

**Курс «Алгоритмы и алгоритмические языки»
1 семестр 2016/2017**

Лекция 1

Курс «Алгоритмы и алгоритмические языки»

Лектор Белеванцев Андрей Андреевич
 кафедра СП

Лекции 2 раза в неделю: среда/суббота, 8.45

Практические и лабораторные занятия 2 раза в неделю

Структура курса:

Элементы теории алгоритмов

Язык Си

Алгоритмы и структуры данных

В конце курса зачет с оценкой и письменный экзамен

Курс «Алгоритмы и алгоритмические языки»

Сайт курса: <http://algcourse.cs.msu.su/>

Новости и объявления

Материалы лекций

Вопросы к экзамену

Рекомендуемая литература

Среда разработки программ и опции компилятора

Стиль кодирования

Практические и лабораторные занятия

Контрольные и коллоквиумы

(по лекциям - 2, по семинарам - 3)

Критерии оценки: 10% - 15% - 75% (коллоквиумы/экзамен)

Курс «Алгоритмы и алгоритмические языки»

Рекомендуемая литература (полный список на сайте):

По алгоритмам и машинам Тьюринга

1. Г. Эббинхауз, К. Якобс, Ф. Манн, Г. Хермес.
Машины Тьюринга и рекурсивные функции. «Мир», М. – 1972
2. Л.С. Корухова, М.Р. Шура-Бура. Введение в алгоритмы
(учебное пособие для студентов I курса). PDF на сайте курса

По языку Си

1. Б. Керниган, Д. Ритчи. Язык программирования Си.
Издание 2-е, «Вильямс» – 2013
2. Стандарт языка Си C99 + TC{1,2,3}
<http://www.open-std.org/JTC1/SC22/WG14/www/docs/n1256.pdf>
3. Stephen Prata. C Primer Plus. Fifth Edition. Sams Publishing 2004.
<http://www.9wy.net/onlinebook/CPrimerPlus5/main.html>

По алгоритмам и структурам данных

1. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. Алгоритмы.
Построение и анализ. Издание 2-е, «Вильямс» – 2011
2. Harry R. Lewis, Larry Denenberg. Data Structures and
Their Algorithms. HarperCollins, 1991.

Курс «Алгоритмы и алгоритмические языки»

Методические пособия:

1. А.А. Белеванцев, С.С. Гайсарян, Л.С. Корухова, Е.А. Кузьменкова, В.С. Махнычев.
Семинары по курсу “Алгоритмы и алгоритмические языки”
(учебно-методическое пособие для студентов 1 курса).
М., 2012: Изд. отдел ф-та ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова.
2. А.А. Белеванцев, С.С. Гайсарян, В.П. Иванников, Л.С. Корухова, В.А. Падарян. Задачи экзаменов по вводному курсу программирования (учебно-методическое пособие).
М., 2012: Изд. отдел ф-та ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова.
3. К.А. Батузов, А.А. Белеванцев, Р.А. Жуйков, А.О. Кудрявцев, В.А. Падарян, М.А. Соловьев. Практические задачи по вводному курсу программирования (методическое пособие).
М., 2012: Изд. отдел ф-та ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова.
4. О.В. Сенюкова. Сбалансированные деревья поиска: учебно-методическое пособие. М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ имени М.В. Ломоносова; МАКС Пресс, 2014. Доступно на сайте курса

Неформальное (интуитивное) определение алгоритма.

Под **алгоритмом** (или эффективной процедурой) в математике понимают

точное предписание, задающее вычислительный процесс, ведущий от начальных данных, которые могут варьироваться, к искомому результату.

Алгоритм должен обладать следующими свойствами:

- (1) **Конечность** (результативность). Алгоритм должен заканчиваться за конечное (хотя и не ограниченное сверху) число шагов.
- (2) **Определенность** (детерминированность). Каждый шаг алгоритма и переход от шага к шагу должны быть точно определены и каждое применение алгоритма к одним и тем же исходным данным должно приводить к одинаковому результату.

Неформальное (интуитивное) определение алгоритма.

Под **алгоритмом** (или эффективной процедурой) в математике понимают

точное предписание, задающее вычислительный процесс, ведущий от начальных данных, которые могут варьироваться, к искомому результату.

Алгоритм должен обладать следующими свойствами:

- (3) ***Простота и понятность.*** Каждый шаг алгоритма должен быть четко и ясно определен, чтобы выполнение алгоритма можно было «поручить» *любому* исполнителю (человеку или механическому устройству).
- (4) ***Массовость.*** Алгоритм задает процесс вычисления для множества исходных данных (чисел, строк букв и т.п.), он представляет общий метод решения класса задач.

Неформальное (интуитивное) определение алгоритма.

Пример: Алгоритм Евклида нахождения наибольшего общего делителя двух целых положительных чисел $\text{НОД}(a, b)$

(в геометрической форме это алгоритм нахождения общей меры двух отрезков).

Даны два целых числа a и b .

Выполнить следующие шаги:

- (0) Если $a < b$, то поменять их местами.
- (1) Разделить нацело a на b ; получить остаток r .
- (2) Если $r = 0$, то $\text{НОД}(a, b) = b$
- (3) Если $r \neq 0$, заменить: a на b , b на r и вернуться к шагу (1).

Почему необходимо формальное определение алгоритма.

Не имея такого определения, **невозможно** доказать, что задача алгоритмически неразрешима, т.е. алгоритм ее решения никогда не удастся построить.

Тезис Тьюринга – Черча. Для любой интуитивно вычислимой функции существует вычисляющая её значения машина Тьюринга.

Тезис Тьюринга – Черча невозможно строго доказать или опровергнуть, так как он устанавливает эквивалентность между строго формализованным понятием частично вычислимой функции и неформальным понятием *вычислимости*.

Формализация понятия алгоритма
Алфавиты и отображения.

Алфавит $A_p = \{a_1, a_2, \dots, a_p\}$.

Символы a_i

Слова $a_{i_1} a_{i_2} \dots a_{i_m}$

Пустое слово ε

Множество всех слов над алфавитом A_p

$$A_p^* = \{\varepsilon\} \cup A_p \cup A_p^2 \cup \dots \cup A_p^m \cup \dots = \bigcup_{m=0}^{\infty} A_p^m$$

Длина слова w обозначается $|w|$, в частности $|\varepsilon| = 0$

Формализация понятия алгоритма

Кодирование

Утверждение. Для любой пары алфавитов A и B существует простой алгоритм, определяющий взаимно-однозначное отображение.

Следствие. Кодирование позволяет ограничиться одним алфавитом. Обычно рассматриваются A_1 или A_2 .

Формализация понятия алгоритма

Обработка информации.

Задача обработки информации – это задача построения частичного отображения (функции)

$$F : A^* \rightarrow A^*$$

Утверждение. Существует взаимно-однозначное отображение (функция) $\#: A^* \rightarrow N$, где N – множество целых неотрицательных чисел, которое любому слову $w \in A^*$ ставит в соответствие его номер $n \in N$.

Формализация понятия алгоритма
Обработка информации.

$$\begin{array}{ccc} A^* & \xrightarrow{F} & A^* \\ \# \downarrow & & \uparrow \#^{-1} \\ N & \xrightarrow{f} & N \end{array}$$

Таким образом:

- (1) Каждый алгоритм определяет частично вычислимую функцию;
- (2) Каждая частично вычислимая функция определяет алгоритм.

Машина Тьюринга (МТ)

Вычислимость по Тьюрингу

Машина-автомат: предъявляется исходное слово $w \in A^*$, в результате обработки получается слово $v = F(w)$.

Каждая частичная функция F , для которой можно построить МТ, называется *вычислимой по Тьюрингу*.

Машина Тьюринга (МТ)

Алфавит состояний $Q = \{q_0, q_1, q_2, \dots, q_n\}$

Рабочий алфавит $S = A \cup A'$:

A – алфавит входных символов,

A' – алфавит вспомогательных символов (маркеров).

Лента, размеченная на ячейки (пустая ячейка - Λ)

Управляющая головка (УГ)

Рабочая ячейка (РЯ)

Начальное состояние q_0 , состояние останова q_s .

Начальные данные – слова из A^* .

Машина Тьюринга (МТ)

... $\Lambda\Lambda\Lambda 00101110010$ 1 $11000000\Lambda\Lambda\Lambda\Lambda\Lambda$...
 q

Конфигурация МТ: $\langle n, F, q \rangle$, где $F: Z \rightarrow S$

Такт работы МТ:

$\langle \text{состояние, символ} \rangle \rightarrow \langle \text{состояние, символ, направление} \rangle$

Машина Тьюринга (МТ)

Пример. Проверка правильности скобочных выражений:

МТ должна записать на ленту для правильного скобочного выражения результат 1 (для неправильного 0) и остановиться.

Правильное скобочное выражение:

(1) число открывающих скобок равно числу закрывающих,

(2) каждая открывающая скобка предшествует парной ей закрывающей скобке.

(())() – правильное скобочное выражение

)(или (() – неправильные скобочные выражения

Машина Тьюринга (МТ)

Пример. Проверка правильности скобочных выражений:

МТ должна записать на ленту для правильного скобочного выражения результат 1 (для неправильного 0) и остановиться.

Рабочий алфавит: $S = \{ (,), 0, 1 \} \cup \{ \Lambda, X \}$ (X – маркер)

Алфавит состояний $Q = \{ q_0, q_1, q_2, q_3, q_s \}$:

q_0 – начальное состояние МТ: поиск закрывающей скобки;

q_s – состояние останова;

q_1 – поиск парной открывающей скобки;

q_2 – стирание маркеров, запись результата 1 и переход в q_s ;

q_3 – стирание маркеров, запись результата 0 и переход в q_s .

В начальном состоянии УГ обзревает самый левый символ входного слова

Машина Тьюринга (МТ)

Пример. Проверка правильности скобочных выражений:

МТ должна записать на ленту для правильного скобочного выражения результат 1 (для неправильного 0) и остановиться.

Программа

$q_0, (\rightarrow q_0, (, R;$ $q_0,) \rightarrow q_1, X, L;$ $q_0, X \rightarrow q_0, X, R;$ $q_0, \Lambda \rightarrow q_2, \Lambda, L;$

$q_1, (\rightarrow q_0, X, R;$ $q_1,) \rightarrow q_1,), L;$ $q_1, X \rightarrow q_1, X, L;$ $q_1, \Lambda \rightarrow q_3, \Lambda, R;$

$q_2, (\rightarrow q_3, \Lambda, L;$ $q_2,)$ невозможна; $q_2, X \rightarrow q_2, \Lambda, L;$ $q_2, \Lambda \rightarrow q_s, 1, H;$

$q_3, (\rightarrow q_3, \Lambda, R;$ $q_3,)$ невозможна; $q_3, X \rightarrow q_3, \Lambda, R;$ $q_3, \Lambda \rightarrow q_s, 0, H;$

Машина Тьюринга (МТ)

Пример. Проверка правильности скобочных выражений:

МТ должна записать на ленту для правильного скобочного выражения результат 1 (для неправильного 0) и остановиться.

Программа (другой способ записи)

$q_i \downarrow \setminus s_j \rightarrow$	()	X	Λ
q_0	$q_0, (, R$	q_1, X, L	q_0, X, R	q_2, Λ, L
q_1	q_0, X, R	$q_1,), L$	q_1, X, L	q_3, Λ, R
q_2	q_3, Λ, L	—	q_2, Λ, L	$q_s, 1, H$
q_3	q_3, Λ, R	—	q_3, Λ, R	$q_s, 0, H$

Дома: исправьте программу так, чтобы в состоянии q_3 все символы строки, кроме ответа, стирались.