

**Федеральное государственное казенное общеобразовательное учреждение
«Северо-Кавказское суворовское военное училище»
Министерства обороны Российской Федерации**



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Моделирование распада атомных ядер средствами программы MS Excel

Автор:

РЕУ Кирилл Валерьевич,
суворовец 10 класса

Научный руководитель:

ДОЕВА Мадина Руслановна,
преподаватель информатики и ИКТ

Место выполнения: СК СВУ

г.Владикавказ, 2015

Содержание

1.	Аннотация	3
2.	Введение.....	4
3.	Основное содержание	5
3.1.	Область наблюдения.....	5
3.2.	Лаборатория 1/2.....	7
3.3.	Макросы	9
3.4.	Статистика	16
3.5.	Лаборатория 1/5.....	17
3.6.	Лаборатория Внешний фактор	19
3.7.	Лаборатория Влияние соседей.....	20
3.8.	Анализ результатов	22
3.9.	Графики.....	23
4.	Выводы и практические рекомендации	24
5.	Заключение	25
6.	Список литературы	27

1. Аннотация

Работа посвящена изучению способов моделирования физических процессов, природных явлений, а также возможностей программы Microsoft Excel по систематизации и анализу информации. Модели применяются при изучении сложных явлений, процессов, конструировании новых сооружений. Хорошо построенная модель, как правило, доступнее для исследования, нежели реальный объект. Более того, некоторые объекты вообще не могут быть изучены непосредственным образом. А модель позволяет научиться правильно работать с объектом.

В моей работе смоделирован процесс самопроизвольного распада атомных ядер, наблюдаемый у радиоактивных химических элементов.

Ячейки таблицы представляют атомы, которые могут находиться в двух состояниях: распался (0) и не распался (1).

Экспериментальная часть рассматривает разные законы жизни атомных ядер (различная вероятность распада, влияние соседей и внешнего фактора).

В процессе работы используются макросы, облегчающие выполнение повторяющихся действий. Создание и использование макросов значительно увеличивает эффективность работы с приложением.

Построенные графики показывают, что скорость распада атомных ядер совпадает с величиной распавшихся ядер. Можно сделать вывод о том, что данный механизм является экспоненциальным, ведь единственной функцией, производная которой равна ей самой, является экспонента. Именно такая картина имеет место и для реальных природных ядер – их распад происходит по экспоненте.

Программа MS Excel позволила смоделировать процессы, в ситуации, когда изучение реальных объектов является проблематичным в условиях общеобразовательного учреждения.

Объем описательной части работы составляет 27 страниц, содержит 32

рисунка. Сама работа – книга электронной таблицы, которая состоит из 5 листов, содержит 6 графиков и 7 макросов.

2. Введение

Идея данной работы возникла при изучении программы Microsoft Excel. Меня заинтересовал функционал этой программы. Можно ли средствами Microsoft Excel выполнять не только «калькуляторные» работы. Различные источники говорят о том, что MS Excel представляет собой программу для работы с электронными таблицами, которая позволяет хранить, систематизировать и анализировать информацию.

А можно ли использовать программу для моделирования различных природных явлений?

Как известно модели и моделирование используются человечеством давно. Хорошо построенная модель, как правило, доступнее для исследования, нежели реальный объект. Более того, некоторые объекты вообще не могут быть изучены непосредственным образом. А модель позволяет научиться правильно работать с объектом.

Поэтому пришла идея смоделировать, скажем, процесс самопроизвольного распада атомных ядер, наблюдаемый у радиоактивных химических элементов – урана, радия, тория...

Конечно, информационная модель, создаваемая мной, не учитывает множество факторов и является несколько абстрактной, но тем не менее отражает количественную сторону данного природного явления.

Моделирование подобных процессов ранее не рассматривалось в курсе информатики.

Данная работа показывает широкое прикладное применение программы MS Excel, показывает, как знания из таких предметных областей как информатика, физика, математика пересекаются в процессе моделирования.

Т.о. я остановился на выборе данной темы по следующим причинам:

Во-первых, мой выбор обусловлен возможностью использования программы MS Excel для моделирования природных процессов. В данном случае для моделирования распада атомных ядер;

Во-вторых, выбор темы связан с возможностью использования информационной модели;

В-третьих, я учился создавать и использовать макросы, для оптимизации работы.

3. Основное содержание

3.1. Область наблюдения

Пусть каждый атом будет представлен клеточкой таблицы, в которой может стоять единичка, означающая, что атом еще не распался, или в противном случае – ноль. Поначалу все клетки, а их для статистики должно быть очень много, заполнены сплошь единицами: это исходная ситуация (Рис. 1).

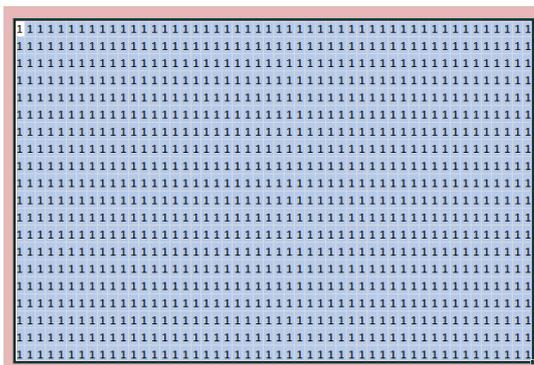


Рис.1

Спустя минуту часть атомов, но каких именно – неизвестно, распадется, т.е. единица в некоторых клетках сменится нулем. А через две минуты единиц станет еще меньше, затем еще (Рис. 2).



Рис.2

В данном эксперименте меня интересует зависимость их общего количества от различных факторов. Первым фактором можно взять время.

Таким образом, для начала моего эксперимента необходимо выделить область на первом рабочем листе размером в тысячу ячеек, установив ширину ячейки равную единице (Рис. 3).

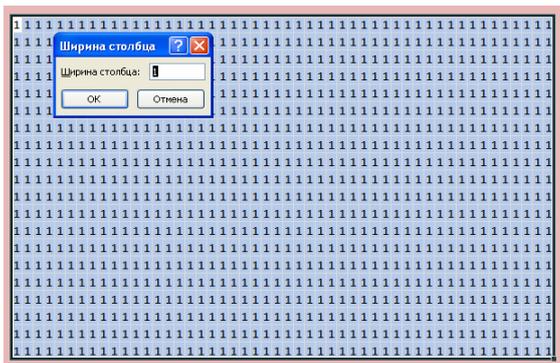


Рис.3

Диапазон ячеек (B3:AY22) имеет размер – тысяча ячеек. Чтобы в дальнейшем к нему было легко обращаться, присваиваю ему имя «Область_наблюдения», в ленте [Формулы]-[Присвоить имя] (Рис. 4).

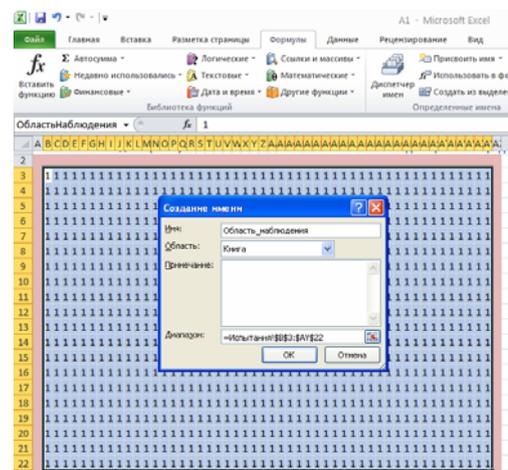


Рис.4

Теперь мне нужна ячейка, в которой будет отображаться число нераспавшихся атомов. Для этого удобно использовать функцию СЧЁТЕСЛИ, первым аргументом которой является «Область_наблюдения», а вторым единица. Т.е. считать, если значение ячейки равно «1». Формулу СЧЁТЕСЛИ (Область_наблюдения;1) размещаю в ячейке BВ1 (Рис. 5).

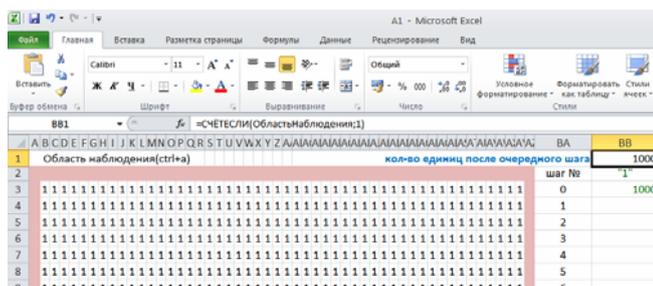


Рис.5

3.2. Лаборатория 1/2

Исходное состояние подготовлено, теперь можно смоделировать динамику событий. Т.е. необходимо чтобы часть ячеек («атомов») превратилась в ноль («распалась»). Но сделать это в готовой «Области_наблюдения» нельзя, потому что придется в процессе моделирования возвращаться к исходной позиции, когда все «атомы целы». Значит, придется создать еще одну область для проведения опыта. Внешне она будет повторением основной области.

Диапазон (B26:AY45) называю «Лаборатория 1/2».

Почему «1/2»? Вероятность распада атомного ядра в природе равна 50%, т.е. в соотношении 1/2. Я собираюсь рассматривать разные законы жизни атомных ядер, поэтому сразу уточняю, что будет происходить в данной лаборатории.

А в ней необходимо заставить часть единиц превратиться в нули. Для этого подойдет функция СЛЧИС, которая аргументов не имеет, а просто вырабатывает случайное число в пределах от нуля до единицы. Но т.к. эта функция работает в диапазоне [0,1), ее нужно вложить в функцию ОКРУГЛ =ОКРУГЛ((СЛЧИС());0). Второй аргумент нужно выставить 0, т.к. это количество десятичных знаков. Таким образом, получается два значения: 0 и 1, чередующиеся хаотично. (Рис. 6).

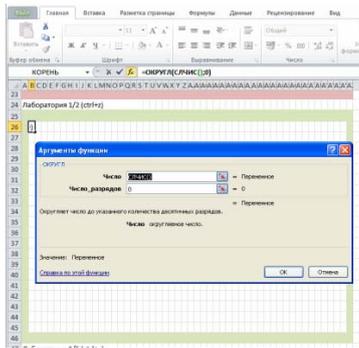


Рис.6

Далее формулу нужно усложнить, т.к. если атом уже распался, т.е. значение ячейки равно нулю, то с ней (ячейкой, она же атом) уже ничего не происходит. Для это подойдет функция ЕСЛИ (Рис.7).

$$=ЕСЛИ(В3=1;ОКРУГЛ(СЛЧИС();0);0)$$

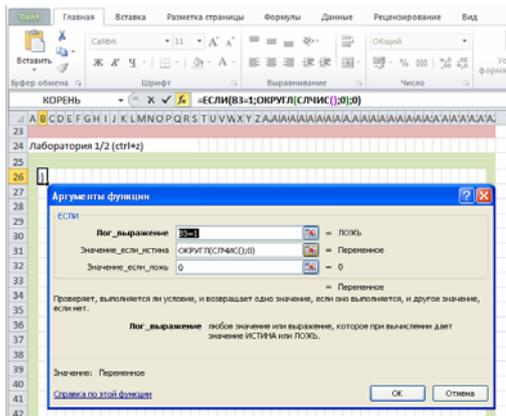


Рис.7

Полученная формула вписывается в первую ячейку Лаборатории 1/2 - B26, и распространяется на весь диапазон Маркером заполнения. (Рис. 8)

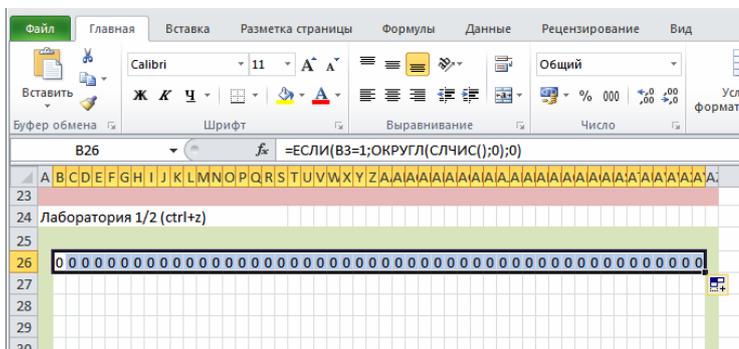


Рис.8

План эксперимента будет такой. Две картины представляют, как бы мгновенные отчеты о состоянии системы в предшествующий и последующий момент времени (Рис.9).

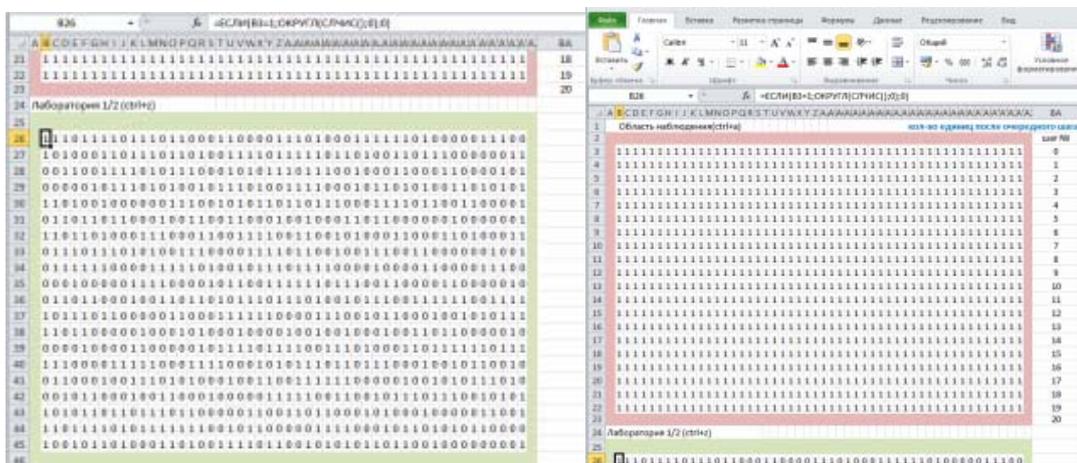


Рис.9

Верхнее поле вначале заполнено «целыми атомами», а на нижнем уже примерно половина «распалась». Если теперь скопировать нижние нули и единицы (причем сами числа, а не формулы), вверх, то новое вычисление случайных величин внизу даст следующий шаг процесса. Продолжая этот цикл далее, получаю «движение во времени».

3.3. Макросы

Теперь, чтобы облегчить себе дальнейшую работу и не выполнять сначала все действия при проведении других экспериментов я организую макрос (Рис. 10).

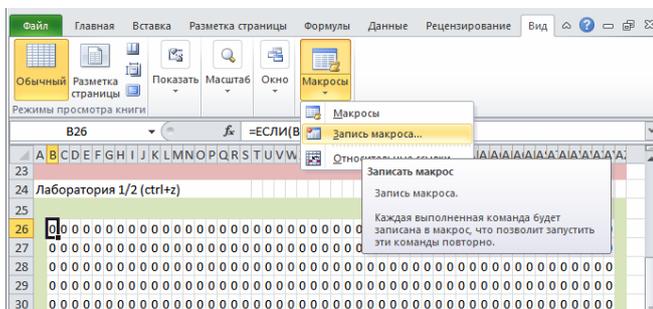


Рис.10

Первый макрос будет копировать значения из области «Лаборатория 1_2» в «Область наблюдений» (Рис. 11).

Макрос пишется на VBA – Visual Basic for Application.

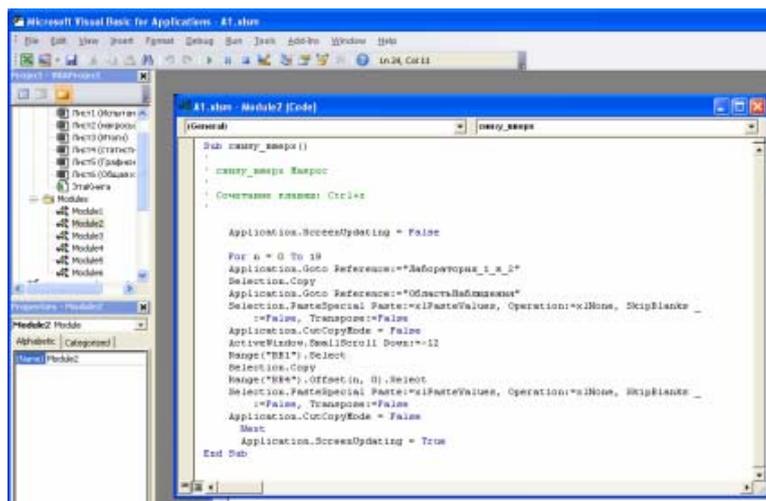


Рис.11

```
Sub Лаборатория_1_2()  
' Лаборатория_1_2 Макрос  
' Сочетание клавиш: Ctrl+z  
    Application.Goto Reference:=" Лаборатория_1_к_2"  
    Selection.Copy  
    Application.Goto Reference:="Область_Наблюдения"  
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _  
        :=False, Transpose:=False  
    Application.CutCopyMode = False  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12  
    Range("BB1").Select  
    Selection.Copy  
    Range("BB4").Select  
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _  
        :=False, Transpose:=False  
    Application.CutCopyMode = False  
End Sub
```

Во время вставки в «Область_наблюдения» числовых значений, ячейки последней будут заново пересчитаны по случайному закону, предоставляя свежий материал для последующих операций.

Аналогично создаётся второй макрос *В_Исходное_Состояние* (Ctrl+a) для восстановления исходного состояния «Области_наблюдения».

```
Sub В_Исходное_состояние()  
' В_Исходное_состояние Макрос  
' Сочетание клавиш: Ctrl+a  
    Range("B3").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"
```

```

Range("B3").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("B3:AY3"), Type:=xlFillDefault
Range("B3:AY3").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("B3:AY22"), Type:=xlFillDefault
Range("B3:AY22").Select
End Sub

```

При проверке работы макросов, я обнаружил, что все хорошо, кроме одного: промежуточные результаты подсчета, начиная со второго шага, требуется каждый раз вручную перетаскивать из ячейки ВВ4 в следующие за ней ячейки ВВ5, ВВ6 и т.д. Поэтому я решил в макросе «Лаборатория_1_2» организовать цикл, который и будет выполнять работу. В данном случае целесообразно использовать цикл FOR (Рис. 12), т.к. количество повторов известно, шаг цикла равен одному, все повторы выполняются сразу при однократном нажатии сочетания клавиш (Ctrl+z).

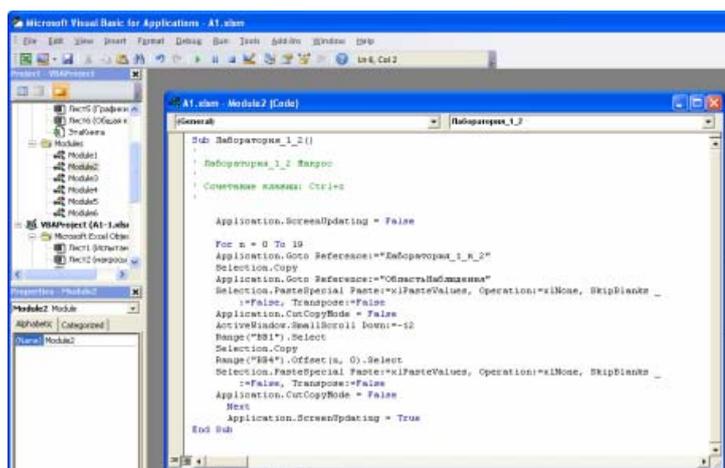


Рис.12

При проверке работы макроса обнаружилось мигание экрана. Поэтому в текст макроса можно дописать еще две строки.

Application.ScreenUpdating = False

В начале, для запрета обновления экрана и

Application.ScreenUpdating = True

в конце для отмены этого запрета (Рис. 13).

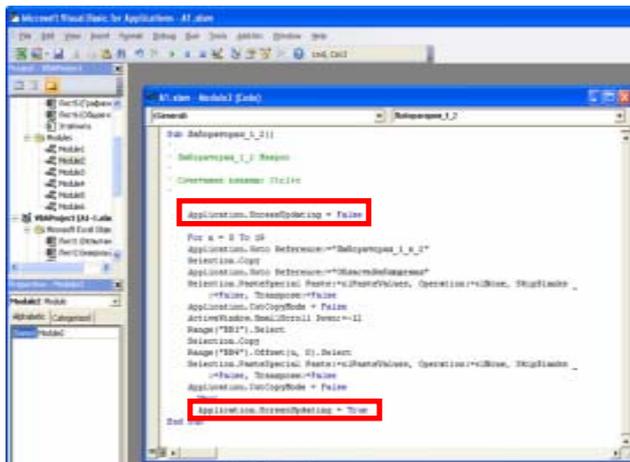


Рис.13

```

Sub Лаборатория_1_2()
' Лаборатория_1_2 Макрос
' Сочетание клавиш: Ctrl+z
  Application.ScreenUpdating = False
  Application.Goto Reference:="Лаборатория_1_к_2"
  Selection.Copy
  Application.Goto Reference:="Область_Наблюдения"
  Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
  Application.CutCopyMode = False
  ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12
  Range("BB1").Select
  Selection.Copy
  Range("BB4").Select
  Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
  Application.CutCopyMode = False
  Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

Теперь после выполнения первого макроса «Область_наблюдения» будет покрыта нулями, а в правом столбце окажется записанным числовой ход процесса (Рис. 14).

шаг №	1000
0	1000
1	475
2	254
3	125
4	66
5	30
6	14
7	6
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	0
19	0
20	0
21	0
22	0
23	0

Рис.14

Второй макрос при восстановлении исходного состояния предыдущие результаты просто сотрет. Мне же эту информацию после каждого опыта следует сохранять ради накопления статистики. Поэтому создается новый лист с названием «Статистика» (Рис. 15).

Шаг	Среднее	1 опыт	2 опыт	3 опыт	4 опыт	5 опыт	6 опыт	7 опыт	8 опыт	9 опыт	10 опыт
0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1	1000										
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

Рис.15

Кроме того, необходимо создать еще один макрос, назначение которого накапливать полученные данные.

Сначала нужно области, где стоят нужные числа (B4:B23) присвоить собственное имя «Результат_опыта» (Рис. 16),

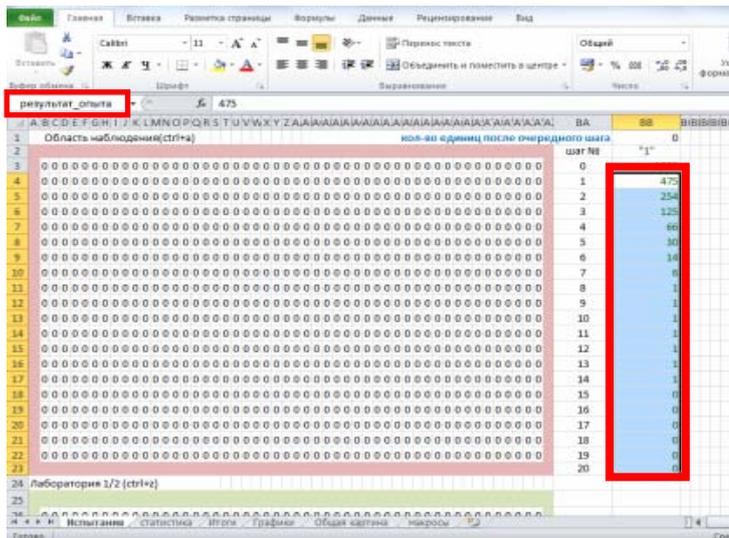


Рис.16

а также области на листе «Статистика», куда переносятся эти числа – собственное имя «Первый_опыт» (Рис. 17).

Теперь можно формировать макрос. Можно дать ему имя «Добавить_к_статистике».

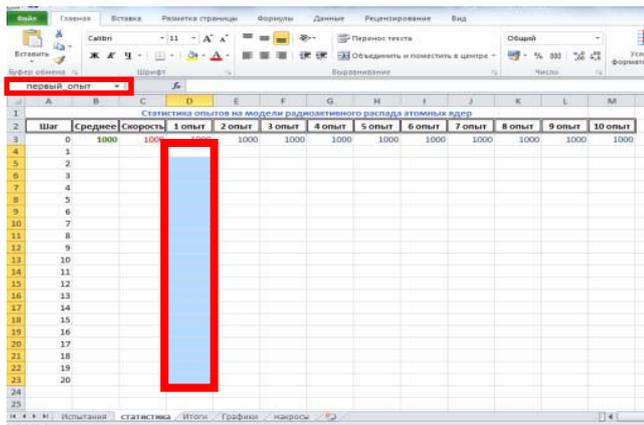


Рис.17

```

Sub Добавить_к_статистике ()
'Добавить_к_статистике Макрос
'Сочетание клавиш: Ctrl+s
Application.Goto Reference:="Результат_опыта"
Selection.Copy
Application.Goto Reference:="первый_опыт"
ActiveSheet.Paste
Application.Goto Reference:="Результат_опыта"
Application.CutCopyMode = False
Selection.ClearContents
Range("BB1").Select
End Sub

```

Этот макрос тоже нуждается в доработке. Переносить результаты в «Статистику» надо не в один и тот же столбец D, а с увеличивающимся смещением: первый раз в D, второй – в E, третий – в F и т.д. В данном случае можно использовать переменную-счетчик **Static n**, которая объявляется сразу после комментариев (Рис. 18). Она сохраняет свое значение от одного вызова программы до другого. Далее между строками `Application.Goto Reference:="первый_опыт"` и `ActiveSheet.Paste` нужно вставить еще одну строку `Selection.Offset(0, n).Select`, реализующую смещение по столбцам таблицы. Перед `End Sub` нужно добавить еще две строки `n=n+1`, которая увеличивает счетчик и `If n=10 Then n=0`, которая «накручивает» счетчик до предельного нужного значения, в данном случае до 10

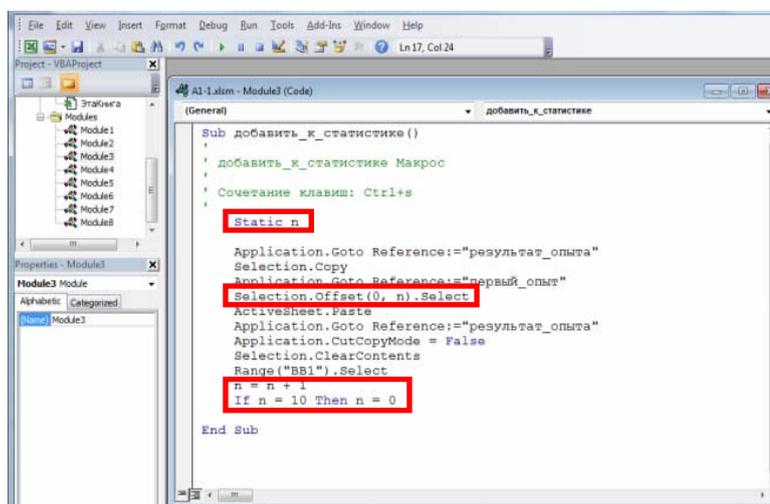


Рис.18

```

Sub Добавить_к_статистике ()
' Добавить_к_статистике Макрос
' Сочетание клавиш: Ctrl+s
  Static n
  Application.Goto Reference:="Результат_опыта"
  Selection.Copy
  Application.Goto Reference:="первый_опыт"
  Selection.Offset(0, n).Select
  ActiveSheet.Paste
  Application.Goto Reference:="Результат_опыта"
  Application.CutCopyMode = False
  Selection.ClearContents
  Range("BB1").Select
  n = n + 1
  If n = 10 Then n = 0
End

```

Sub

3.4. Статистика

На листе «Статистика» необходимо отразить среднее значение нераспавшихся атомов. Поэтому в ячейку B4 вводится формула =ОКРУГЛ(СРЗНАЧ(D4:M4);0) (Рис. 19).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data table:

Шаг	Среднее	Скорость	1 опыт	2 опыт	3 опыт	4 опыт	5 опыт	6 опыт	7 опыт	8 опыт	9 опыт	10 опыт
0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1	884	1233	879	885	891	877	883	880	891	892	878	879
2	741	1302	735	738	739	750	725	739	751	760	738	731
3	590	1276	597	567	558	614	575	573	598	621	603	594
4	442	1052	455	424	421	432	428	448	438	473	455	448
5	320	862	336	302	308	312	310	318	316	336	353	309
6	220	690	239	201	218	213	207	223	219	226	244	209
7	140	483	156	123	143	141	134	145	130	130	160	133
8	84	302	96	73	97	79	86	88	84	73	89	79
9	49	190	56	43	57	50	47	50	47	40	55	42
10	27	95	28	26	37	29	28	26	25	17	32	26
11	16	60	18	16	20	14	17	17	14	5	18	16
12	9	34	12	13	13	8	7	8	9	3	11	7
13	5	17	6	8	7	5	4	4	4	1	4	5
14	3	17	4	5	2	3	2	2	1	0	3	3
15	1	9	1	1	1	1	2	1	0	0	0	2
16	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0
17	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
18	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

The formula bar for cell B4 shows: =ОКРУГЛ(СРЗНАЧ(D4:M4);0)

Рис.19

Помимо самого количества нераспавшихся атомов важно знать еще и скорость с которой это количество уменьшается с каждым шагом. Скоростью будет просто разница между предыдущим и последующим значениями, умноженная на некоторый постоянный для всей серии коэффициент, специально подобранный так, чтобы оба будущих графика, для количества и для скорости, начинались из одной точки. В ячейку C4 на листе «Статистика» вводится формула =ОКРУГЛ((B4-B5)*B\$3/(B\$3-B\$4);0) (Рис.20).

Будут ли графики и в других точках и для следующих шагов совпадать или разойдутся, и можно ли приписать какой - то смысл такому их поведению, вот что составляет главный интерес данного исследования.

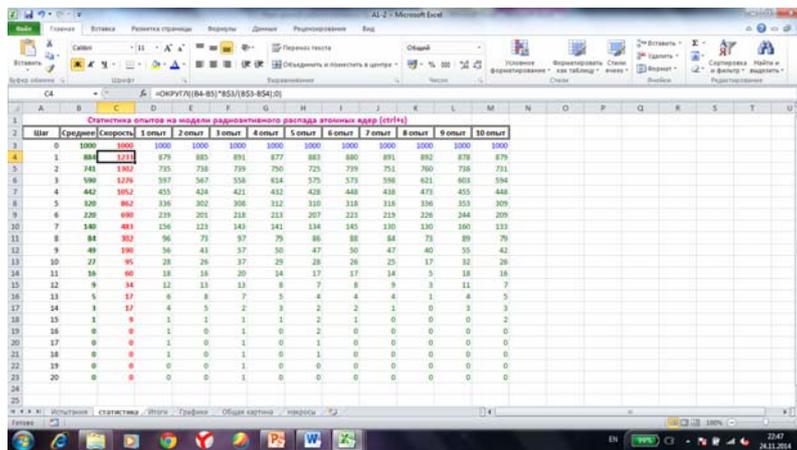


Рис.20

Первый же проведенный опыт, даже без графиков в одних только числах дает явное совпадение колонок «Среднее» и «Скорость», а его повторение лишь подтверждает этот факт.

3.5. Лаборатория 1/5

Теперь можно попробовать изменить сам закон, который определяет «распадется» ли во время очередного шага атом или останется «в живых». Для этого необходимо построить еще одну «лабораторию» в диапазоне В49:АУ68, назвав ее «Лаборатория 1/5» (Рис. 21).

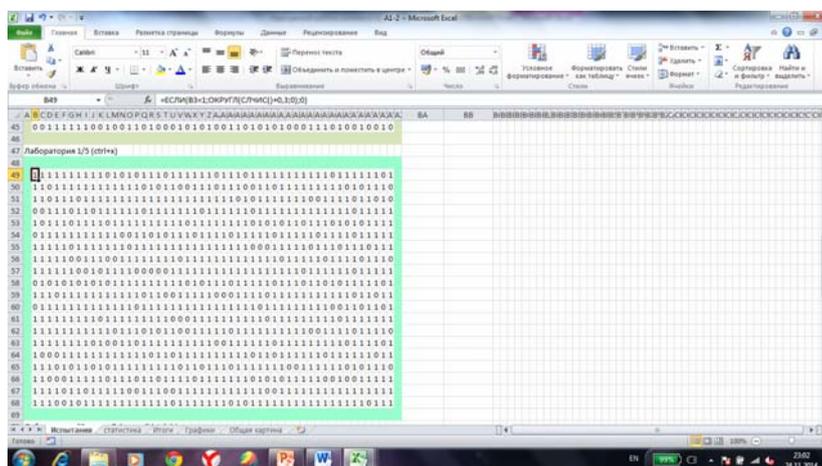


Рис.21

В этом эксперименте уменьшаю самую вероятность распада атома. Раньше исход отдельного испытания был пятьдесят на пятьдесят, т.е. одна вторая; теперь же он будет двадцать на восемьдесят, т.е. одна пятая. В ячейку В49 вводится формула =ЕСЛИ(В3=1;ОКРУГЛ(СЛЧИС()+0,3;0);0), в которой

к ранее имеющейся формуле =ЕСЛИ(В3=1;ОКРУГЛ(СЛЧИС();0);0) к первому аргументу функции ОКРУГЛ добавляется несколько десятых (Рис.22).

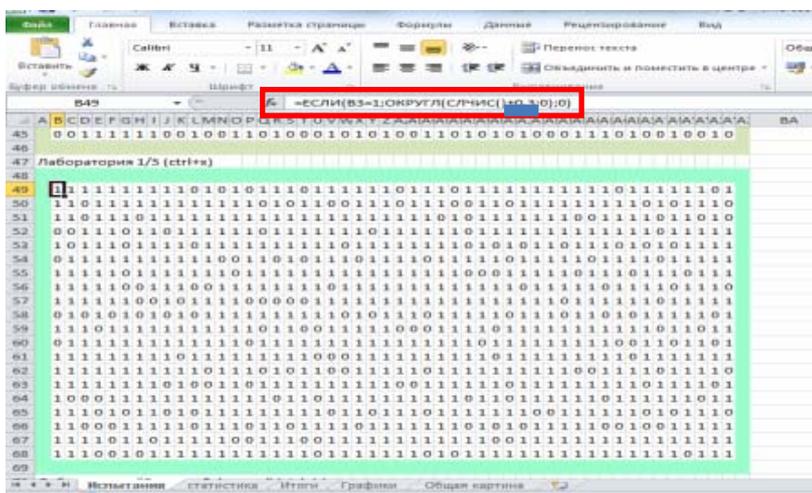


Рис.22

Для этой «лаборатории» нужно написать такие же макросы, что и для «Лаборатории 1/2" (Рис. 23).

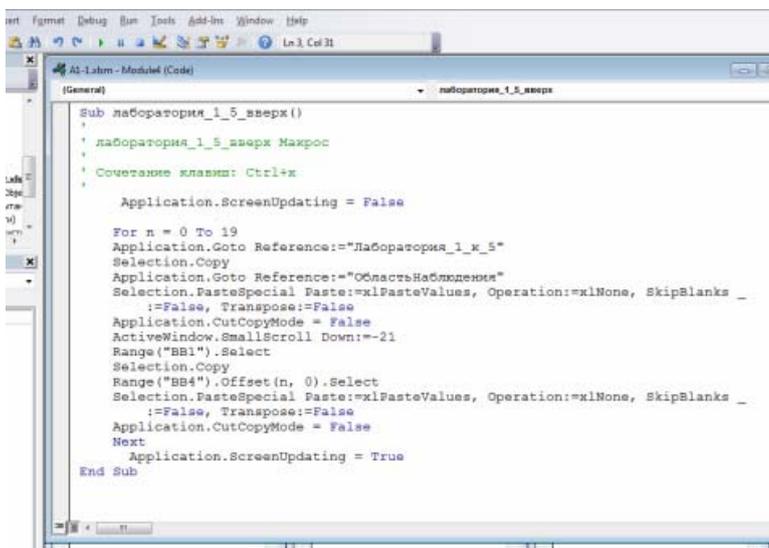


Рис.23

Проведя очередную серию опытов можно увидеть, что цифры отличаются от предыдущих. Однако и теперь скорость изменения исследуемой величины фактически совпадает с ней самой. Так что можно попробовать еще сильнее поменять характер поведения атомных ядер.

3.6. Лаборатория Внешний фактор

Для этого нужно создать еще одну «лабораторию». «Лаборатория Внешний фактор» (Рис. 24). Пусть атомы будут распадаться не только сами по себе, но еще и под воздействием дополнительного внешнего фактора. Причем внешний фактор неравномерно воздействует на «атомы», как будто подвергая их разрушающему облучению сверху. При этом верхние слои экранируют нижние. Т.е. чем ниже лежат «атомы», тем у них, выходит, больше вероятность остаться нераспавшимися.

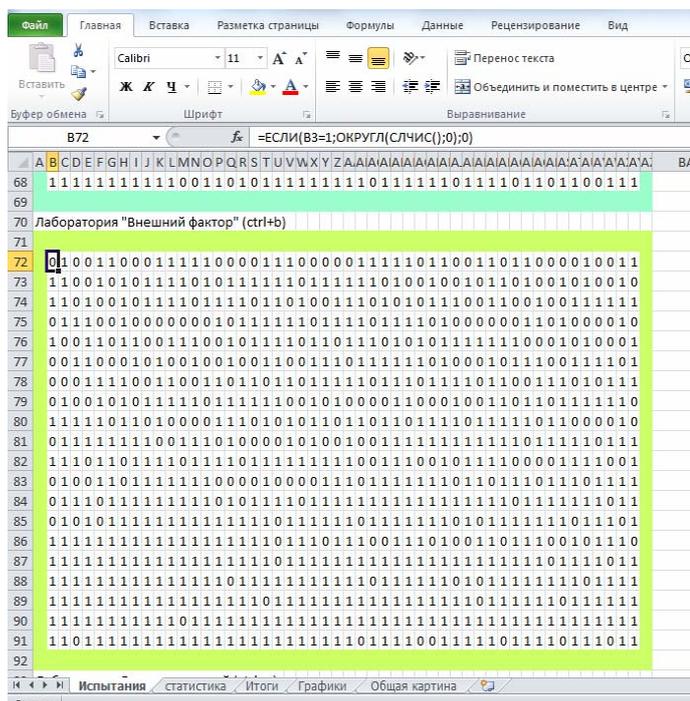


Рис.24

Для реализации этого опыта необходимо внести изменения в формулы: к аргументу СЛЧИС добавить несколько десятых, но не всем ячейкам одинаково. Для первых четырех рядов «лаборатории» - ни одного, для следующих четырех – одну, для следующих – две и т.д.

=ЕСЛИ(В3=1;ОКРУГЛ(СЛЧИС();0);0)

=ЕСЛИ(В7=1;ОКРУГЛ(СЛЧИС()+0,1;0);0) (Рис. 25)

=ЕСЛИ(В11=1;ОКРУГЛ(СЛЧИС()+0,2;0);0)

=ЕСЛИ(В15=1;ОКРУГЛ(СЛЧИС()+0,3;0);0)

=ЕСЛИ(В19=1;ОКРУГЛ(СЛЧИС()+0,4;0);0)

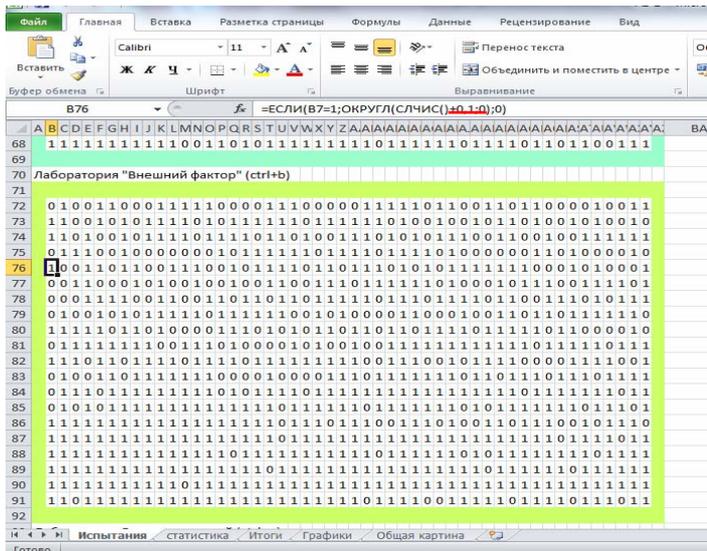


Рис.25

Аналогично первой «лаборатории», создается макрос для переноса полученных значений в «Область наблюдения» (Рис. 26).

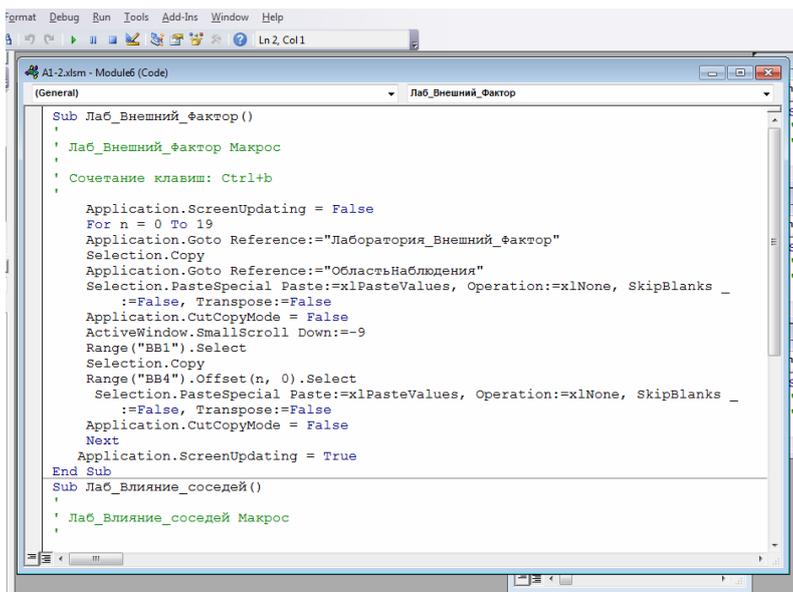


Рис.26

3.7. Лаборатория Влияние соседей

И последняя «лаборатория» - это «Лаборатория Влияние соседей» (Рис.27), т.е. здесь будет рассматриваться влияние «атомов» друг для друга.

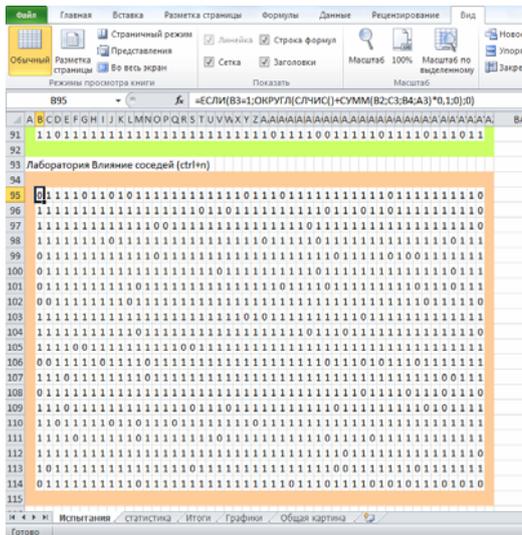


Рис.27

Формула в этой лаборатории должна учитывать значение соседних ячеек сверху, снизу, справа, слева. «Живые» будут как бы поддерживать в «живых» своих соседей. Поэтому к аргументу СЛЧИС нужно прибавлять столько десятых, сколько в ее ближайшем окружении стоит единиц (Рис.28).

$$=ЕСЛИ(В3=1;ОКРУГЛ(СЛЧИС()+СУММ(В2;С3;В4;А3)*0,1;0);0)$$

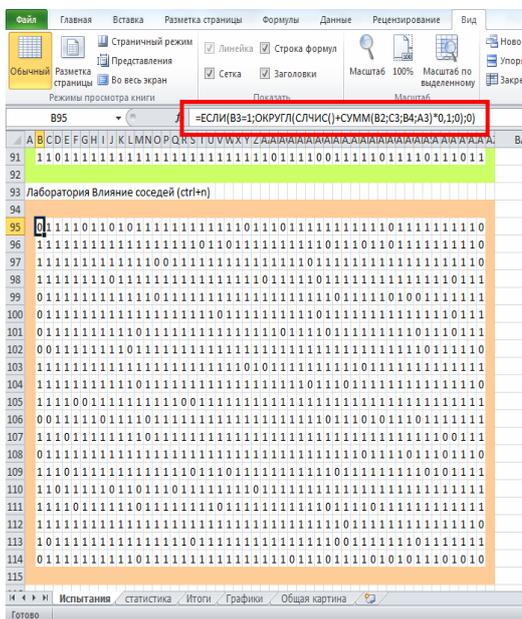


Рис.28

Снова нужно создать макрос для переноса значений в область наблюдения.

```

Sub Лаб_Влияние_соседей()
' Лаб_Влияние_соседей Макрос
' Сочетание клавиш: Ctrl+n
Application.ScreenUpdating = False
For n = 0 To 19
Application.Goto Reference:="Влияние_соседей"
Selection.Copy
Application.Goto Reference:="ОбластьНаблюдения"
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-9
Range("BB1").Select
Selection.Copy
Range("BB4").Offset(n, 0).Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-3
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
Next
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

3.8. Анализ результатов

Для сравнения усредненных результатов опытов необходимо создать отдельный лист «Итоги» (Рис. 29).

Шаг	Среднее1/2	Скорость1/2	Среднее1/3	Скорость1/3	СреднееФФ	СкоростьФФ	СреднееВС	СкоростьВС
0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1	498	500	803	792	786	667	868	1233
2	247	751	647	655	510	422	781	1302
3	121	118	518	554	386	282	590	1276
4	62	64	409	417	303	207	442	1052
5	30	28	325	320	242	146	320	862
6	16	18	260	264	199	126	220	690
7	8	6	208	213	152	82	140	483
8	5	4	166	162	118	68	84	302
9	2	2	134	132	118	54	49	190
10	0	0	108	122	102	44	27	95
11	0	2	84	86	89	37	16	60
12	0	0	67	71	78	31	9	34
13	0	0	53	51	69	27	5	17
14	0	0	43	52	63	22	3	12
15	0	0	33	36	53	22	3	9
16	0	0	26	25	45	17	0	0
17	0	0	21	25	40	17	0	0
18	0	0	16	15	35	14	0	0
19	0	0	13	10	31	10	0	0
20	0	0	11	56	28	95	0	0

Рис.29

Для переноса на лист «Итоги» усредненных значений снова надо написать макрос. Но прежде области содержащей усредненные данные нужно задать имя «Среднее_скорость» (Рис. 30).

Шаг	Среднее	Скорость	1 опыт	2 опыт	3 опыт	4 опыт	5 опыт	6 опыт	7 опыт	8 опыт	9 опыт	10 опыт
0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1	884	1233	879	885	891	877	883	880	891	892	878	879
2	741	1302	735	738	739	750	725	735	751	760	738	751
3	590	1276	597	567	558	614	575	573	598	621	603	594
4	442	1092	455	424	421	432	428	448	438	473	455	448
5	329	862	336	302	308	312	310	318	316	336	353	309
6	220	696	239	201	218	213	207	223	219	226	244	209
7	140	483	156	123	143	141	134	145	130	130	140	133
8	84	303	96	73	97	79	86	83	84	73	89	79
9	49	198	56	41	57	50	47	50	47	48	55	42
10	27	95	28	26	37	29	28	26	25	17	32	26
11	16	60	18	16	20	14	17	17	14	5	18	16
12	9	34	12	13	13	8	7	8	9	3	11	7
13	5	17	6	8	7	5	4	4	4	1	4	5
14	3	17	4	5	2	3	2	2	1	0	3	3
15	1	8	1	1	1	1	2	1	0	0	0	2
16	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0
17	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
18	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24												
25												

Рис.30

Далее можно создавать макрос.

```

Sub Перейти_в_итоги()
' Перейти_в_итоги Макрос
' Сочетание клавиш: Ctrl+f
Static n
Application.Goto Reference:="Среднее_скорость"
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Application.Goto Reference:="Итоги1"
Selection.Offset(0, n).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
n = n + 2
If n = 8 Then n = 0
End Sub

```

В этом макросе снова используется переменная-счетчик **Static n**, только в связи с тем, что заполнение происходит сразу двух столбцов, то смещение идет на два столбца, поэтому **n-n+2**. n увеличивается до 8 т.к. всего восемь столбцов.

3.9. Графики

Для наглядного представления результаты лучше всего представлять в графической форме. Поэтому нужно создать лист «Графики» и разместить на нем четыре диаграммы для каждой из «лабораторий» (Рис. 31).

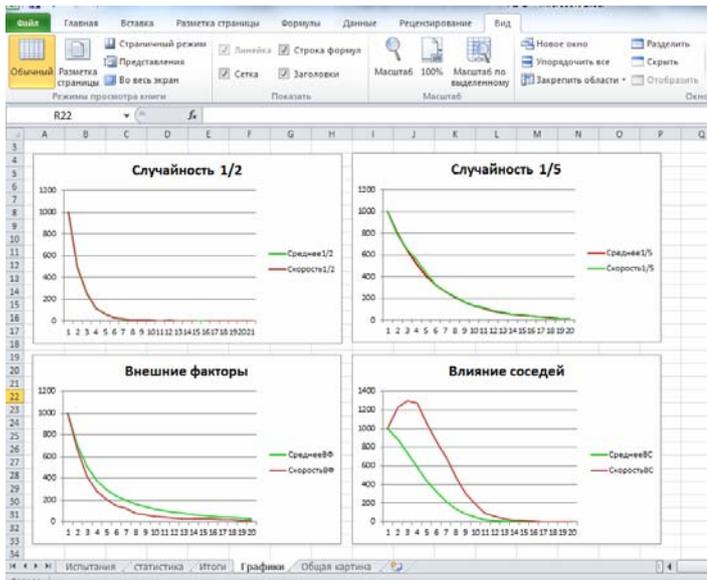


Рис.31

Кроме того, можно сравнить графики друг с другом. Для этого на новом листе «Общая картина» нужно создать две сравнительные диаграммы (Рис.31).

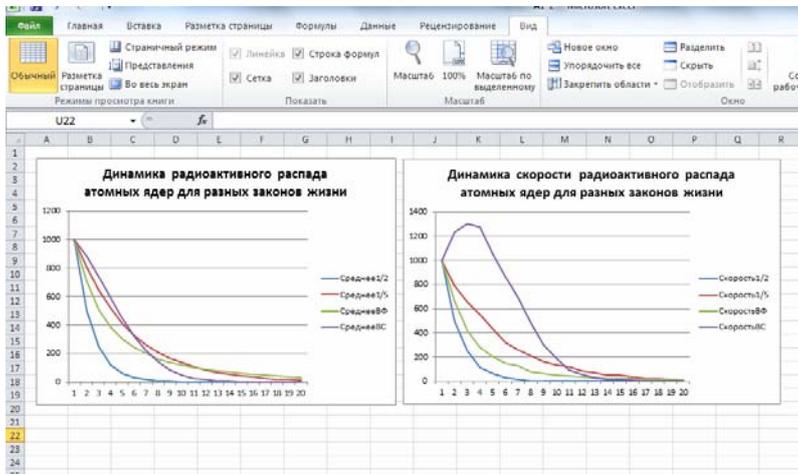


Рис.31

4. Выводы и практические рекомендации

Простроенные графики показывают, что скорость распада атомных ядер совпадает с величиной распавшихся ядер.

Можно сделать вывод о том, что рассматриваемый механизм является экспоненциальным. Именно такая картина имеет место для реальных природных ядер.

Что касается работы с программой Excel, то можно сказать, что создание и использование макросов значительно увеличивает эффективность работы с приложением. Владея макросами даже на начальном уровне, можно значительно повысить эффективность своей работы.

Относительно моделирования можно сделать вывод о том, что необходимость моделирования связана с такими причинами как сложность изучаемых объектов, необходимость экспериментировать и прогнозировать, несоответствие пространственных и временных масштабов объекта и наших возможностей.

Считаю, что данная тема имеет перспективы развития в следующих направлениях:

Во-первых, умение написания и использования макросов повышает эффективность работы с приложениями;

Во-вторых, создание моделей вообще, и информационных в частности позволяет изучать объекты в тех случаях, когда наблюдается несоответствие пространственных и временных масштабов, сложность изучаемого объекта, необходимость экспериментировать и прогнозировать и так далее

5. Заключение

Созданная модель испытывала четыре разных закона распада атомных ядер. Графики показывают, что скорость распада атомных ядер совпадает с величиной распавшихся ядер. Т.е. данный механизм является

экспоненциальным, ведь единственной функцией, производная которой равна ей самой, является экспонента.

Совпадения графиков наблюдались и в тех случаях, когда каждое ядро распадалось независимо от внешнего влияния. На диаграмме «Динамика радиоактивного распада атомных ядер для разных законов жизни» (Рис. 32) кривая «Внешний фактор» проходит между двумя другими средними для двух случайностей. Это связано с тем, что эффективная вероятность распада ядер при воздействии внешнего фактора складывается из пяти разных значений в зависимости от слоя и в итоге получается равной 25%.



Рис.32

Именно такая картина имеет место и для реальных природных ядер – их распад происходит по экспоненте.

6. Список литературы

1. Гарбер Г.З. Основы программирования на Visual Basic и VBA Excel 2007. – М.: Солон-Пресс, 2008. – 192с.
2. Долженков В.И. Самоучитель Excel. – СПб.: БХВ – Петербург, 2008. – 211с.
3. Карчевский Е. М., Филиппов И. Е. Excel 2007 в примерах. Учебно-методическое пособие. Казанский федеральный университет, 2010. - 75с.
4. Косовцева Т.Р., Петров В.Ю. MS Excel в расчетных задачах. – СПб.: БХВ – Петербург, 2010. – 118с.
5. Лавренов С. М. Excel: Сборник примеров и задач. - М.: Финансы и статистика, 2010. - 336 с.:
6. <http://composs.ru/category/microsoft-excel>
7. http://www.excel-team.ru/pervy_macros_excel.php
8. <http://www.excel-vba.ru/>
9. <http://www.planetaexcel.ru/techniques/3/59/>
10. [http://www.physics.ru/courses/op25part2/content/chapter6/section/par
agraph7/theory.html](http://www.physics.ru/courses/op25part2/content/chapter6/section/paragraph7/theory.html)