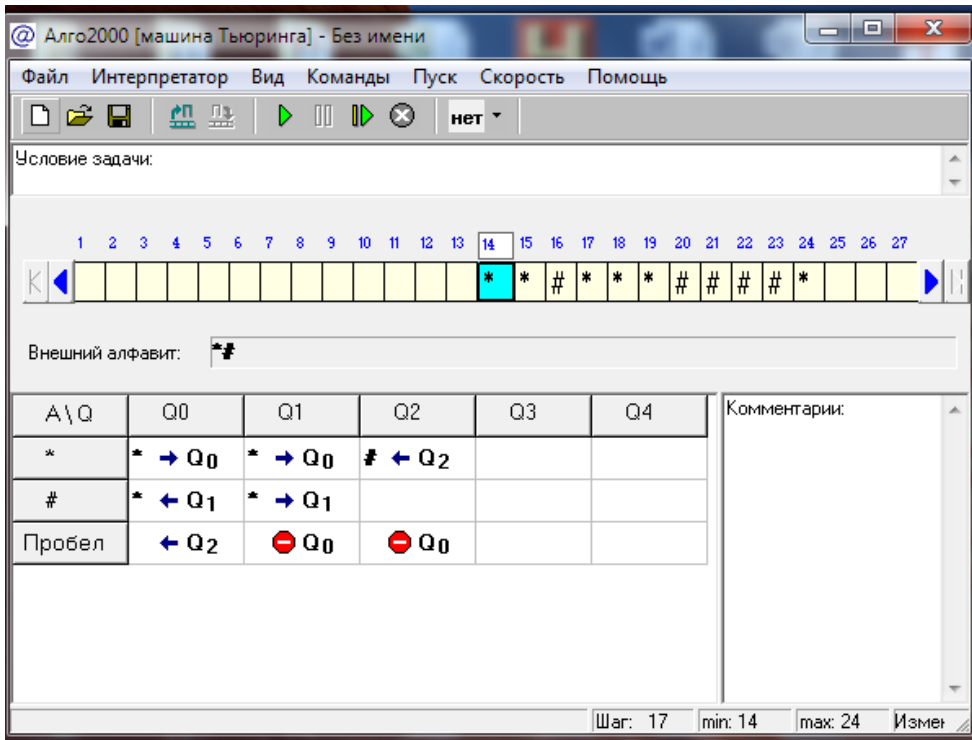


Рисунок 5

- После выступления лидеров учащимся предлагается проверить высказанную гипотезу в имитаторе АЛГО2000.

4. Решение задач. Работа в парах.

Учащиеся разбиваются на пары. Каждая пара получает несколько задач. Учащиеся могут выбирать задачи в произвольном порядке.

Задача 1. Требуется построить машину Тьюринга, которая прибавляет единицу к числу на ленте. Входное слово состоит из цифр целого десятичного числа, записанных в последовательные ячейки на ленте. В начальный момент машина находится против самой правой цифры числа. (3 балла)

		1	0	5	9	4									
--	--	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Задача 2. Дана конечная последовательность 0 и 1 (например, 001101011101). Необходимо выписать их после данной последовательности, через пустую ячейку, а в данной последовательности заменить их на 0. Например: из 001101011101 получим 000000000000 111111. (В данном примере семь единиц записались после данной последовательности, а на их местах стоят нолики.) (5 баллов)

Задача 3⁷. Внешним алфавитом являются символы Пробел, а, b, c. Приписать слева к данному слову символ b. (1 балл)

Задача 4. Внешним алфавитом являются символы Пробел, а, b, c. Приписать справа к данному слову символы bc. (1 балл)

Задача 4. Внешним алфавитом являются символы Пробел, а, b, c. Заменить на а каждый второй символ в данном слове. (2 балла)

Задача 5. Внешним алфавитом являются символы Пробел, а, b, c. В данном слове оставить только первый символ. Пустое слово не менять. (1 балл)

⁷ (Пильщиков, В. Н., Абрамов, В. Г., Вылиток, А. А., Горячая, И. В., 2009)

Задача 6. Внешним алфавитом являются символы Пробел, а, b, с. В данном слове оставить только последний символ. Пустое слово не менять. (1 балл)

Задача 7. В двоичном числе удалить незначащие нули. (2 балла)

Задача 8. Дано двоичное число. Записать произведение данного двоичного числа на 4. (1 балл)

Задача 9. Внешним алфавитом являются символы Пробел, а, b, с. Приписать слева к данному слову первый его символ.

Задача 10. Внешним алфавитом являются символы Пробел, 0, 1, 2, =. Дано натуральное число в троичной системе счисления. Уменьшите его на 1. (3 балла)

5. Домашнее задание. (Раздается учащимся на карточках и отправляется в электронные дневники)

а) по ссылке <http://kpolyakov.narod.ru/download/turing.rar> скачать имитатор машины Тьюринга АЛГО2000.

б) решить следующие задачи (набрать как можно больше баллов, но не меньше 3).

- i. На ленте – конечная последовательность единиц. Напишите программу, которая заменяет единицы звездочками. Головка – левее первой единицы. (1 балл)
- ii. На ленте – конечная последовательность единиц. Напишите программу, которая ставит * вместо первой и последней единицы, остальные стирает. Головка – левее первой цифры. (2 балла)
- iii. Напишите программу, моделирующую работу машины Тьюринга, которая увеличивает заданное десятичное число на 2. Головка – левее первой цифры. (3 балла)
- iv. Дано число n в восьмеричной системе счисления. Разработать машину Тьюринга, которая увеличивала бы заданное число n на 1. Автомат в состоянии q_0 обозревает некую цифру входного слова. (3 балла)
- v. На ленте двоичное число. Перевести его в десятичную систему счисления. Например, если дано число «1101», то вывести в качестве результата «1101=13» (10 баллов)
- vi. На ленте записан пример на сложение двух чисел в десятичной системе счисления. Написать программу для вычисления суммы. Например, если на ленте «1984+45687», то в результате должно быть «1984+45687=47671». (20 баллов)
- vii. На ленте машины Тьюринга находится число, записанное в десятичной системе счисления. Умножить это число на 2. Автомат в состоянии q_0 обозревает крайнюю левую цифру числа. Например, если на ленте «26», то в результате должно быть «26*2=52». (10 баллов)
- viii.
- ix. Придумать и решить задачу для машины Тьюринга. (Количество баллов зависит от сложности).

6. Подведение итогов.

- Оцените свою работу. Сколько баллов заработала каждая пара?
- Кто в вашей паре сделал больший вклад в общий успех?
- Что нового вы узнали на занятии?



Список иллюстраций.

Рисунок 1	2
Рисунок 2	4
Рисунок 3	5
Рисунок 4	5
Рисунок 5	6

Список таблиц.

Таблица 1	3
-----------------	---

Предметный указатель.

Алгоритм	1, 3	Машина Тьюринга	1
Внешний алфавит машины	2	Тезис Тьюринга	3
Внутренний алфавит машины	3	Универсальный исполнитель	1
Имитация действий	2	Формальный исполнитель	2
Имитация среды	2	Функциональная схема	1
Лента	2		

Список использованной литературы.

1. **Гейн А. Г.** Математические основы информатики. Лекции 1-4 [В Интернете] // <https://my.1september.ru>. - Педагогический университет "1 сентября", 2008. - 01 09 2014. - http://dl.1september.ru/university/distance/07/008/01.pdf?p=mfhg&e=1419171000&k=eKCcHtK7sZ9_Lk13CMR4rg.
2. **Пильщиков, В. Н., Абрамов, В. Г., Вылиток, А. А., Горячая, И. В.** Машина тьюринга и адгоритмы Маркова. Решение задач. (Учебно-методическое пособие). [В Интернете] // Физико-математический класс. - 01 09 2009. - 03 01 2015 r.. - <http://www.1553fm.ru/specmat/Algorithms/1294516434-cmc.mt.markov.tasks.pdf>.
3. **Поляков К. Ю.** Машина Тьюринга: тренажер для изучения универсального исполнителя [В Интернете] // <http://kpolyakov.narod.ru>. - 03 01 2015. - 01 01 2015. - <http://kpolyakov.narod.ru/prog/turing.htm>.

Самоанализ занятия

Тема занятия: Решение неравенств, содержащих переменную под знаком модуля.

Тема изучается в 11 классе в рамках раздела "Информационные процессы. Обработка информации". На предыдущем занятии изучалась тема "Формальный исполнитель. Автомат".

На занятии была поставлена следующая цель: Познакомить учащихся с исполнителем «Машина Тьюринга». Научить строить алгоритмы для машины Тьюринга.

Для достижения цели на занятии решались следующие задачи:

- **Образовательные задачи.** Познакомить учащихся с определением МТ, с принципом работы МТ. Научить по данной функциональной схеме МТ определять результат ее работы в зависимости от данных, записанных на ленте. Научить строить функциональные схемы МТ для достижения данной цели.
- **Развивающие задачи.** Развивать алгоритмическое мышление, способность к формализации, развивать системное мышление.
- **Воспитательные задачи.** Развивать чувство ответственности за результаты своего труда.

Структура занятия.

На занятии было отведено два урока. Структура урока была такова: на первом уроке объяснялся новый материал, учащиеся работали с презентацией, смотрели учебные фильмы, рассматривали примеры решения задач, закрепляли новый материал, работая в группах. На втором уроке учащиеся работали в парах, решая задачи.

Занятие было построено таким образом, что учащиеся самостоятельно делали все выводы, учитель давал готовый материал только в самых необходимых случаях (исторические справки, языковые сведения и т. п.). В основном использовался проблемный метод, когда ученики разрешали проблемные ситуации, тем самым у обучающихся развивалась творческая сторона мышления.

Какими же методами, средствами решалась каждая задача занятия?

С определением МТ, с принципом работы МТ учащиеся знакомились, работая с презентацией, просматривая учебные фильмы.

По данной функциональной схеме МТ определять результат ее работы в зависимости от данных, записанных на ленте учащиеся учились сначала на примерах-образцах, затем при работе в группах, где было организовано совместное обсуждение, таким образом, учащиеся обучали друг друга.

Строить функциональные схемы МТ для решения поставленной алгоритмической задачи учащиеся работали в парах за компьютером, решали задачи в имитаторе машины Тьюринга АЛГО2000, помогая друг другу, совместно обсуждая возникшие при этом трудности и проблемы.

Как был организован контроль усвоения знаний, умений и навыков? В каких формах и какими методами осуществлялся контроль знаний, умений и навыков? Почему?

На этапе закрепления нового материала учащиеся класса были разбиты на две группы, каждая группа получила задание, которое предполагало успешное решение при правильном и полном усвоении нового материала. Учащиеся показали устойчивый интерес к поставленным задачам, в группах завязалась дискуссия, в споре учащиеся показали навыки культурного общения. Учащиеся обеих групп продемонстрировали понимание определения машины Тьюринга, умение определять результат работы машины Тьюринга по заданной функциональной схеме. После этого этапа занятия была подготовлена почва для самостоятельного построения функциональных схем для Машины Тьюринга.

На следующем этапе занятия (Решение задач) класс был разбит на пары, каждому учащемуся был предложен избыточно большой список задач, у каждой задачи была указана цена задания в баллах. каждая пара самостоятельно оценивала свои возможности, и учащиеся выбирали те задачи, которые им по силам и те задачи, которые им интересны. Конечно, учащиеся не смогли решить все задачи, но такой цели и не ставилось. Зато между парами разгорелось соревнование, и определились две пары лидеров, которые сумели набрать по 6 баллов. Не было ни одной пары, которые не справились бы ни с одной задачей.

В конце занятия учащиеся получили в качестве домашнего задания избыточно большой пакет задач, у учеников было право решать дома те задачи, которые им по силам, которые им интересны,

была поставлена цель набрать как можно больше баллов за домашние задачи. К следующему уроку учащиеся показали, что усвоили новый материал в полном объеме, пусть и не со всеми задачами сумели справиться, но решили много. Учащимся было интересно обогнать друг друга.

На занятии прослеживался личностно-ориентированный подход, так как в ходе организации учебного занятия чётко проявились такие принципы построения образовательного процесса, как принцип индивидуальности, принцип самоактуализации (самими учащимися была сформулирована практическая направленность темы, в том числе через межпредметные связи), принцип выбора, принцип творчества и успеха, принцип веры, доверия и поддержки.

План занятия был выполнен, цель достигнута. К такому выводу пришли сами дети. В том числе, это показала рефлексия. На Занятии были соблюдены основные психологические и гигиенические требования (оформление класса, психофизпауза, эстетическое воздействие на учащихся), использовались средства наглядности и ТСО (интерактивная доска).

Деятельность учащихся я оцениваю следующим образом: на занятии чётко проявился интерес к предмету, эмоциональное состояние учащихся было приподнятым в начале и к концу занятия. На занятии присутствовали самоконтроль и самокоррекция со стороны ребят. Была высока степень самостоятельности в учебной деятельности. Внешний вид и организованность ребят способствовали успешному достижению цели занятия.

Занятие удалось, так как созданы условия для максимального влияния образовательного процесса на развитие индивидуальности ребёнка.