

# Заключительный этап

## Индивидуальный предметный тур

### Информатика. 8–11 класс

#### *Задача III.1.1.1. A plus/minus B (10 баллов)*

Вы являетесь членом команды, разрабатывающей интеллектуальный калькулятор. Идея этого калькулятора следующая: пользователь вслух произносит арифметическое выражение, результат которого он хочет узнать, а калькулятор автоматически распознает его речь, вычисляет выражение и формирует голосовое сообщение с результатом вычисления. Часть команды разработчиков уже перевела голосовое сообщение в текстовый вид. Вы ответственный за внутренние вычисления в калькуляторе. На вход вашему блоку подается текстовая запись выражения, на выходе должен быть текстовый ответ для этого выражения. Так как это только прототип, то все вычисления происходят на целых числах в интервале от 0 до 99, а выражение имеет вид либо  $A \text{ plus } B$  либо  $A \text{ minus } B$ .

#### *Формат входных данных*

В первой строке содержится количество выражений  $n$ , на которые нужно вывести ответ ( $1 \leq n \leq 100$ ).

В следующих  $n$  строках содержатся текстовые записи арифметических выражений. Каждая строка имеет вид либо  $A \text{ plus } B$  либо  $A \text{ minus } B$ , где  $A$  и  $B$  — текстовая запись двух чисел от 0 до 99 на английском языке. Гарантируется, что результат вычисления каждого такого выражения также число из этого отрезка. Все слова каждого выражения разделены ровно одним пробелом. В записи чисел используются следующие слова:

zero, one, two three, four, five, six, seven, eight, nine,  
ten, eleven, twelve, thirteen, fourteen, fifteen, sixteen, seventeen, eighteen, nineteen,  
twenty, thirty, forty, fifty, sixty, seventy, eighty, ninety.

#### *Формат выходных данных*

Вывести  $n$  строк, в каждой ответ на соответствующее выражение в виде текстового сообщения.

*Примеры**Пример №1*

<b>Стандартный ввод</b>
4 twelve plus forty nine seventy two minus seventeen one minus one twenty three plus sixty eight
<b>Стандартный вывод</b>
sixty one fifty five zero ninety one

*Пример программы-решения*

Ниже представлено решение на языке C++.

```

1  #include <bits/stdc++.h>
2
3  using namespace std;
4  typedef long long ll;
5  typedef pair<int, int> pii;
6  typedef long double ld;
7
8  int main(){
9      ios::sync_with_stdio(0), cin.tie(0), cout.tie(0);
10
11     string S19[20] = {"zero", "one", "two", "three", "four", "five", "six", "seven",
12     ↪ "eight", "nine",
13     ↪ "ten", "eleven", "twelve", "thirteen", "fourteen", "fifteen",
14     ↪ "sixteen", "seventeen", "eighteen", "nineteen"};
15     string S90[9] = {"ten", "twenty", "thirty", "forty", "fifty", "sixty", "seventy",
16     ↪ "eighty", "ninety"};
17
18     map<string, int> T;
19
20     for(int i = 0; i < 20; i++)
21         T[S19[i]] = i;
22
23     for(int i = 0; i < 9; i++)
24         T[S90[i]] = (i+1) * 10;
25
26     vector<string> itotxt(100);
27     for(auto q : T)
28         itotxt[q.second] = q.first;
29
30     int u;
31     cin >> u;
32     string vs;
33     getline(cin, vs);
34     while(u--){
35         string s;
36         getline(cin, s);

```

```

34
35     stringstream ss;
36     ss << s;
37
38     string ds, op;
39     bool frst = 1;
40     int a = 0, b = 0, r;
41     while(ss >> ds){
42         if(ds == "plus" || ds == "minus"){
43             frst = 0;
44             op = ds;
45         }
46         else
47             if(frst)
48                 a += T[ds];
49             else
50                 b += T[ds];
51     }
52
53     if(op == "plus")
54         r = a + b;
55     else
56         r = a - b;
57
58     if(r >= 20) {
59         cout<<itotxt[r - r%10];
60         if(r%10 > 0)
61             cout<<' '<<itotxt[r%10];
62         cout<<endl;
63     }
64     else cout<<itotxt[r]<<endl;
65 }
66 }

```

### *Задача III.1.1.2. Развлечение ИИ (15 баллов)*

Один ИИ в целях самосовершенствования генерирует случайные последовательности натуральных чисел и затем для каждой находит самую большую перестановку, которая является непрерывным подотрезком сгенерированной последовательности.

Последовательность  $A$  является подотрезком последовательности  $B$ , если  $A$  может быть получена из  $B$  удалением нескольких (возможно, ни одного) элементов из начала и нескольких (возможно, ни одного) элементов из конца.

Перестановкой длины  $n$  называется последовательность, содержащая числа от 1 до  $n$  в произвольном порядке. Каждое число должно входить в нее ровно один раз.

Требуется проверить результат ИИ. По исходной последовательности нужно найти размер самой большой перестановки, являющейся непрерывным подотрезком заданной последовательности натуральных чисел.

#### *Формат входных данных*

В первой строке записано число  $n$  — количество чисел в исходной последовательности,  $1 \leq n \leq 1000$ . В следующей строке находятся  $n$  чисел через пробел — элементы последовательности. Все они в пределах от 1 до  $n$ .

## Формат выходных данных

Вывести одно число — ответ на задачу. Если ни одной перестановки нет, вывести 0.

### Пример №1

<b>Стандартный ввод</b>
19 5 2 6 3 5 1 4 2 1 3 6 2 5 8 1 2 5 4 3
<b>Стандартный вывод</b>
6

### Пояснения к примеру

В предложенной последовательности встречаются перестановки 4 2 1 3 и 1 2 5 4 3, но самой большой является перестановка 6 3 5 1 4 2 или 2 6 3 5 1 4 длины 6.

### Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```

1  #include <bits/stdc++.h>
2
3  using namespace std;
4  typedef long long ll;
5  typedef pair<int, int> pii;
6  typedef long double ld;
7
8  int main(){
9      ios::sync_with_stdio(0), cin.tie(0), cout.tie(0);
10
11     int n, ans = 0;
12     cin >> n;
13     vector<int> v(n);
14     for(int i = 0; i < n; i++) cin >> v[i];
15     vector<int> mask(n+1, 0);
16
17     for(int i = 0; i < n; i++){
18         int t = 0, mx = 0;
19         for(int j = i; j < n; j++){
20             if(mask[v[j]] != 0) break;
21             else{
22                 t++;
23                 mask[v[j]] = 1;
24                 mx = max(mx, v[j]);
25                 if(mx == t) ans = max(ans, mx);
26             }
27         }
28         for(int j = i; j < n; j++)
29             if(mask[v[j]] != 0) mask[v[j]] = 0; else break;
30     }
31     cout << ans;
32 }
```

### Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python.

```

1  n = int(input())
2  a = input().split()
3  ans = 0
4  for i in range(n):
5      a[i] = int(a[i])
6  for len in range(1, n + 1):
7      upd = []
8      for i in range(n + 1):
9          upd.append(0)
10     l = 0
11     r = len
12     bal = 0
13     upper = 0
14     for i in range(len):
15         if upd[a[i]] == 0:
16             bal += 1
17             upd[a[i]] += 1
18             if a[i] > len:
19                 upper += 1
20     if bal == len and upper == 0:
21         ans = len
22     for i in range(len, n):
23         if upd[a[i]] == 0:
24             bal += 1
25             if a[i] > len:
26                 upper += 1
27             upd[a[i]] += 1
28             if upd[a[i - len]] == 1:
29                 bal -= 1
30             if a[i - len] > len:
31                 upper -= 1
32
33         upd[a[i - len]] -= 1
34         if bal == len and upper == 0:
35             ans = len
36     print(ans)

```

### Задача III.1.1.3. Диалог двух ИИ (20 баллов)

Два независимых ИИ ведут диалог. Его запись представляет собой непрерывную строку, в которую без пробелов записаны слова диалога. Известен набор слов, используемых ими при диалоге. В какой-то момент в диалог вмешивается третий ИИ (возможно в самый последний момент, когда запись диалога уже закончена), и диалог первых двух нарушается. Требуется по записи беседы и набору слов, доступному первым двум ИИ определить какое максимальное количество слов могли сказать первые два ИИ до того момента, пока не вмешался третий.

#### Формат входных данных

В первой строке записана непустая строка, содержащая полную запись беседы трех ИИ, длина этой строки не превосходит 1000. Во второй строке находится число

$n$  — количество слов, используемых первыми двумя ИИ ( $1 \leq n \leq 100$ ). В следующих  $n$  строках содержатся слова, при помощи которых первые два ИИ ведут диалог. И первая строка и слова записаны только символами «0» и «1». Длина каждого слова не превосходит 50, слова могут повторяться.

### Формат выходных данных

Вывести одно число — максимальное количество слов, которое могли сказать друг другу первые два ИИ до того момента, пока не вмешался третий.

### Примеры

#### Пример №1

Стандартный ввод
110110110111111011010010
6
110
11011
01111
1101101
11
0110
Стандартный вывод
7

### Пояснения к примеру

Начало строки из примера можно многими способами представить в виде последовательности слов (в скобках указано окончание, сказанное третьим участником беседы):

$110 + 11011 + 01111 + 1101101 + (0010)$  — здесь было сказано 4 слова;

$11 + 0110 + 11011 + 11 + 11011 + (010010)$  — здесь было сказано 5 слов;

$110 + 110 + 110 + 11 + 11 + 1101101 + (0010)$  — здесь было сказано 6 слов;

$110 + 110 + 110 + 11 + 11 + 110 + 110 + (10010)$  — здесь было сказано 7 слов, и это максимальное возможное количество.

### Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```

1  #include <bits/stdc++.h>
2
3  using namespace std;
4  typedef long long ll;
5  typedef pair<int, int> pii;
6  typedef long double ld;
7
```

```

8  vector<int> prefix_function (string s) {
9      int n = (int) s.length();
10     vector<int> pi (n);
11     for (int i=1; i<n; ++i) {
12         int j = pi[i-1];
13         while (j > 0 && s[i] != s[j])
14             j = pi[j-1];
15         if (s[i] == s[j]) ++j;
16         pi[i] = j;
17     }
18     return pi;
19 }
20
21 int main(){
22     ios::sync_with_stdio(0), cin.tie(0), cout.tie(0);
23
24     string s;
25     cin >> s;
26     int n, len, ans = 0;
27
28     s = "#" + s;
29     len = s.size();
30     cin >> n;
31     vector<string> v(n);
32     for(int i = 0; i < n; i++) cin >> v[i];
33
34     vector<vector<int> > K(len+1);
35     for(int i = 0; i < n; i++){
36         string z = v[i] + "@" + s;
37         vector<int> tkmp = prefix_function(z);
38
39         for(int j = 0; j < z.size(); j++)
40             if(tkmp[j] == v[i].size())
41                 K[j - v[i].size() + 1 - 1 - v[i].size()].push_back(i);
42     }
43
44     vector<int> dp(len, -1);
45     dp[0] = 0;
46
47     for(int i = 0; i < len - 1; i++)
48         if(dp[i] >= 0)
49             for(auto q : K[i+1]){
50                 int tlen = v[q].size();
51                 dp[i + tlen] = max(dp[i + tlen], dp[i] + 1);
52             }
53
54     for(auto q : dp) ans = max(ans, q);
55     cout << ans;
56 }

```

### *Пример программы-решения*

Ниже представлено решение на языке Python.

```

1  s = input()
2  n = int(input())
3  a = []
4  dp = []
5  for i in range(n):

```

```
6     a.append(input())
7 for i in range(len(s) + 1):
8     dp.append(-1000000000)
9 dp[0] = 0
10 for i in range(1, len(s) + 1):
11     for j in range(n):
12         if (i - len(a[j]) >= 0):
13             ff = s[i - len(a[j]):i]
14             if ff == a[j]:
15                 dp[i] = max(dp[i], dp[i - len(a[j])] + 1)
16 ans = 0
17 for i in range(1, len(s) + 1):
18     ans = max(dp[i], ans)
19 print(ans)
```

### *Задача III.1.1.4. Круги и окружности (25 баллов)*

Классической задачей теории ИИ является задача на распознавание изображений. В данном случае вам предлагается выяснить количество кругов и количество окружностей «нарисованных» на картинке. «Рисовать» будем на прямоугольной таблице, состоящей из единичных квадратов. Если единичный квадрат принадлежит какой-то фигуре, то в нем стоит символ «<#>» (решетка), иначе символ «<.>» (точка).

#### *Формат входных данных*

В первой строке заданы размеры изображения  $n$  и  $m$ .  $30 \leq n, m \leq 1000$ . В следующих  $n$  строках, каждая длиной  $m$  символов, задается само изображение. Диаметры кругов и окружностей могут быть различными, но не меньше 6. Ни одна из фигур не касается границ изображения и других фигур. Линия любой окружности «непрерывна», то есть из любой ее точки можно попасть в любую другую ее точку перемещаясь по «точкам» окружности (смежными о стороне или углу) как по часовой, так и против часовой стрелки. Рекомендуем внимательно вспомнить определение окружности.

#### *Формат выходных данных*

Вывести два числа через пробел – сначала количество кругов, затем количество окружностей, изображенных на рисунке.



```

11 vector<string> T;
12     vector<vector<int> > G;
13
14 bool in_tr(int x, int y){
15     return(x >= 0 && y >= 0 && x < n && y < m);
16 }
17
18 void no_dfs1(int x, int y, int c){
19     vector<pii> och;
20     och.push_back({x, y});
21     int b = 0;
22     G[x][y] = c;
23     while(b < och.size()){
24         int tx = och[b].first;
25         int ty = och[b].second;
26         for(int i = 0; i < 4; i++){
27             int nx = och[b].first + dx1[i];
28             int ny = och[b].second + dy1[i];
29             if(in_tr(nx, ny) && T[x][y] == T[nx][ny] && G[nx][ny] == -1){
30                 G[nx][ny] = c;
31                 och.push_back({nx, ny});
32             }
33         }
34         b++;
35     }
36 }
37
38 void no_dfs2(int x, int y, int c){
39     vector<pii> och;
40     och.push_back({x, y});
41     int b = 0;
42     G[x][y] = c;
43     while(b < och.size()){
44         int tx = och[b].first;
45         int ty = och[b].second;
46         for(int i = 0; i < 8; i++){
47             int nx = och[b].first + dx2[i];
48             int ny = och[b].second + dy2[i];
49             if(in_tr(nx, ny) && T[x][y] == T[nx][ny] && G[nx][ny] == -1){
50                 G[nx][ny] = c;
51                 och.push_back({nx, ny});
52             }
53         }
54         b++;
55     }
56 }
57
58 int main(){
59     ios::sync_with_stdio(0), cin.tie(0), cout.tie(0);
60
61     cin >> n >> m;
62     T.resize(n);
63     for(int i = 0; i < n; i++)
64         cin >> T[i];
65
66     G.resize(n, vector<int>(m, -1));
67
68     int k = 0, h1;
69     for(int i = 0; i < n; i++)
70         for(int j = 0; j < m; j++)

```

```

71     if(G[i][j] == -1){
72         k++;
73         if(T[i][j] == '#'){
74             h1++;
75             no_dfs2(i, j, k);
76         }
77         else
78             no_dfs1(i, j, k);
79     }
80     cout<<2 * h1 - k + 1<<' '<<k - 1 - h1<<endl;
81 }

```

### Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python.

```

1  asd = input().split()
2  dx = [-1, -1, 0, 1, 1, 1, 0, -1]
3  dy = [0, 1, 1, 1, 0, -1, -1, -1]
4  n = int(asd[0])
5  m = int(asd[1])
6  a = []
7  ans1 = 0
8  ans2 = 0
9  visited = []
10 for i in range(n + 2):
11     ss = []
12     ad = []
13     for j in range(m + 2):
14         ss.append('.')
15         ad.append(False)
16     a.append(ss)
17     visited.append(ad)
18 for i in range(1, n + 1):
19     f = input()
20     for j in range(1, m + 1):
21         a[i][j] = f[j - 1]
22 for i in range(1, n + 1):
23     for j in range(1, m + 1):
24         if a[i][j] == '#' and not visited[i][j]:
25             ans = []
26             visited[i][j] = True
27             Q = []
28             Q.append([i, j])
29             while len(Q) > 0:
30                 y = Q[len(Q) - 1][0]
31                 x = Q[len(Q) - 1][1]
32                 #print(y, x)
33                 ans.append([y, x])
34                 Q.pop()
35             for k in range(8):
36                 if not visited[y + dy[k]][x + dx[k]] and a[y + dy[k]][x + dx[k]] == '#':
37                     Q.append([y + dy[k], x + dx[k]])
38                 visited[y + dy[k]][x + dx[k]] = True
39     ans.sort()
40     prev_y = -1
41     ch = True
42     for k in range(1, len(ans)):
43         if (ans[k][0] != prev_y):

```

```

44         prev_y = ans[k][0]
45         elif (ans[k][1] - ans[k - 1][1] != 1):
46             ch = False
47     if ch:
48         ans1 += 1
49     else:
50         ans2 += 1
51 print(ans1, ans2)

```

### Задача III.1.1.5. Унификация (30 баллов)

В этой задаче в самой простой форме научимся строить логические выводы. Если более точно, то только предварительную обработку некоторых выражений, называемую унификацией. Метод, для которого строится унификация, называется методом резолюций. Это один из самых давних методов теории ИИ, позволяющий автоматически доказывать правильность логических рассуждений. Договоримся о следующих обозначениях (для краткости изложения, некоторые из них не совсем формализованы):

- буквы  $a, b, c$  (и только они) обозначают константы, вместо них ничего подставлять нельзя. Константы соответствуют конкретным объектам рассматриваемой области, о которой мы хотим что-то утверждать (конкретным числам, людям, словам и т. п.).
- буквы  $x, y, z$  обозначают переменные, вместо любой переменной можно подставить терм, но нельзя подставить предикат. Вместо переменной нельзя подставлять терм, содержащий эту переменную. Если вместо одной переменной подставлен терм  $t$ , то в точности этот же терм должен быть подставлен и вместо всех других переменных с таким же именем в предикате, содержащем эту переменную. Определения термов и предикатов смотрите ниже. Ограничений на количество различных переменных вводить не будем, но гарантируется, что во входных тестах в качестве переменных использованы только эти символы.
- буквы  $f, g, h$  (и только они, будем называть их функциональными символами) обозначают термы (функции). Каждый терм имеет местность (количество аргументов), в этой задаче будем считать, что любой терм зависит от нуля, одного или двух аргументов. Изначально аргументы термов — это переменные. Примеры исходных термов (без подстановок) следующие: одноместный терм  $f(x)$  (например, «отец объекта  $x$ »), двуместный терм  $g(x, z)$  (например «число, являющееся суммой чисел  $x$  и  $z$ »). Терм, после подстановки вместо всех его переменных конкретных констант возвращает какой-то объект из множества рассматриваемых объектов. Помимо функциональных символов, термами считаются константы (нульместные термы) и переменные (одноместные термы).
- буквы  $P, Q, R$  (и только они) обозначают предикаты (отношения). Предикаты так же имеют местность. В данной задаче будем ограничиваться рассмотрением только двуместных предикатов. После подстановки вместо всех своих переменных некоторых констант и вычисления значений термов, предикат возвращает логическое значение  $TRUE$  или  $FALSE$ , которое интерпретируется как результат логического утверждения относительно аргументов предиката. Пример исходного предиката (без подстановок):  $Q(y, z)$  (например «число  $y$  делится нацело на число  $z$ »).
- подстановкой вместо переменной (например  $x$ ) терма (например  $f(y)$ ) в предикат  $P$  будем называть результат замены всех вхождений этой переменной

в этом предикате на заданный терм. Напомним, чтобы избежать ненужной рекурсии, подставлять вместо переменной терм, содержащий ту же самую переменную запрещено. Примеры подстановок (в терм и предикат):

- в терме  $f(x, z)$  подставим вместо  $z$  константу  $a$ , получим  $f(x, a)$ ;
- в терме  $f(x, g(x, h(z)))$  подставим вместо  $x$  терм  $g(a, f(b, y))$ , получим  $f(g(a, f(b, y)), g(g(a, f(b, y)), h(z)))$ . Мы обязаны заменить все вхождения  $x$  на  $g(a, f(b, y))$ ;
- в предикате  $P(f(x), g(x, y))$  подставим вместо  $x$  терм  $h(y)$ , получим  $P(f(h(y)), g(h(y), y))$ .

Отметим отдельно, что можно по-очереди производить несколько подстановок. В том числе на следующих шагах можно подставлять вместо переменных, появившихся в результате предыдущих подстановок.

- унификацией двух предикатов  $P_1$  и  $P_2$  называется некоторый последовательный набор подстановок отдельно внутрь  $P_1$  и отдельно внутрь  $P_2$ , таких, что  $P_1$  и  $P_2$  посимвольно совпадут. Другими словами, два предиката унифицируются, если найдутся две серии независимых друг от друга подстановок таких, что предикаты совпадут с точностью до символа. Унификацией так же называется и результат применения этих подстановок, то есть предикат, который получается, когда  $P_1$  и  $P_2$  совпадают. Далее будем рассматривать только унифицируемые пары предикатов. Очевидно, что два предиката унифицируемы, если они обозначены одним и тем же предикатным символом.

Пример унификации предикатов:

$$P_1 = P(x, g(y, f(x)))$$

$$P_2 = P(f(y), g(b, f(f(a))))$$

Если мы сразу заменим в  $P_1$  переменную  $x$  на терм  $f(y)$ , то получим  $P_1 = P(f(y), g(y, f(f(y))))$  и далее потерпим неудачу, так как переменная  $y$  должна быть заменена в одном случае на константу  $b$ , а в другом на константу  $a$ . Поэтому, действуем немного по-другому. Сначала в  $P_2$  заменим переменную  $y$  на другую переменную, например,  $z$ . Получим  $P_2 = P(f(z), g(b, f(f(a))))$ . Так как предикаты меняются независимо, то в предикате  $P_1$  ничего не изменится. Теперь выполним в  $P_1$  замену  $x$  на  $f(z)$ , получим  $P_1 = P(f(z), g(y, f(f(z))))$ . Осталось заменить в  $P_1$  переменную  $z$  на константу  $a$ , и потом переменную  $y$  на константу  $b$ . А в  $P_2$  нужно заменить переменную  $z$  на константу  $a$ . Получим, что оба предиката примут вид  $P(f(a), g(b, f(f(a))))$ . Это и будет результат их унификации. Возможен и другой порядок выполнения подстановок, но результат унификации будет тот же.

Ваша задача — написать программу, которая для таких пар предикатов строит их унификацию.

### **Формат входных данных**

В первой строке задан первый предикат  $P_1$ , во второй строке задан второй предикат  $P_2$ . Правила записи и ограничения описаны выше, запись предикатов не содержит пробелов. Если два терма обозначены одинаковыми функциональными символами, то они имеют одинаковую местность. Гарантируется, что заданные предикаты унифицируемы и результат унификации однозначен и не содержит переменных. Каждый предикат записан не более чем 50 символами. Для понимания деталей формата ввода смотрите пример.

## Формат выходных данных

Вывести результат унификации двух исходных предикатов в том же формате.

## Примеры

### Пример №1

<b>Стандартный ввод</b>
P(x,g(y,f(x))) P(f(y),g(b,f(f(a))))
<b>Стандартный вывод</b>
P(f(a),g(b,f(f(a))))

## Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```

1  #include <bits/stdc++.h>
2
3  using namespace std;
4  typedef long long ll;
5  typedef pair<int, int> pii;
6  typedef long double ld;
7
8  string P1, P2;
9  int t1 = 99, t2 = 499;
10 vector<int> mask(1000, -1);
11
12 string tos(int a){
13     stringstream ss;
14     string r;
15     ss << a;
16     ss >> r;
17     return r;
18 }
19
20 int toa(string s){
21     stringstream ss;
22     int r;
23     ss << s;
24     ss >> r;
25     return r;
26 }
27
28 string termf(string P, int pos){
29     if(P[pos] <= 'h' && P[pos] >= 'f'){
30         int bal = 1, t = pos + 2;
31         while(bal > 0){
32             if(P[t] == '(') bal++;
33             if(P[t] == ')') bal--;
34             t++;
35         }
36         return P.substr(pos, t - pos);
37     }

```

```

38     else {
39         return P.substr(pos, 3);
40     }
41 }
42
43 string subst(string P, int posb, int pose, string term){
44     string r = P.substr(0, posb);
45     r += term;
46     r += P.substr(pose + 1);
47
48     return r;
49 }
50
51 bool isvar(string s){
52     bool ok = 1;
53     for(int i = 0; i < s.size(); i++)
54         if(s[i] > '9' || s[i] < '0') ok = 0;
55     return ok;
56 }
57
58 void standart(){
59     t1++;
60     for(int i = 0; i < P1.size(); i++)
61         if(P1[i] == 'x')
62             P1 = subst(P1, i, i, tos(t1));
63
64     t1++;
65     for(int i = 0; i < P1.size(); i++)
66         if(P1[i] == 'y')
67             P1 = subst(P1, i, i, tos(t1));
68
69     t1++;
70     for(int i = 0; i < P1.size(); i++)
71         if(P1[i] == 'z')
72             P1 = subst(P1, i, i, tos(t1));
73
74     for(int i = P1.size()-1; i >= 0; i--){
75         if(P1[i] <= 'c' && P1[i] >= 'a'){
76             string vs;
77             for(int j = 0; j < 3; j++) vs += P1[i];
78             P1 = subst(P1, i, i, vs);
79         }
80     }
81
82     t2++;
83     for(int i = 0; i < P2.size(); i++)
84         if(P2[i] == 'x')
85             P2 = subst(P2, i, i, tos(t2));
86
87     t2++;
88     for(int i = 0; i < P2.size(); i++)
89         if(P2[i] == 'y')
90             P2 = subst(P2, i, i, tos(t2));
91
92     t2++;
93     for(int i = 0; i < P2.size(); i++)
94         if(P2[i] == 'z')
95             P2 = subst(P2, i, i, tos(t2));
96
97     for(int i = P2.size()-1; i >= 0; i--){

```

```

98     if(P2[i] <= 'c' && P2[i] >= 'a'){
99         string vs;
100        for(int j = 0; j < 3; j++) vs += P2[i];
101        P2 = subst(P2, i, i, vs);
102    }
103 }
104 }
105
106 int main(){
107     ios::sync_with_stdio(0), cin.tie(0), cout.tie(0);
108     cin >> P1 >> P2;
109     standart();
110
111     while(1){
112         int t = 0;
113         while(t + 3 < P1.size() && t + 3 < P2.size()){
114             if(P1[t] == P2[t])
115                 t++;
116             else
117                 if(isvar(P1.substr(t, 3)) && isvar(P2.substr(t, 3)))
118                     t += 3;
119             else
120                 break;
121         }
122
123         if(t + 3 >= P1.size() || t + 3 >= P2.size()){
124             for(int i = 0; i < P1.size(); i++)
125                 if( i < P1.size() && P1[i] <= 'c' && P1[i] >= 'a'){
126                     string vs;
127                     vs += P1[i];
128                     P1 = subst(P1, i, i + 2, vs);
129                 }
130
131             cout<<P1<<endl;
132             return 0;
133         }
134         else{
135             string TP, IP;
136             int f;
137             if(isvar(P2.substr(t, 3)) ) {
138                 TP = P2;
139                 IP = P1;
140                 f = 2;
141             }
142             else{
143                 TP = P1;
144                 IP = P2;
145                 f = 1;
146             }
147
148             string tx = TP.substr(t, 3);
149             string tt = termf(IP, t);
150
151             if(f == 1){
152                 for(int i = 0; i < tt.size(); i++)
153                     if(i + 3 < tt.size() && isvar(tt.substr(i, 3))){
154                         int ty = toa(tt.substr(i, 3));
155                         if(mask[ty] == -1){
156                             t1++;
157                             mask[ty] = t1;

```

```

158     }
159 }
160
161     for(int i = 0; i < tt.size(); i++)
162         if(i + 3 < tt.size() && isvar(tt.substr(i, 3))){
163             int ty = toa(tt.substr(i, 3));
164             tt = subst(tt, i, i+2, tos(mask[ty]));
165         }
166     }
167     else{
168         for(int i = 0; i < tt.size(); i++)
169             if(i + 3 < tt.size() && isvar(tt.substr(i, 3))){
170                 int ty = toa(tt.substr(i, 3));
171                 if(mask[ty] == -1){
172                     t2++;
173                     mask[ty] = t2;
174                 }
175             }
176
177         for(int i = 0; i < tt.size(); i++)
178             if(i + 3 < tt.size() && isvar(tt.substr(i, 3))){
179                 int ty = toa(tt.substr(i, 3));
180                 tt = subst(tt, i, i+2, tos(mask[ty]));
181             }
182     }
183
184     for(int i = 0; i < TP.size(); i++)
185         if(TP.substr(i, 3) == tx)
186             TP = subst(TP, i, i + 2, tt);
187
188     if(f == 2){
189
190         P2 = TP;
191         P1 = IP;
192     }
193     else{
194         P1 = TP;
195         P2 = IP;
196     }
197 }
198 }
199 }

```

## Биология. 8–9 класс

### Задача III.1.2.1. (13 баллов)

Какие типы тканей живых организмов называют возбудимыми?

Опишите, в чем отличие возбудимости и раздражимости.

#### Решение

У живых организмов можно обнаружить три типа возбудимых тканей: нервную ткань, железистую ткань и мышечную ткань.

Для описания отличия возбудимости и раздражимости достаточно было дать определения этих понятий:

Раздражимость — способность живого организма реагировать на внешнее воздействие окружающей среды изменением своих физико-химических и физиологических свойств.

Возбудимость — свойство клеток отвечать на раздражение возбуждением.

### *Система оценки*

- Перечисление трех типов возбудимых тканей — 9 баллов.
- Описание отличия возбудимости и раздражимости — 4 балла.

### *Задача III.1.2.2. (12 баллов)*

Важным этапом эволюции животных было формирование многоклеточности — в состав одного организма начали входить несколько разных клеток, между которыми разделены все те функции, которые раньше выполняла одна клетка. Например, клетки костных и мышечных тканей выполняют опорную и двигательную функции, эпителиальная ткань защищает наш организм от внешних воздействий и проникновения в организм различных антигенов.

Какие важные функции выполняет нервная ткань? Перечислите их. Также назовите функциональную единицу нервной системы и отметьте, какое специальное состояние организма поддерживается благодаря работе нервной системы?

### *Решение*

Функции нервной ткани:

- возбудимость;
- раздражимость;
- передача нервного импульса;
- регуляция работы организма.

Функциональная единица нервной системы — нервная клетка (нейрон).

Благодаря работе нервной системы в организме поддерживается гомеостаз.

### *Система оценки*

- Перечисление функций нервной ткани (как минимум четырех основных) — 8 баллов.
- Указано состояние организма, которое поддерживает нервная система — 2 балла.
- Указана функциональная единица нервной системы — 2 балла.

### **Задача III.1.2.3. (14 баллов)**

С помощью нервно-мышечной системы человек может выполнять простые, известные вам функции (например, сгибание ноги).

Что является функциональным элементом (функциональной единицей) нервно-мышечной системы?

Опишите, из чего состоит функциональный элемент?

На какие два основных типа можно разделить функциональные элементы нервно-мышечной системы? Опишите их.

#### **Решение**

Функциональная единица — моторная, или двигательная единица (ДЕ).

Функциональный элемент включает в себя группу мышечных волокон и иннервирующий их мотонейрон.

Двигательные единицы бывают медленными и быстрыми (есть также промежуточные типы), также можно было указать, что моторные единицы бывают быстроутомляемые и устойчивые к утомлению.

Медленные, устойчивые к утомлению двигательные единицы состоят из мотонейронов малого размера, имеющих низкий порог возбудимости, высокое входное сопротивление. При деполяризации мелких нейронов возникает продолжительный разряд с незначительной адаптацией. Мотонейроны с такими свойствами называются тоническими. Небольшой диаметр аксона (до 5–7 мкм) объясняет и невысокую, по сравнению с более толстыми, скорость проведения возбуждения. Мышечные волокна, входящие в ДЕ этого типа, относятся к красным волокнам (тип I), имеющим наименьший диаметр, скорость их сокращения минимальна, максимальное напряжение слабее, чем белых волокон (тип II), они характеризуются малой утомляемостью.

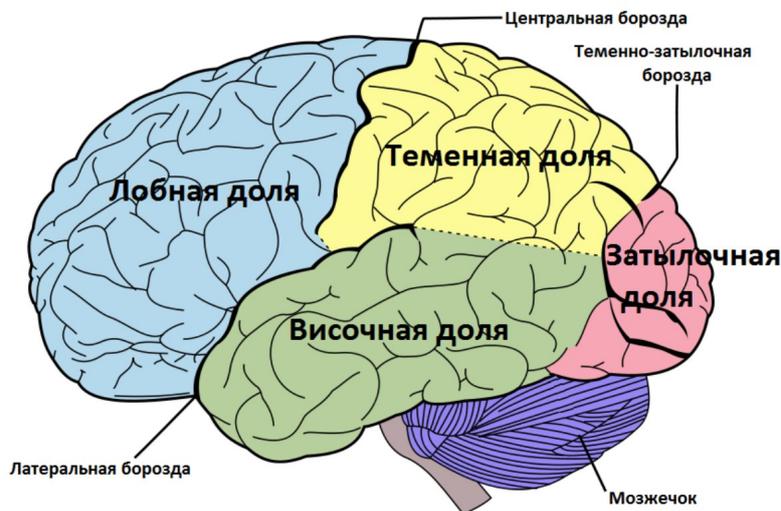
Быстрые, быстроутомляемые двигательные единицы сформированы из крупных (до 100 мкм в поперечнике) мотонейронов, имеющих высокий порог возбуждения, диаметр их аксонов наибольший (до 15 мкм), скорость проведения возбуждения достигает 120 м/с, высокочастотная импульсация кратковременна и быстро спадает, т.к. происходит быстрая адаптация. Крупные мотонейроны относятся к нейронам фазического типа. Входящие в эти ДЕ мышечные волокна относятся ко II типу (белые волокна). Они способны развивать значительное напряжение, но быстро утомляются. Как правило, ДЕ этого типа содержат большое число мышечных волокон (большие ДЕ).

#### **Система оценки**

- Указано названия функционального элемента — 2 балла.
- Указано, из чего состоит функциональный элемент — 4 балла.
- Указаны типы функциональных элементов — 2 балла.
- Описаны типы функциональных элементов — 6 баллов.

### Задача III.1.2.4. (8 баллов)

На рисунке представлено схематическое изображение долей головного мозга человека. Какой участок коры больших полушарий располагается в затылочной доле? Перечислите, какие функции выполняет затылочная доля.



### Решение

Выделяют первичную и вторичную зрительную кору. Здесь происходит обработка зрительной информации. Вначале обрабатываются наиболее простые сигналы в первичной зрительной коре (распознавание точки, прямой), а далее более сложные (вначале распознавание более сложных форм, далее уже целых предметов). Распознавание происходит на основе уже известных зрительных шаблонов.

Затылочная (зрительная) кора.

### Система оценки

- Описаны функции затылочной доли — 4 балла.
- Указано, какая кора расположена в затылочной области — 4 балла.

### Задача III.1.2.5. (20 баллов)

Исследователи провели эксперимент и получили следующие результаты: одна группа котят не могла спуститься по лестнице, но легко обходила препятствия в виде, например, ножек стула, а особи из другой группы не распознавали ножки стульев, не могли их обойти и ударялись в них, но могли без проблем спуститься по лестнице.

Придумайте эксперимент, в результате которого вы получили бы такие результаты. Объясните суть наблюдаемого явления, какие отделы мозга задействованы в данном случае? Почему важно в данном эксперименте использовать именно котят?

## Решение

В данном эксперименте исследовалась специфическая форма зрительной стимуляции кортикальных нейронов, а именно стимуляция линиями ориентированными определенным образом. Есть несколько вариантов дизайна эксперимента, один из которых — изготовление специальных масок для жизни котят в первые 10–12 недель, лишивших их нормальной визуальной стимуляции: один глаз видел только три черные горизонтальные линии на белом фоне, а второй — три черные вертикальные линии на таком же белом фоне (см. также Muir & Mitchell., 1973). По окончании эксперимента исследователи изучали активность кортикальных нейронов котят и определяли, какой из способов стимуляции вызывает наибольшую активность каждого нейрона. В отличие от активности кортикальных нейронов нормальных котят, которые реагировали на все варианты ориентации стимулов, включая и их диагональное расположение, активность кортикальных нейронов экспериментальных животных кардинально изменилась: они возбуждались только под влиянием либо горизонтально, либо вертикально расположенных стимулов и продемонстрировали недостаточную активность при стимуляции наклонными или диагональными раздражителями. Более того, кортикальные нейроны, активируемые горизонтальными стимулами, возбуждались только в результате стимуляции того глаза, который во время ношения маски видел горизонтальные линии. Напротив, нейроны, в которых потенциалы действия возникают под влиянием вертикальных стимулов, активировались только при стимуляции того глаза, который во время ношения маски видел вертикальные линии. Авторы так сформулировали вывод, к которому пришли на основании проведенного исследования:

Изменение реакции кортикальных нейронов на пространственную ориентацию стимулов, обнаруженное нами в результате таких экспериментальных условий, при которых котенку одновременно предъявлялись два разных стимула, свидетельствует о том, что внешняя стимуляция способна селективно и предсказуемо изменить функционирование нейронных связей.

Также есть другой вариант дизайна условий депривации (Blakemore & Cooper, 1970). Двухнедельных котят поодиночке помещали в специальную цилиндрическую камеру, боковая поверхность которой была покрыта горизонтальными или вертикальными полосами, а низ и верх были зеркальными, что создавало иллюзию бесконечного стимульного паттерна.

Ежедневно котят проводили в цилиндрической камере по 5 часов, а остальное время пребывали в темноте. Спустя приблизительно пять месяцев их зрение было протестировано на восприятие стимульного материала, содержащего линии с разными углами наклона. Оказалось, что котят не видят ничего, кроме стимулов, ориентированных точно так же, как и полосы на поверхности камеры. Они реагировали только на такую ориентацию стимулов, к которой они привыкли во время эксперимента: котят, которых держали в цилиндрической камере с горизонтальными полосами на боковой поверхности, реагировали только на горизонтально ориентированные стимулы, а котят, которых держали в цилиндрической камере с вертикальными полосами на боковой поверхности, — только на вертикальные стимулы.

На практике это выглядело так, что с черной палкой, которую держали горизонтально, попыталась поиграть только кошка, зрительный опыт которой был ограничен черными горизонтальными полосами; кошка, имевшая лишь «вертикальный опыт», проигнорировала ее. Когда палку внезапно повернули на 90°, кошки поменялись ролями: теперь уже с ней пыталась играть та, которая выросла в окружении черных

вертикальных полос, а другая не обращала на палку никакого внимания.

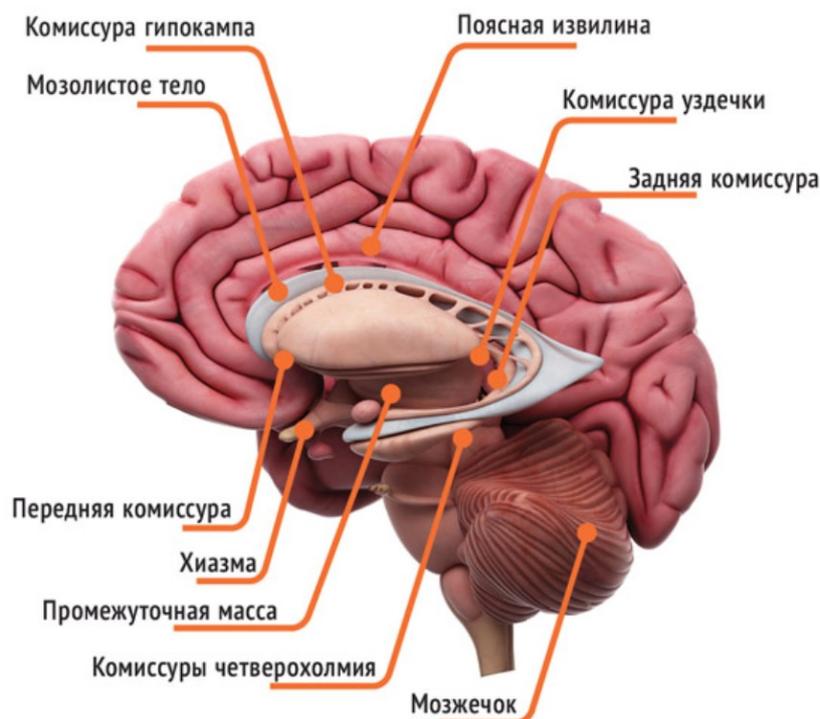
В эксперименте задействованы первые слои заднего(затылочного) участка коры головного мозга, отвечающей за восприятие образов. Система слоев — усложнение анализа зрительной информации послойно — от линий и форм до узнавания образов.

### *Система оценки*

- Описан дизайн эксперимента, описаны подробности реализации — 10 баллов.
- Описаны механизмы полученных результатов — 10 баллов.

### *Задача III.1.2.6. (19 баллов)*

Познакомимся с известным экспериментом по исследованию асимметрии головного мозга. Некоторое время с 1961 года по медицинским показаниям проводилось рассечение мозолистого тела и передней комиссуры. Показанием к рассечению была тяжелая форма эпилепсии, которая не могла быть облегчена существующими на тот момент методами. После операции пациенты чувствовали себя как и до операции, не наблюдалось «раздвоения» личности, и других видимых серьезных последствий.



Тем не менее, Майк Газзанига в лаборатории Роберта Сперри в Калифорнийском техническом университете смог спроектировать и провести эксперимент, благодаря которому были обнаружены серьезные изменения, возникающие после проведения данной операции.

Дизайн эксперимента был следующим: испытуемый садился перед экраном, который позволял показывать изображения и слова только для правого и левого поля зрения. Далее испытуемому предлагались изображения, например, изображение ложки, и, если оно появлялось в правом поле зрения, то испытуемый без труда называл то,

что видит, а если изображение появлялось в левом поле зрения — то испытуемый отвечал, что ничего не видит. Объясните, почему так происходило? Могут ли быть отличия между «правшами» и «левшами»?

### *Решение*

У людей зрительные нервы от каждого глаза встречаются в так называемом зрительном перекресте (или хиазме). Там каждый нерв разделяется на два. Половина нервных волокон, расположенная ближе к середине тела (внутренняя), после хиазмы продолжается в противоположную часть мозга, а наружная (внешняя) половина остается на той же стороне мозга.

Таким образом, части обоих глаз, собирающие информацию от правого поля зрения, передают ее левому полушарию, а информация от левого поля зрения идет в правое полушарие и там обрабатывается. В экспериментах на животных с рассеченным мозолистым телом зрительная информация не переходит из одного полушария в другое. Только правая часть мозга имеет доступ к информации, поступающей от левого поля зрения, и наоборот. Такое устройство зрительной системы позволяет подавать информацию только одной половине мозга животного.

Поскольку центр речи у пациента находится в левом полушарии, он сможет называть объекты, которые оно «<видит»», т. е. объекты, предъявленные его левому полушарию. Соответственно пациент с легкостью распознавал изображение ложки, находившееся в его правом поле зрения и не смог его назвать, если оно располагалось в левом поле зрения.

Может показаться, что пациент просто слеп к стимулам, которые возникают в его левом поле зрения. Однако дальнейшее исследование показало, что это не так. Хотя оба полушария могут управлять близкими к ним мышцами лица и плеч, удаленные от них мышцы кистей рук контролируются разными полушариями. Так, левая часть мозга управляет правой кистью, а правая — левой кистью. Если человек не видит своих рук, то левый мозг понятия не имеет, чем занимается правая кисть, и наоборот. Если спланировать эксперимент, в котором пациент, до того как дать словесный ответ (контролируемый левым полушарием), мог отреагировать на увиденный стимул левой рукой (контролируемой правым), используя кодовую таблицу азбуки Морзе, то можно получить интересный результат. После предъявления вспышки света правому полушарию пациент нажимал на клавишу левой рукой, но заявлял, что ничего не видел. Т.е. правое полушарие не потеряло способность воспринимать зрительные стимулы, оно прекрасно видело вспышку и смогло сообщить об этом с помощью азбуки Морзе. Единственной причиной, по которой пациент отрицал, что видел вспышку, могло быть только то, что передача информации между двумя полушариями была полностью прервана.

Дальнейшие эксперименты показали, что любая зрительная, осязательная, проприоцептивная, слуховая или обонятельная информация, которая предъявлялась одному полушарию, обрабатывалась только в нем, а другая половина мозга об этом совершенно ничего не знает. Левая половина не представляла, над чем работает правая, и наоборот. В эксперименте с расщепленным мозгом было обнаружено, что левое полушарие и его речевой центр не имеют доступа к информации, которая предъявляется правой половине мозга.

В более поздних экспериментах с другими пациентами помещали различные предметы в пределах досягаемости левой кисти, но загораживали их от взгляда.

Изображение одного из предметов предъявляли правому полушарию. Левая рука пациента могла ощупывать предметы и выбирала именно тот, который показывали. Но когда пациента спрашивали, видел ли он что-нибудь, или что у него в левой руке, он отрицал, что видел картинку, и не мог описать, что держал в левой руке. Или мы посылали изображение велосипеда правому полушарию и спрашивали пациента, видел ли он что-нибудь. Опять-таки он отвечал отрицательно, но его левая рука рисовала велосипед.

Вскоре стало очевидно, что правое полушарие лучше выполняет зрительно — пространственные задачи. Левая рука, контролируемая правым полушарием, без труда могла сложить цветные кубики так, чтобы воспроизвести их порядок с картинки, предъявленной правому полушарию, а вот правая рука, когда изображение показывали левому полушарию, решала подобную задачу целую вечность. Левая рука могла копировать и рисовать объемные картинки, тогда как правая, та самая, которая запросто может написать текст, была не в состоянии нарисовать куб. Оказалось, правое полушарие специализируется на решении таких задач, как узнавание правильных (не перевернутых) лиц, концентрация внимания и различение сенсорных сигналов. Левое полушарие связано с интеллектом. Оно специализируется на языке, речи и разумном поведении. После комиссуротомии вербальный коэффициент интеллекта пациента не меняется, как и его способность решать задачи. Могли наблюдаться некоторые нарушения свободного припоминания и других показателей работоспособности, однако изоляция, по существу, половины коры головного мозга от доминантного левого полушария не вызывает никаких серьезных изменений, связанных с когнитивными функциями. Возможности левого полушария остаются такими же, как и до операции, при этом в значительной степени отделенное от него, равное по объему правое полушарие серьезно сдает в решении когнитивных задач.

### *Система оценки*

- Понимание строения мозга и особенностей обработки информации — 10 баллов.
- Понимание особенностей строения мозга у правшей и левшей — 9 баллов.

### ***Задача III.1.2.7. (6 баллов)***

Как вы можете знать, потенциал действия миоцита составляет около 5–10 миллисекунд. Тем не менее, человек не может отреагировать на какое либо явление за 10 миллисекунд, время реакции состоит из суммы различных факторов, таких как скорость проведения сигнала по нервным волокнам, принятие решения о действии различными отделами коры и т. д.

По вашей оценке, каким может быть время самой быстрой реакции на какое-либо событие у человека (например, зеленый сигнал светофора)? Дайте ответ в миллисекундах.

Также время реакции коррелирует с альфа-ритмом головного мозга, частота которого составляет ... (ответ дайте в Герцах)

### *Решение*

Минимальная скорость реакции составляет около 100 миллисекунд.

Альфа-ритм — ритм головного мозга в полосе частот от 8 до 14 Гц.

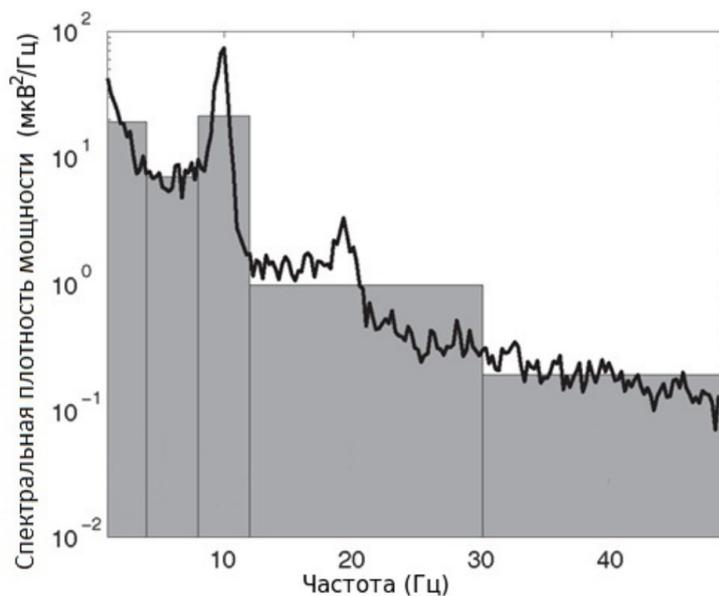
### Система оценки

- Приведена оценка скорости реакции — 3 балла.
- Указана частота альфа-ритма — 3 балла.

### Задача III.1.2.8. (8 баллов)

Что изображено на графике?

Как можно охарактеризовать серые столбцы?



### Решение

На графике изображена спектральная плотность мощности (СПМ) волн головного мозга на определенных частотах (насколько мощна амплитуда волн мозга на определенных частотах). Серые столбцы по ширине разделены по частотам, которые являются границами общепринятых ритмов головного мозга (дельта, гамма, альфа, бета, тета ритмы), а высота столбцов — это среднее значение СПМ волн мозга с данными частотами («средняя СПМ ритма мозга»).

### Система оценки

- Указано, что конкретно изображено на графике — 3 балла.
- Указано, что конкретно отражают серые столбцы на графике — 5 баллов.

## Биология. 10–11 класс

### Задача III.1.3.1. (10 баллов)

В организме человека и животных присутствуют две взаимосвязанные системы для координации функций — нервная и эндокринная системы. Хотя эти системы и взаимосвязаны, тем не менее, можно проследить различия по, как минимум, пяти параметрам:

- способ регуляции (как проводится сигнал?);
- скорость регуляции;
- длительность изменений, за которые отвечают системы;
- особенности системы проведения (в одном случае, специфичный путь и неспецифичная мишень, в другом — путь неспецифичен, специфична мишень);
- локализация ответа (ограничен ли ответ одним органом или может быть генерализованным).

В ответе нужно сравнить две системы, описать характеристики приведенных признаков для каждой из систем.

#### Решение

Нервная регуляция	Гормональная регуляция
Электрическое и химическое проведение (нервные импульсы и нейромедиаторы в синапсах)	Химическое проведение (гормоны) по кровеносной системе
Быстрые проведение и ответ	Более медленное проведение и отсроченный ответ (исключением является адреналин)
В основном кратковременные изменения	В основном долговременные изменения
Специфический путь распространения сигнала (по нейронам)	Неспецифический путь распространения (с кровью по всему телу) к специфической мишени
Ответ часто узко локализован (например, одна мышца)	Ответ может быть крайне генерализованным (например, рост)

#### Система оценки

- В ответе описаны признаки, характерные для систем, пять признаков для каждой системы — 10 баллов.

### Задача III.1.3.2. (14 баллов)

С помощью нервно-мышечной системы человек может выполнять простые, известные вам функции (например, сгибание ноги).

Что является функциональным элементом (функциональной единицей) нервно-мышечной системы?

Опишите, из чего состоит функциональный элемент?

На какие два основных типа можно разделить функциональные элементы нервно-мышечной системы? Опишите их.

### *Решение*

Функциональная единица – моторная, или двигательная единица (ДЕ).

Функциональный элемент включает в себя группу мышечных волокон и иннервирующий их мотонейрон.

Двигательные единицы бывают медленными и быстрыми (есть также промежуточные типы), также можно было указать, что моторные единицы бывают быстроутомляемые и устойчивые к утомлению.

Медленные, устойчивые к утомлению двигательные единицы состоят из мотонейронов малого размера, имеющих низкий порог возбудимости, высокое входное сопротивление. При деполяризации мелких нейронов возникает продолжительный разряд с незначительной адаптацией. Мотонейроны с такими свойствами называются тоническими. Небольшой диаметр аксона (до 5 -7 мкм) объясняет и невысокую, по сравнению с более толстыми, скорость проведения возбуждения. Мышечные волокна, входящие в ДЕ этого типа, относятся к красным волокнам (тип I), имеющим наименьший диаметр, скорость их сокращения минимальна, максимальное напряжение слабее, чем белых волокон (тип II), они характеризуются малой утомляемостью.

Быстрые, быстроутомляемые двигательные единицы сформированы из крупных (до 100 мкм в поперечнике) мотонейронов, имеющих высокий порог возбуждения, диаметр их аксонов наибольший (до 15 мкм), скорость проведения возбуждения достигает 120 м/с, высокочастотная импульсация кратковременна и быстро спадает, т.к. происходит быстрая адаптация. Крупные мотонейроны относятся к нейронам фазического типа. Входящие в эти ДЕ мышечные волокна относятся ко II типу (белые волокна). Они способны развивать значительное напряжение, но быстро утомляются. Как правило, ДЕ этого типа содержат большое число мышечных волокон (большие ДЕ).

### *Система оценки*

- Указано название функционального элемента 2 балла.
- Указано, из чего состоит функциональный элемент 4 балла.
- Указаны типы функциональных элементов 2 балла.
- Описаны типы функциональных элементов 6 баллов.

### *Задача III.1.3.3. (10 баллов)*

Дайте определение спонтанной (фоновой) и вызванной электрической активности головного мозга.

В каких условиях мы можем наблюдать каждую из данных активностей? Можем ли наблюдать одновременно?

### *Решение*

Спонтанная, или фоновая активность головного мозга, это электрические потенциалы, возникающие вне явной связи с такими изменениями внешней и внутренней среды организма, которые могли бы рассматриваться в качестве стимула.

Вызванная электрическая активность, это изменение электрической активности головного мозга, возникающее в постстимульном интервале в ответ на афферентную стимуляцию или на прямое раздражение структур мозга. Различают вызванную активность одиночных нейронов, вызванные комплексные реакции, вызванные потенциалы и др.

В условиях покоя мы наблюдаем фоновую электрическую активность головного мозга, а при наличии события/раздражителя, ещё и вызванную, т. к. должен последовать некоторый ответ.

Оба вида активности могут наблюдаться одновременно, т. к. организм не прекращает свою жизнедеятельность при происхождении какого-либо события.

### *Система оценки*

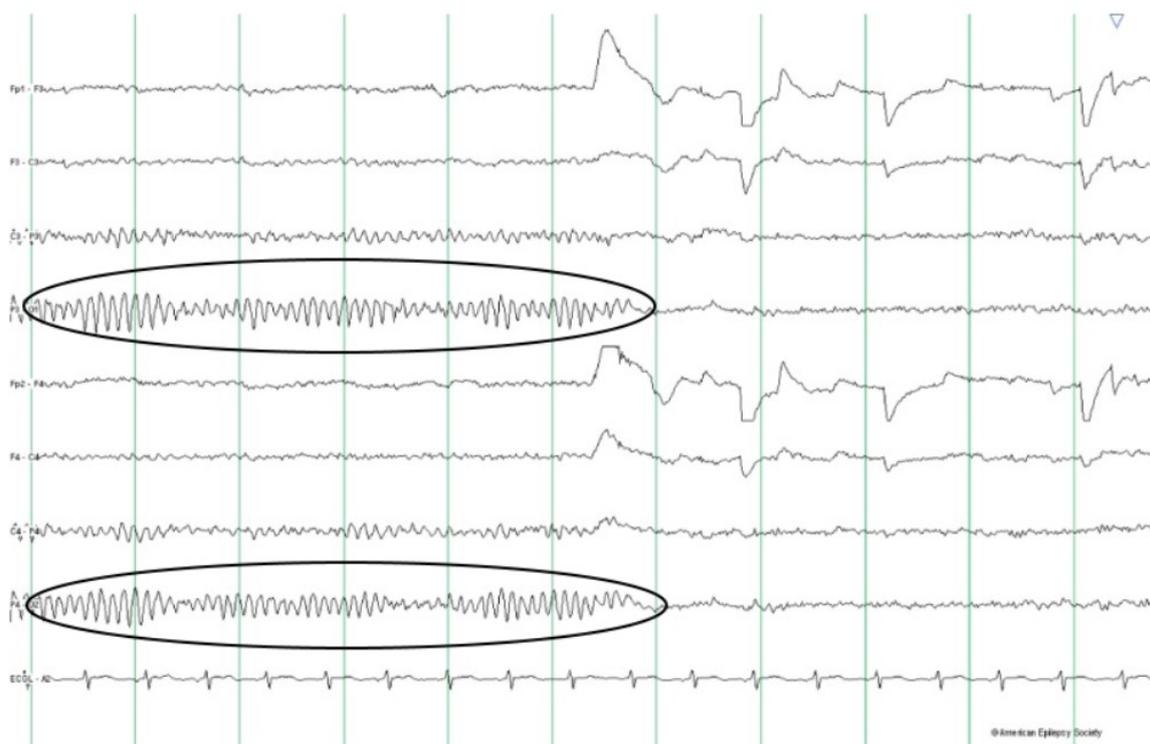
- Даны определения разным типам активности головного мозга — 4 балла.
- Описаны условия, в которых можно измерить данные активности — 4 балла.
- Можем или нет наблюдать одновременно? — 2 балла.

### *Задача III.1.3.4. (8 баллов)*

Проанализируйте представленный график

Какие волны выделены на графике?

По какой причине данные волны можно выделить только на части графика?



### *Решение*

На графике представлены волны ЭЭГ, из которых выделены волны альфа-ритма, они имеют характерную форму «веретена».

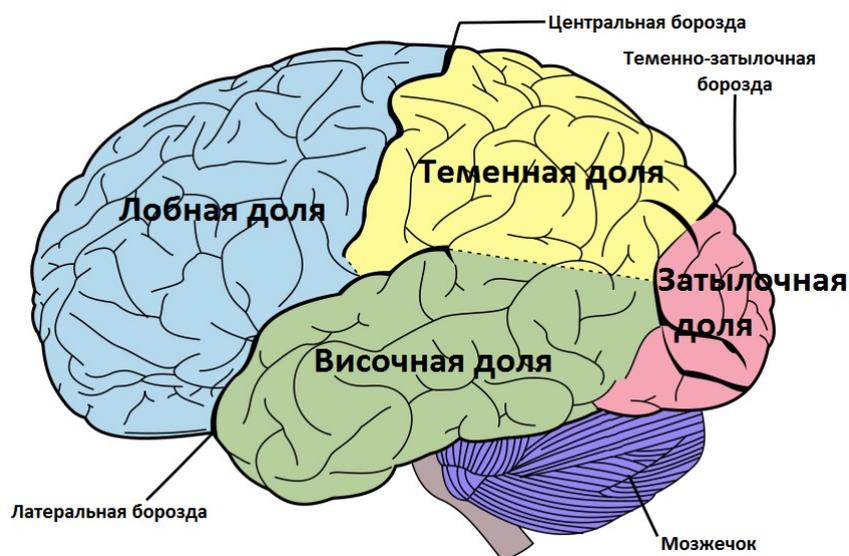
Волны чаще всего можно наблюдать тогда, когда у человека закрыты глаза, после их открытия альфа-веретена пропадают.

### *Система оценки*

- Указано, какие волны выделены на графике — 4 балла.
- Указано, почему видим данные волны не на всем графике — 4 балла.

### *Задача III.1.3.5. (12 баллов)*

На рисунке представлено схематическое изображение долей головного мозга человека. Какой участок коры больших полушарий располагается в затылочной доле? Какие функции выполняет затылочная доля? Какие функции выполняет лобная доля?



### Решение

1. Затылочная (зрительная) кора.
2. Выделяют первичную и вторичную зрительную кору. Здесь происходит обработка зрительной информации. Вначале обрабатываются наиболее простые сигналы в первичной зрительной коре (распознавание точки, прямой), а далее более сложные (вначале распознавание более сложных форм, далее уже целых предметов). Распознавание происходит на основе уже известных зрительных шаблонов.
3. В лобной доле выделяют множество структур, здесь расположена зона Брока, первичная и вторичная двигательная кора. Также она является центром сложных когнитивных процессов, мыслительных функций, отвечает за интеллект, образное и логическое мышление. В префронтальной области будет происходить прогнозирование совершенных действий, планирование, отвечает за социальное поведение. Премоторная и дополнительная моторная кора будут отвечать за реализацию движений, а также составление и корректировку двигательных актов. Зона Брока отвечает за воспроизведение речи, восприятие речи будет происходить уже в височной доле.

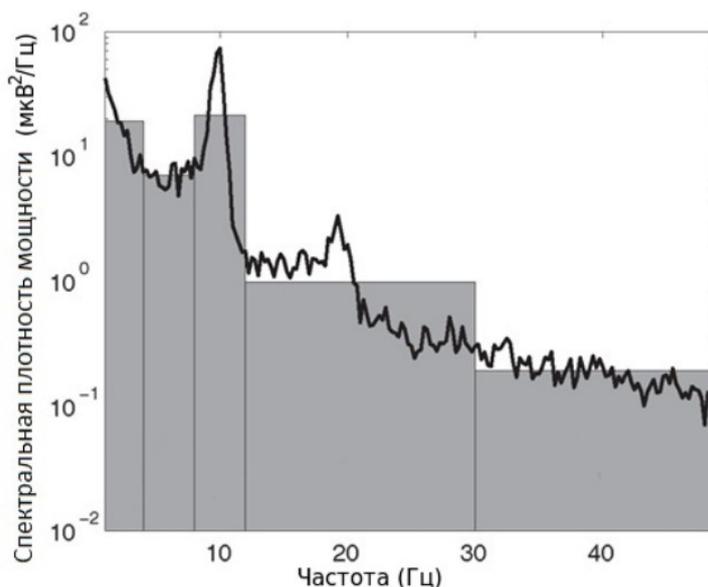
### Система оценки

1. Описаны функции затылочной доли — 4 балла.
2. Указано, какая кора располагается в затылочной доле — 4 балла.
3. Описаны функции лобной доли — 4 балла.

### Задача III.1.3.6. (8 баллов)

Что изображено на графике?

Как можно охарактеризовать серые столбцы?



### *Решение*

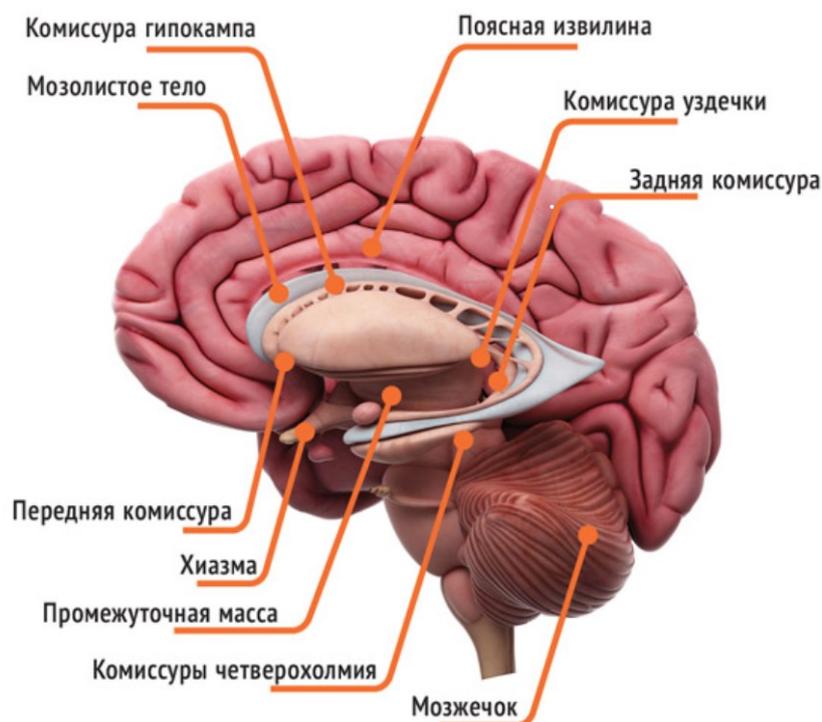
На графике изображена спектральная плотность мощности (СПМ) волн головного мозга на определенных частотах (насколько мощна амплитуда волн мозга на определенных частотах). Серые столбцы по ширине разделены по частотам, которые являются границами общепринятых ритмов головного мозга (дельта, гамма, альфа, бета, тета ритмы), а высота столбцов — это среднее значение СПМ волн мозга с данными частотами («средняя СПМ ритма мозга»).

### *Система оценки*

- Указано, что конкретно изображено на графике — 3 балла.
- Указано, что конкретно отражают серые столбцы на графике — 5 баллов.

### **Задача III.1.3.7. (18 баллов)**

Ознакомимся с известным экспериментом по исследованию асимметрии головного мозга. Некоторое время с 1961 года по медицинским показаниям проводилось рассечение мозолистого тела и передней комиссуры. Показанием к рассечению была тяжелая форма эпилепсии, которая не могла быть облегчена имеющимися на тот момент методами. После операции пациенты чувствовали себя как и до операции, не наблюдалось «раздвоения» личности, и других видимых серьезных последствий.



Тем не менее, Майк Газзанига в лаборатории Роберта Сперри в Калифорнийском техническом университете смог спроектировать и провести эксперимент, благодаря которому были обнаружены серьезные изменения, возникающие после проведения данной операции.

Дизайн эксперимента был следующим: испытуемый садился перед экраном, который позволял показывать изображения и слова только для правого и левого поля зрения. Далее испытуемому предлагались изображения, например: изображение ложки, и если оно появлялось в правом поле зрения, то испытуемый без труда называл то, что видит, а если изображение появлялось в левом поле зрения — то испытуемый отвечал, что ничего не видел. Далее, если в левом поле зрения появлялся текст, например «кольцо», то испытуемый не мог произнести это слово, как вы понимаете, с правым полем зрения таких проблем не возникло. Объясните, почему так происходило? Могут ли быть отличия между «правшами» и «левшами»?

### *Решение*

У людей зрительные нервы от каждого глаза встречаются в так называемом зрительном перекресте (или хиазме). Там каждый нерв разделяется на два. Половина нервных волокон, расположенная ближе к середине тела (внутренняя), после хиазмы продолжается в противоположную часть мозга, а наружная (внешняя) половина остается на той же стороне мозга.

Таким образом, части обоих глаз, собирающие информацию от правого поля зрения, передают ее левому полушарию, а информация от левого поля зрения идет в правое полушарие и там обрабатывается. В экспериментах на животных с рассеченным мозолистым телом зрительная информация не переходит из одного полушария в другое. Только правая часть мозга имеет доступ к информации, поступающей от левого поля зрения, и наоборот. Такое устройство зрительной системы позволяет подавать информацию только одной половине мозга животного.

Поскольку центр речи у пациента находится в левом полушарии, он сможет назвать объекты, которые оно «видит», т.е. объекты, предъявленные его левому полушарию. Соответственно пациент с легкостью распознавал изображение ложки, находившееся в его правом поле зрения и не смог его назвать, если оно располагалось в левом поле зрения.

Может показаться, что пациент просто слеп к стимулам, которые возникают в его левом поле зрения. Однако дальнейшее исследование показало, что это не так. Хотя оба полушария могут управлять близкими к ним мышцами лица и плеч, удаленные от них мышцы кистей рук контролируются разными полушариями. Так, левая часть мозга управляет правой кистью, а правая — левой кистью. Если человек не видит своих рук, то левый мозг понятия не имеет, чем занимается правая кисть, и наоборот. Если спланировать эксперимент, в котором пациент, до того как дать словесный ответ (контролируемый левым полушарием), мог отреагировать на увиденный стимул левой рукой (контролируемой правым), используя кодовую таблицу азбуки Морзе, то можно получить интересный результат. После предъявления вспышки света правому полушарию пациент нажимал на клавишу левой рукой, но заявлял, что ничего не видел. Т. е. правое полушарие не потеряло способность воспринимать зрительные стимулы, оно прекрасно видело вспышку и смогло сообщить об этом с помощью азбуки Морзе. Единственной причиной, по которой пациент отрицал, что видел вспышку, могло быть только то, что передача информации между двумя полушариями была полностью прервана.

Дальнейшие эксперименты показали, что любая зрительная, осязательная, проприоцептивная, слуховая или обонятельная информация, которая предъявлялась одному полушарию, обрабатывалась только в нем, а другая половина мозга об этом совершенно ничего не знает. Левая половина не представляла, над чем работает правая, и наоборот. В эксперименте с расщепленным мозгом было обнаружено, что левое полушарие и его речевой центр не имеют доступа к информации, которая предъявляется правой половине мозга.

В более поздних экспериментах с другими пациентами помещали различные предметы в пределах досягаемости левой кисти, но загораживали их от взгляда. Изображение одного из предметов предъявляли правому полушарию. Левая рука пациента могла ощупывать предметы и выбирала именно тот, который показывали. Но когда пациента спрашивали, видел ли он что-нибудь, или что у него в левой руке, он отрицал, что видел картинку, и не мог описать, что держал в левой руке. Или мы посылали изображение велосипеда правому полушарию и спрашивали пациента, видел ли он что-нибудь. Опять-таки он отвечал отрицательно, но его левая рука рисовала велосипед.

Вскоре стало очевидно, что правое полушарие лучше выполняет зрительно — пространственные задачи. Левая рука, контролируемая правым полушарием, без труда могла сложить цветные кубики так, чтобы воспроизвести их порядок с картинки, предъявленной правому полушарию, а вот правая рука, когда изображение показывали левому полушарию, решала подобную задачу целую вечность. Левая рука могла копировать и рисовать объемные картинки, тогда как правая, та самая, которая запросто может написать текст, была не в состоянии нарисовать куб. Оказалось, правое полушарие специализируется на решении таких задач, как узнавание правильных (не перевернутых) лиц, концентрация внимания и различение сенсорных сигналов. Левое полушарие связано с интеллектом. Оно специализируется на языке, речи и разумном поведении. После комиссуротомии вербальный коэффициент

ент интеллекта пациента не меняется, как и его способность решать задачи. Могли наблюдаться некоторые нарушения свободного припоминания и других показателей работоспособности, однако изоляция, по существу, половины коры головного мозга от доминантного левого полушария не вызывает никаких серьезных изменений, связанных с когнитивными функциями. Возможности левого полушария остаются такими же, как и до операции, при этом в значительной степени отделенное от него, равное по объему правое полушарие серьезно сдает в решении когнитивных задач.

- Понимание строения мозга и особенностей обработки информации — 12 баллов.
- Понимание особенностей строения мозга у правой и левой — 6 баллов.

### ***Задача III.1.3.8. (20 баллов)***

Исследователи провели эксперимент и получили следующие результаты: одна группа котят не могла спуститься по лестнице, но легко обходила препятствия в виде, например, ножек стула а особи из другой группы не распознавали ножки стульев, не могли их обойти и ударялись в них, но могли без проблем спуститься по лестнице.

Придумайте эксперимент, в результате которого вы получили бы такие результаты. Объясните суть наблюдаемого явления, какие отделы мозга задействованы в данном случае? Почему важно в данном эксперименте использовать именно котят?

### ***Решение***

В данном эксперименте исследовалась специфическая форма зрительной стимуляции кортикальных нейронов, а именно стимуляция линиями ориентированными определенным образом. Есть несколько вариантов дизайна эксперимента, один из из-готовление специальных масок для жизни котят в первые 10–12 недель, лишивших их нормальной визуальной стимуляции: один глаз видел только три черные горизонтальные линии на белом фоне, а второй — три черные вертикальные линии на таком же белом фоне (см. также Muir & Mitchell., 1973). По окончании эксперимента исследователи изучали активность кортикальных нейронов котят и определяли, какой из способов стимуляции вызывает наибольшую активность каждого нейрона. В отличие от активности кортикальных нейронов нормальных котят, которые реагировали на все варианты ориентации стимулов, включая и их диагональное расположение, активность кортикальных нейронов экспериментальных животных кардинально изменилась: они возбуждались только под влиянием либо горизонтально, либо вертикально расположенных стимулов и продемонстрировали недостаточную активность при стимуляции наклонными или диагональными раздражителями. Более того, кортикальные нейроны, активируемые горизонтальными стимулами, возбуждались только в результате стимуляции того глаза, который во время ношения маски видел горизонтальные линии. Напротив, нейроны, в которых потенциалы действия возникают под влиянием вертикальных стимулов, активировались только при стимуляции того глаза, который во время ношения маски видел вертикальные линии. Авторы так сформулировали вывод, к которому пришли на основании проведенного исследования: «изменение реакции кортикальных нейронов на пространственную ориентацию стимулов, обнаруженное нами в результате таких экспериментальных условий, при которых котенку одновременно предъявлялись два разных стимула, свидетельствует о том, что внешняя стимуляция способна селективно и предсказуемо изменить функционирование нейронных связей.»

Также есть другой вариант дизайна условий депривации (Blakemore & Cooper, 1970). Двухнедельных котят поодиночке помещали в специальную цилиндрическую камеру, боковая поверхность которой была покрыта горизонтальными или вертикальными полосами, а низ и верх были зеркальными, что создавало иллюзию бесконечного стимульного паттерна.

Ежедневно котят проводили в цилиндрической камере по 5 часов, а остальное время пребывали в темноте. Спустя приблизительно пять месяцев их зрение было протестировано на восприятие стимульного материала, содержащего линии с разными углами наклона. Оказалось, что котят не видят ничего, кроме стимулов, ориентированных точно так же, как и полосы на поверхности камеры. Они реагировали только на такую ориентацию стимулов, к которой они привыкли во время эксперимента: котят, которых держали в цилиндрической камере с горизонтальными полосами на боковой поверхности, реагировали только на горизонтально ориентированные стимулы, а котят, которых держали в цилиндрической камере с вертикальными полосами на боковой поверхности, — только на вертикальные стимулы.

На практике это выглядело так, что с черной палкой, которую держали горизонтально, попыталась поиграть только кошка, зрительный опыт которой был ограничен черными горизонтальными полосами; кошка, имевшая лишь «вертикальный опыт», проигнорировала ее. Когда палку внезапно повернули на  $90^\circ$ , кошки поменялись ролями: теперь уже с ней пыталась играть та, которая выросла в окружении черных вертикальных полос, а другая не обращала на палку никакого внимания.

В эксперименте задействованы первые слои заднего(затылочного) участка коры головного мозга, отвечающей за восприятие образов. Система слоев — усложнение анализа зрительной информации послойно — от линий и форм до узнавания образов.

### *Система оценки*

- Описан дизайн эксперимента, описаны подробности реализации — 10 баллов.
- Описаны механизмы полученных результатов — 10 баллов.