

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:

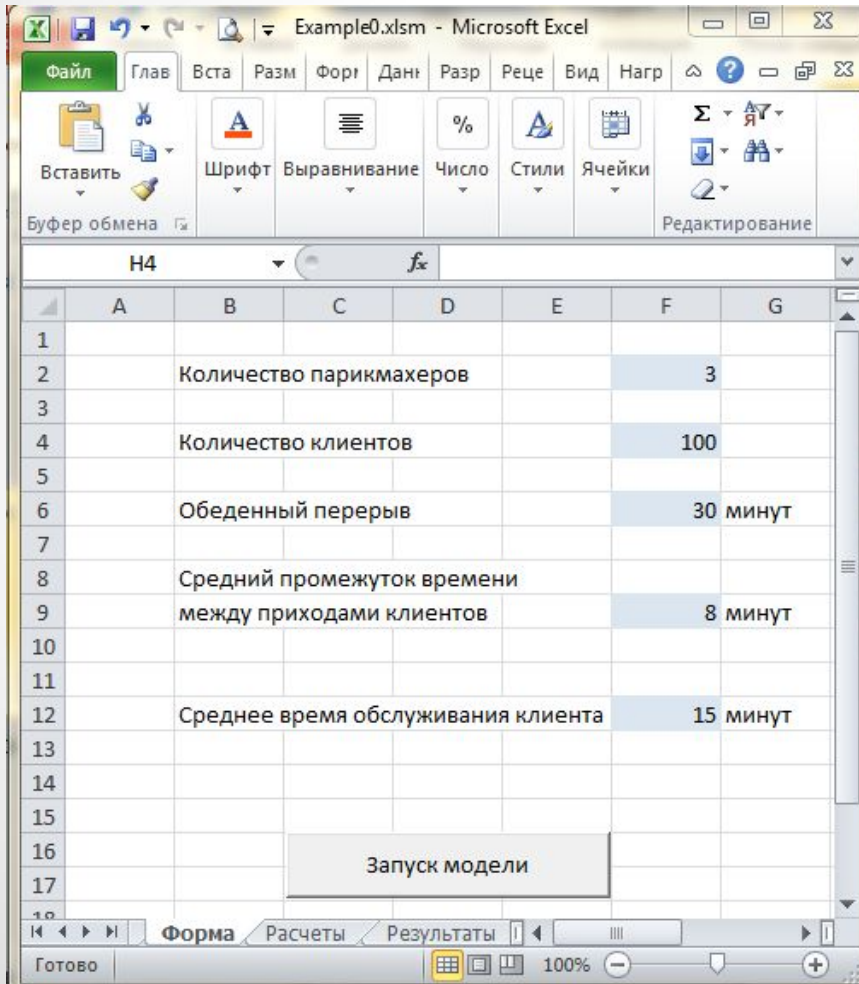
- Нормальное распределение – генерируется несколько равномерно распределенных случайных величин, вычитается среднее, делится на среднеквадратичное отклонение;
- Экспоненциальное распределение $\frac{1}{\lambda} \ln(1 - p)$, где p – равномерно распределенная величина на $[0;1]$

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.

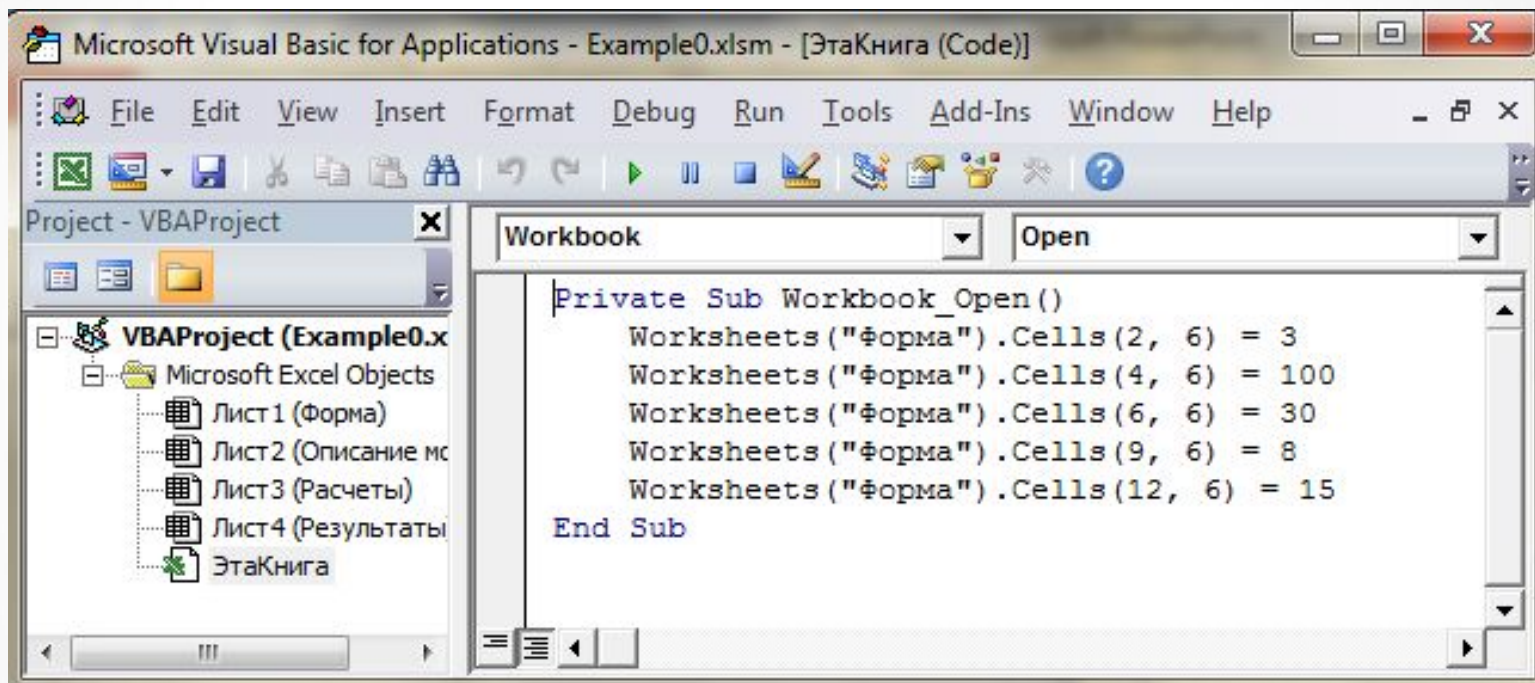
Лист с формой



Один из листов будет задавать параметры модели:

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

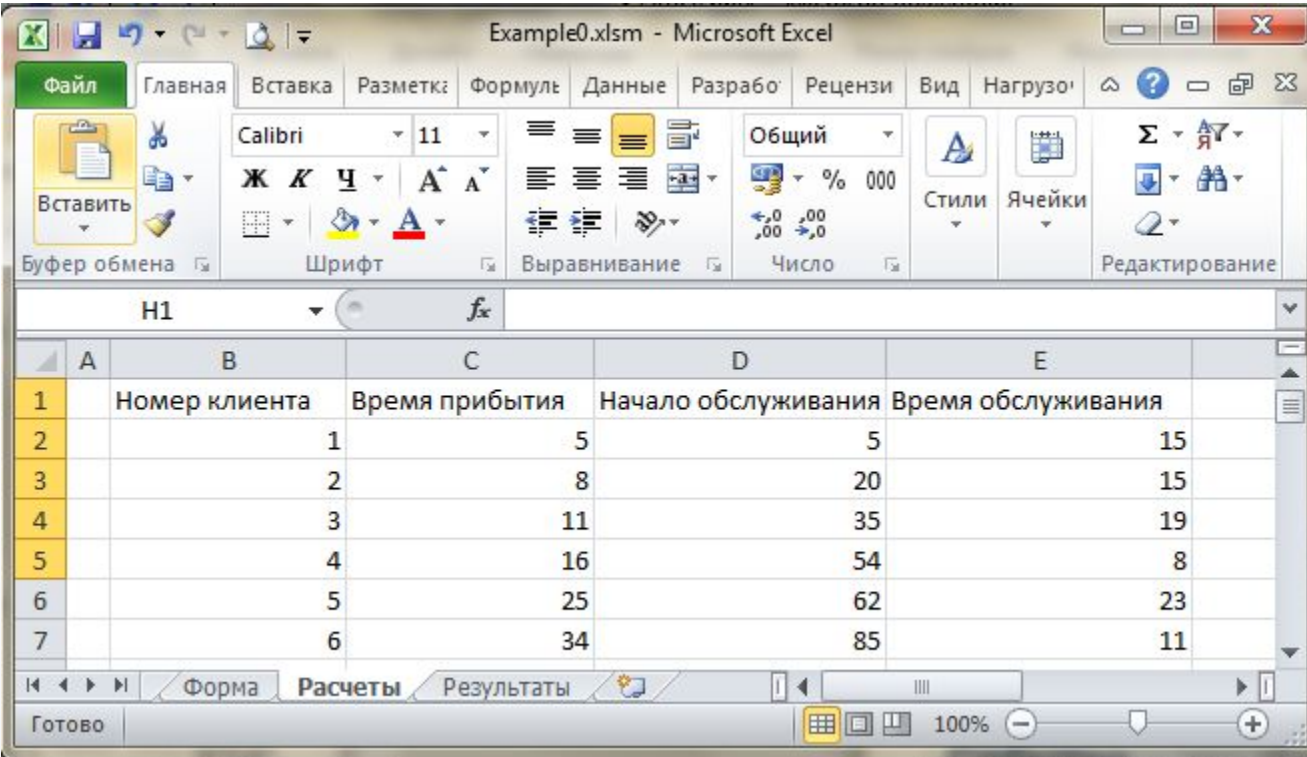
Заполнение параметров



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 a single sheet named 'Н1'. The data is organized into columns: A (client number), B (arrival time), C (start of service), and D (service time). The values in column D are calculated as the sum of the values in columns B and C.

| | 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
```

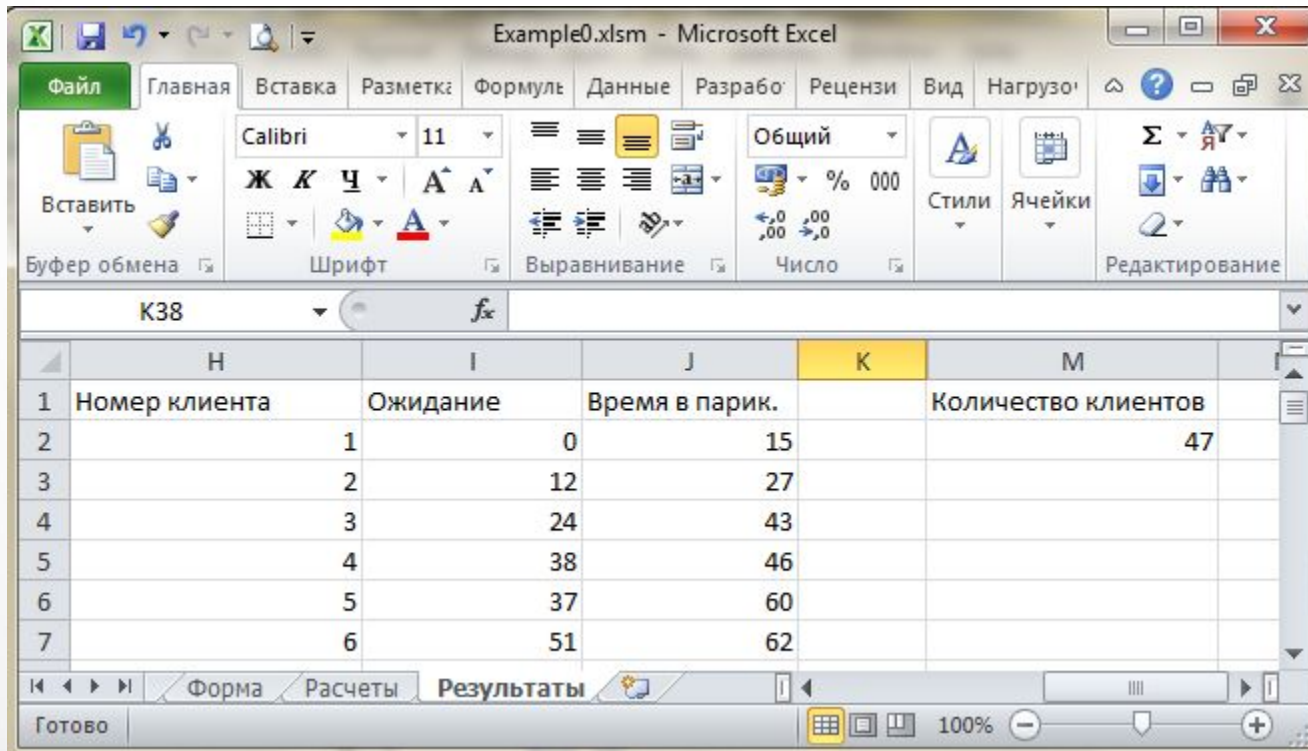
```
    time_p = time_p + t
```

```
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 a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

| | 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

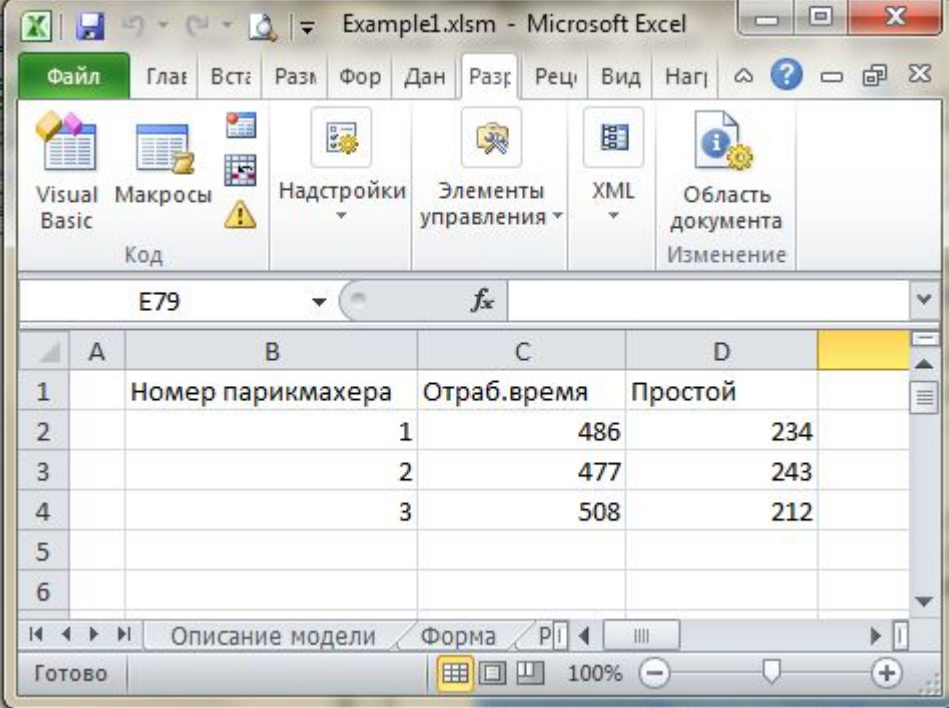
devices(imin) = devices(imin) + t

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.