

# Использование пакета Microsoft Office

**Посредством написания  
макросов для Excel**

# Особенности ПО для моделирования

Имитационное моделирование характеризуется наличием параметров, которые являются случайными величинами.

Поэтому ПО, используемое для моделирования, должно обладать средствами генерации случайных величин, которые имеют различное распределение.

# Универсальные языки

Универсальные языки обладают средствами генерации равномерно распределенных случайных величин на отрезке.

Например, в языке C#:

```
Random r = new Random();  
int k = r.Next(255);
```

Для получения других распределений требуется писать дополнительные процедуры.

# Расчетные ПО для моделирования

Для проведения расчетов по имитационным моделям могут использоваться:

- Математические пакеты (Mathematica, Matlab и пр.);
- Офисные пакеты (MS Office в части MS Excel).

# Почему удобно использовать MS Excel

Программа MS Excel обладает:

- Специальным набором функций, которые позволяют вычислять функции распределения случайных величин;
- Средствами графического представления данных (построители диаграмм);
- Собственным языком программирования (VBA), с помощью которого можно задавать сложные расчетные алгоритмы;
- Набором элементов управления, которые можно внедрять в рабочие листы электронных таблиц;
- Удобным способом сохранения данных в виде электронных таблиц;
- Использование формул в ячейках для вычисляемых полей.

# Особенности хранения данных

Файл MS Excel представляет собой **книгу**, которая состоит из набора листов.

Каждый **лист** представляет собой таблицу ячеек.

Каждая **ячейка** может хранить информацию и адресуется именем столбца и номером строки.

**Ячейки** могут быть вычисляемы, т.е. содержать формулу вычисления по другим ячейкам или их диапазону.

Каждый лист имеет программный модуль, который содержит функции-обработчики событий с данным листом.



# Функции генерации случайных величин

Две основные функции генерации случайных величин:

- Функция генерации дискретного распределения на интервале;
- Функция генерации равномерного распределения на отрезке.

Для других распределений используются специальные процедуры, например:

- Нормальное распределение – генерируется несколько равномерно распределенных случайных величин, вычитается среднее, делится на среднеквадратичное отклонение;
- Экспоненциальное распределение  $\frac{1}{\lambda} \ln(1 - p)$ , где  $p$  – равномерно распределенная величина на  $[0;1]$

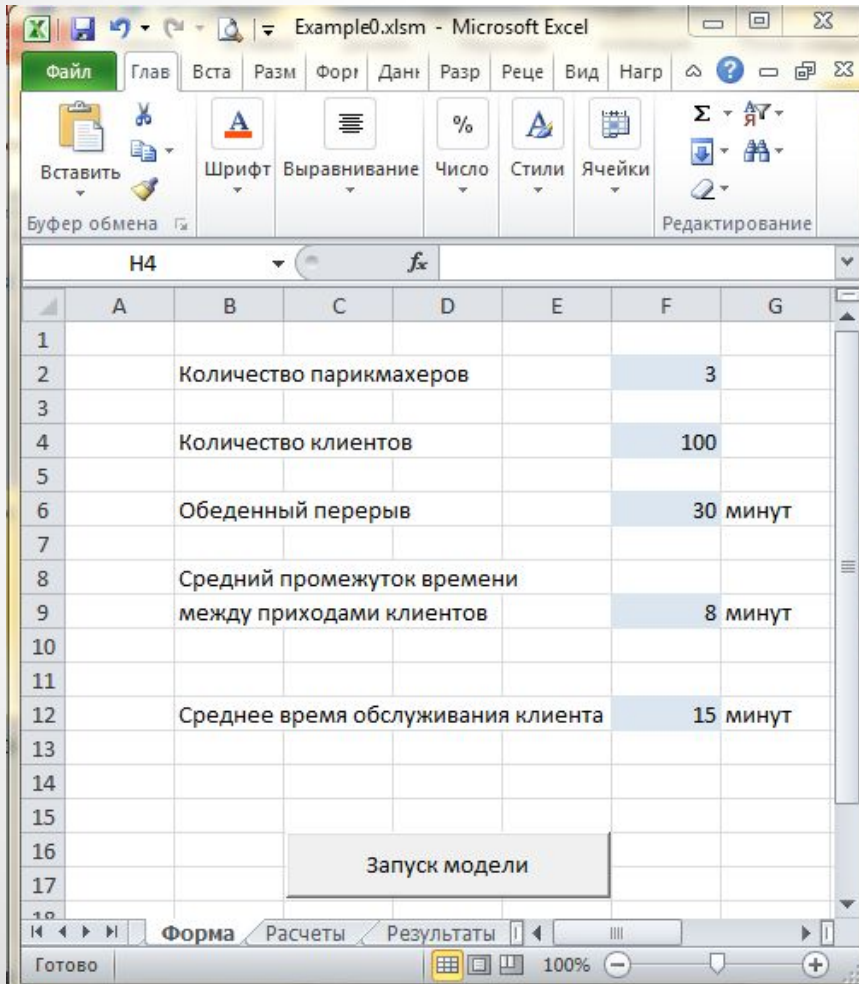
# Учебный пример - парикмахерская

Пусть имеется парикмахерская с одним мастером. Приход клиентов в парикмахерскую и время их обслуживания описывается случайными величинами.

Промоделировать обслуживание клиентов, исследовав время их пребывания в очереди.



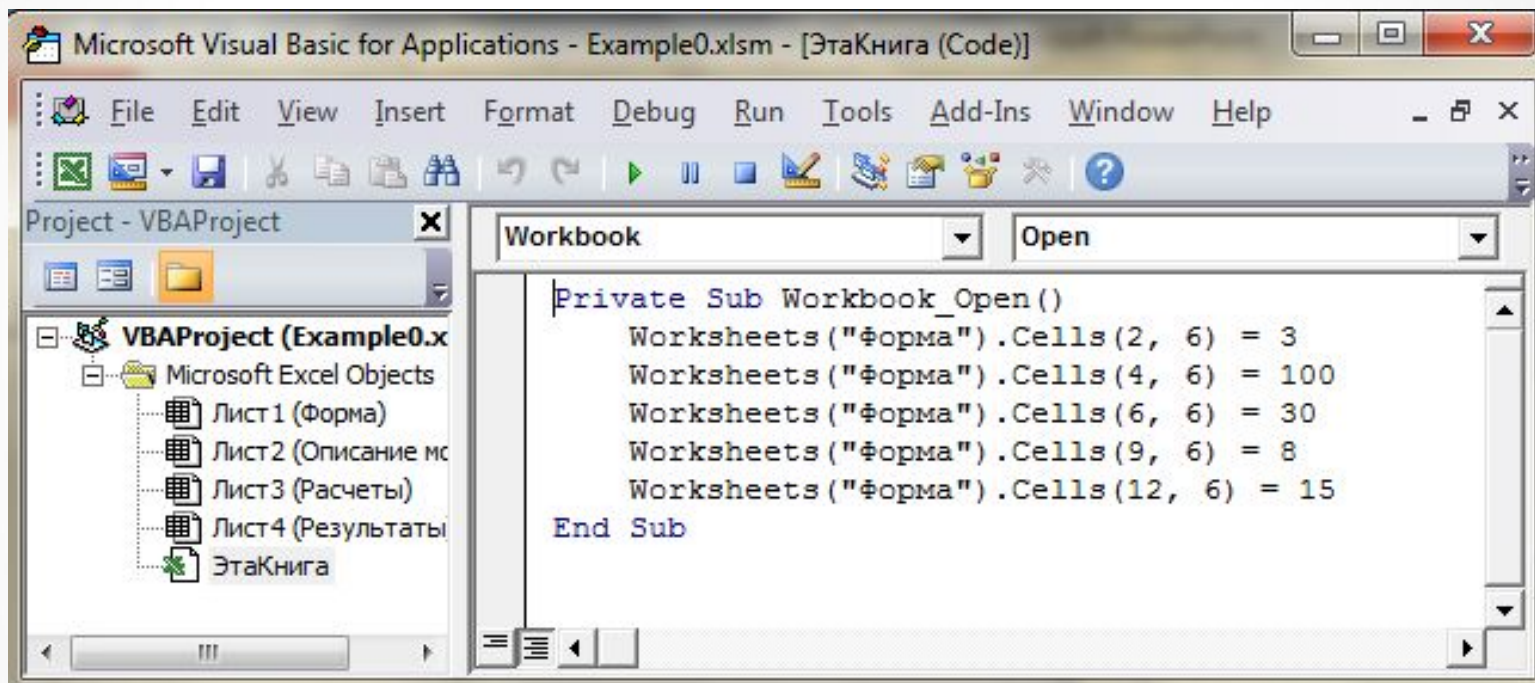
# Лист с формой



Один из листов будет задавать параметры модели:

- Количество клиентов;
- Среднее время интервала прихода клиентов;
- Среднее время обслуживания клиентов.

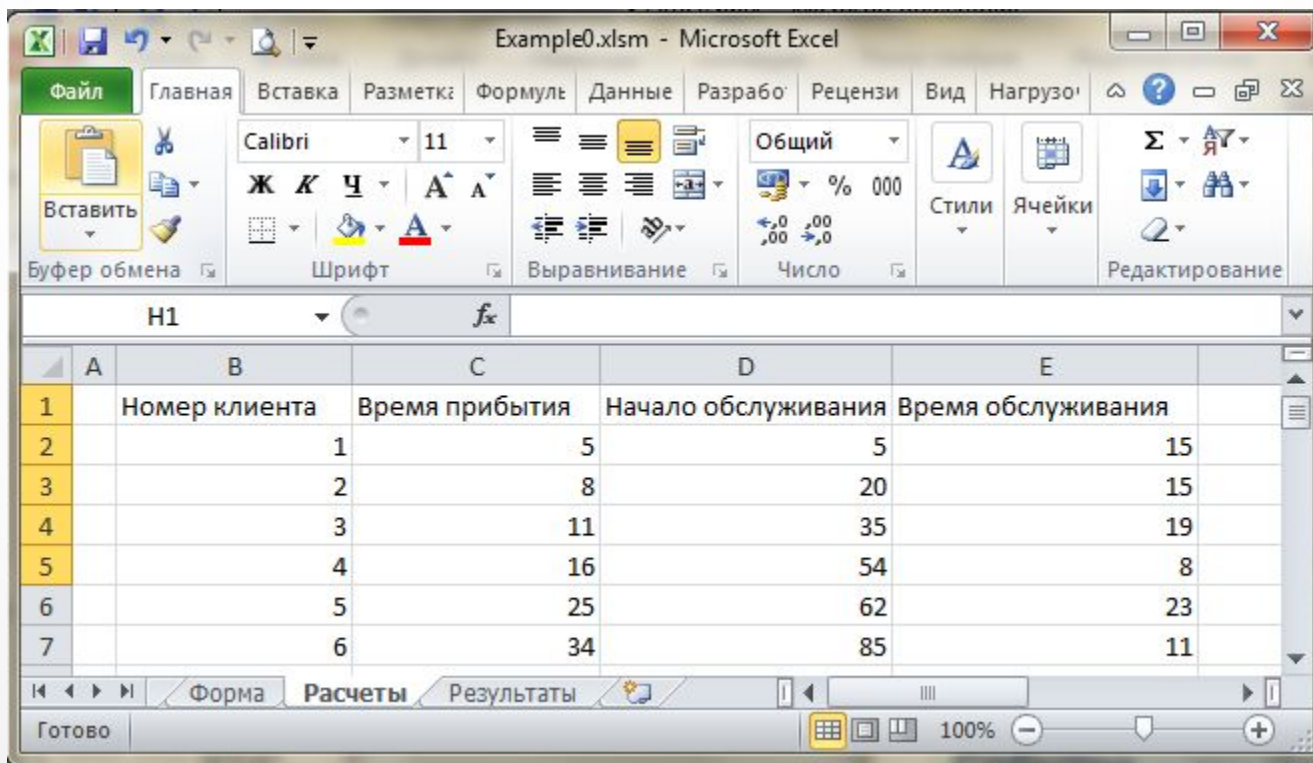
# Заполнение параметров



Заполнение параметров по умолчанию  
может быть заполнено при загрузке  
файла.

# Еще один лист для расчетов

Для расчетов заведем отдельный лист в книге. Там для каждого клиента указываем время прибытия, время начала обслуживания и время обслуживания клиента.



The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a spreadsheet titled 'Example0.xlsm'. The spreadsheet has the following data:

	A	B	C	D	E
1		Номер клиента	Время прибытия	Начало обслуживания	Время обслуживания
2			1	5	15
3			2	8	15
4			3	11	19
5			4	16	8
6			5	25	23
7			6	34	11

# Заполнение листа расчетов

Запуск расчетов организуется при нажатии кнопки на листе формы.

```
Private Sub Go_Click()  
    ' генерация строк обслуживания клиентов  
    ' получение количества клиентов  
    n = Worksheets("Форма").Cells(4, 6).Value  
    ' средний промежуток времени между приходами клиентов  
    Av1 = Worksheets("Форма").Cells(9, 6).Value  
    ' среднее время обслуживания клиентов  
    Av2 = Worksheets("Форма").Cells(12, 6).Value  
    ' время прихода последнего клиента  
    x = 0  
    ' модельное время  
    time = 0  
    ' время освобождения парикмахера  
    time_p = 0
```

# Заполнение листа расчетов

## ' цикл прихода клиентов

For i = 1 To n

' генерация очередного промежутка

y = Application.WorksheetFunction.RandBetween(Av1 - 5, Av1 + 5)

' фиксация номера клиента

Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 2).Value = i

' фиксация прихода клиента

Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 3).Value = x + y

' изменение модельного времени

time = x + y

' смещение времени с учетом прихода клиента

x = x + y

# Заполнение листа расчетов

' генерация времени обслуживания клиента

```
t = Application.WorksheetFunction.RandBetween(Av2 - 8, Av2 + 8)
```

' определение времени освобождения парикмахера

```
If time_p <= time Then
```

```
    ' парикмахер свободен
```

```
    Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 4).Value = time
```

```
    Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 5).Value = t
```

```
    time_p = time + t
```

```
Else
```

```
    'парикмахер занят
```

```
    Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 4).Value = time_p
```

```
    Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 5).Value = t
```

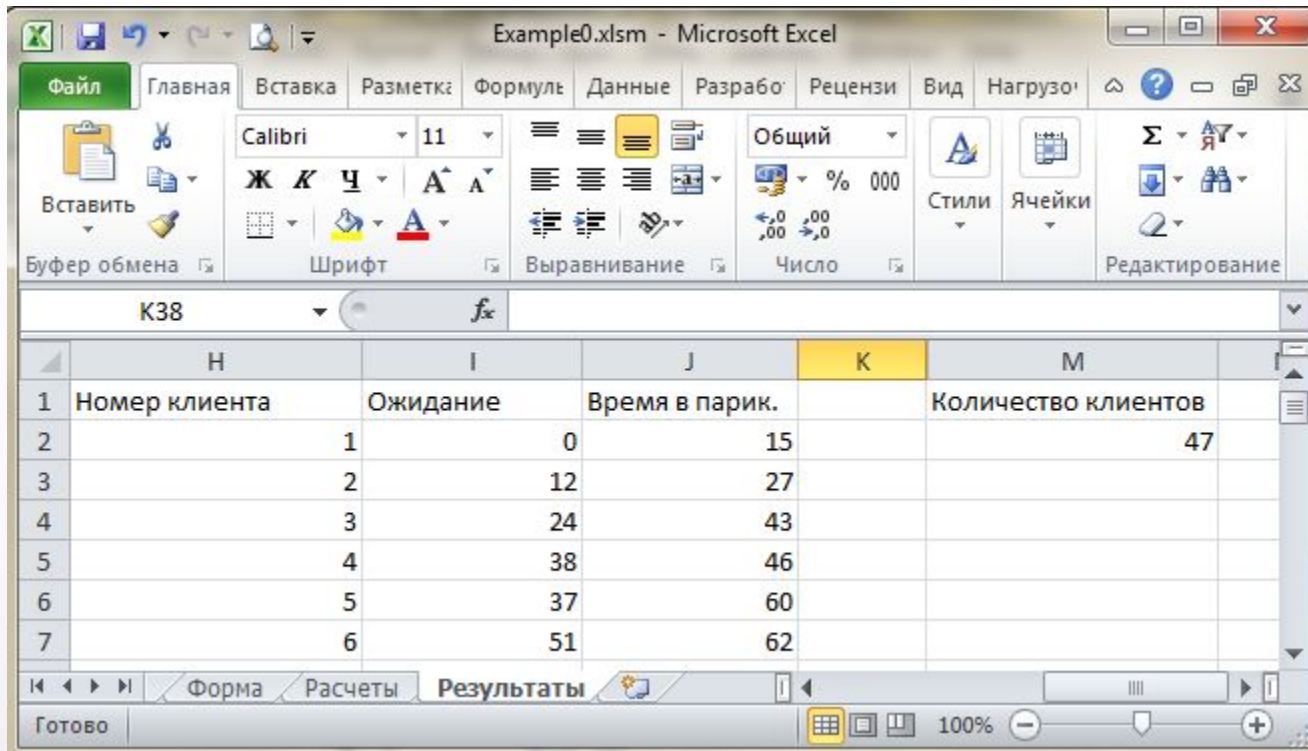
```
    time_p = time_p + t
```

```
End If
```

```
Next
```

# Лист результатов

На отдельном листе приведем расчет результатов – количество клиентов, обслуженных за рабочий день, для каждого клиента время его ожидания и общее время пребывания в парикмахерской. Можно включить в лист диаграммы изменения показателей.



The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following data in the spreadsheet:

	Н	І	Ј	К	М
1	Номер клиента	Ожидание	Время в парик.		Количество клиентов
2		1	0	15	47
3		2	12	27	
4		3	24	43	
5		4	38	46	
6		5	37	60	
7		6	51	62	

# Заполнение листа результатов

' определение количества клиентов за рабочий день

Count = 0

For i = 1 To n

' запись информации о клиенте

Worksheets("Результаты").Cells(1 + i, 8).Value = i ' номер клиента

Worksheets("Результаты").Cells(1 + i, 9).Value =

Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 4).Value -

Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 3).Value ' ожидание

' пребывание в парикмахерской

Worksheets("Результаты").Cells(1 + i, 10).Value =

Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 4).Value +

Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 5).Value -

Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 3).Value



# Заполнение листа результатов

```
' если время окончания обслуживания будет больше  
' длительности рабочего дня, окончание обслуживания  
If Count = 0 And Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 4).Value +  
    Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 5).Value >  
    Worksheets("Форма").Cells(2, 11).Value Then
```

```
    Count = i - 1
```

```
End If
```

```
Next
```

```
If Count = 0 Then
```

```
    Count = 100
```

```
End If
```

```
' показ на листе результатов количества обслуженных клиентов
```

```
Worksheets("Результаты").Cells(2, 13).Value = Count
```

# Заполнение листа результатов

```
' заполнение данных о средних показателях обслуживания клиентов  
Worksheets("Результаты").Cells(1 + Count + 2, 8) = "Среднее "  
'определение диапазонов для расчетов среднего времени  
'ожидания клиентов и вреднее время обслуживания  
range1 = "=AVERAGE(I2:I" & (1 + Count) & ")"  
range2 = "=AVERAGE(J2:J" & (1 + Count) & ")"  
  
Worksheets("Результаты").Cells(1 + Count + 2, 9).Formula = range1  
Worksheets("Результаты").Cells(1 + Count + 2, 10).Formula = range2  
  
End Sub
```

# Парикмахерская с несколькими мастерами

Очевидно, что чаще всего работает несколько мастеров. Предположим, что очередь на обслуживание при этом единая, т.е. тот мастер, который освободится ранее, тот и будет обслуживать первого в очереди клиента.

В этом случае на листе расчетов удобно добавить графу «Номер мастера», а результатами также будут время работы и простоя мастеров.

# Изменение алгоритма заполнения расчетов

' количество парикмахеров

m = Worksheets("Форма").Cells(2, 6).Value

' заводится массив, в котором будут храниться время

' освобождения мастера.

' в начальный момент времени все мастера свободны

ReDim devices(m) As Integer

For i = 1 To m

    devices(i) = 0

Next

# Изменение алгоритма заполнения расчетов

```
' После генерации прихода очередного клиента
' поиск парикмахера, который будет обслуживать
' данного клиента – первый освободившийся, т.е. тот,
' которому соответствует минимальное время в массиве
Min = 60 * 24
imin = 0
For j = 1 To m
  If devices(j) < Min Then
    Min = devices(j)
    imin = j
  End If
Next
' фиксация номера парикмахера
Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 6).Value = imin
```

# Изменение алгоритма заполнения расчетов

' **фиксация времени обслуживания**

' генерация времени обслуживания клиента

t = Application.WorksheetFunction.RandBetween(Av2 - 8, Av2 + 8)

If **devices(imin)** <= time Then

  ' парикмахер свободен

  Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 4).Value = time

  Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 5).Value = t

**devices(imin) = time + t**

Else

  ' парикмахер занят

  Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 4).Value = **devices(imin)**

  Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 5).Value = t

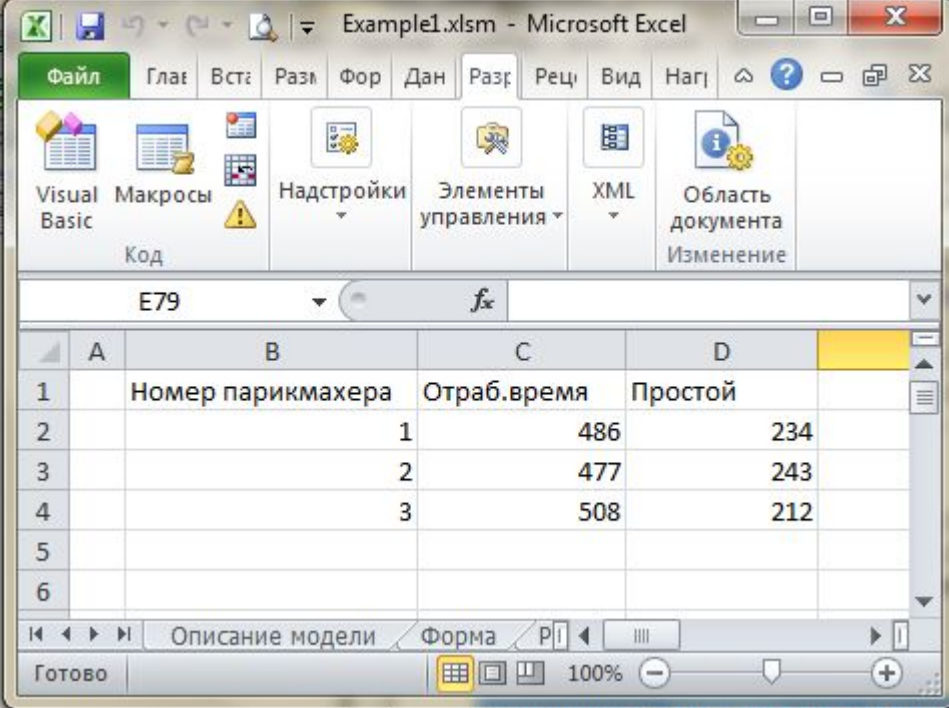
**devices(imin) = devices(imin) + t**

End If

# Изменение алгоритма заполнения результатов

Результаты дополняются  
данными о загрузке  
парикмахеров:

- Общее отработанное  
время;
- Время простоя.



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Example1.xlsm". The ribbon is set to "Макросы" (Macros). The spreadsheet contains a table with the following data:

	A	B	C	D
1		Номер парикмахера	Отраб.время	Простой
2		1	486	234
3		2	477	243
4		3	508	212
5				
6				

# Изменение алгоритма заполнения результатов

'заполнение результатов эксперимента

'предварительное заполнение данных о парикмахерах

For i = 1 To m

Worksheets("Результаты").Cells(1 + i, 2) = i ' номер парикмахера

Worksheets("Результаты").Cells(1 + i, 3) = 0 ' время работы

' время простоя

Worksheets("Результаты").Cells(1 + i, 4) =

Worksheets("Форма").Cells(2, 11).Value

Next



# Изменение алгоритма заполнения результатов

' в цикле анализа данных клиента

For i = 1 To n

• • •

' корректировка информации о парикмахере

' номер обслуживающего парикмахера

nom = Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 6).Value

' время обслуживания клиента

t = Worksheets("Расчеты").Cells(1 + i, 5).Value

Worksheets("Результаты").Cells(1 + nom, 3).Value =

Worksheets("Результаты").Cells(1 + nom, 3).Value + t

Worksheets("Результаты").Cells(1 + nom, 4).Value =

Worksheets("Результаты").Cells(1 + nom, 4).Value - t

• • •

Next

# Возможные дополнения модели

- Отслеживание возможности обеденного перерыва, например, с определенного момента времени ( с 12.00) по одному мастеру могут на 40 минут отлучиться на обед;
- Можно отслеживать набор услуг, которые может оказывать каждый мастер, т.е. очередного клиента может обслуживать не каждый мастер. Т.о. очереди разбиваются с учетом нужной услуги;
- Можно учитывать возможность записи клиентов на определенное время.