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.

Простроенные 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

3

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:

4

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 одними 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).





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).





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 BB1 (Рис. 5).





3.2. Лаборатория 1/2

Исходное состояние подготовлено, теперь смоделировать можно динамику событий. Т.е. необходимо чтобы часть ячеек («атомов») («распалась»). Ho превратилась В ноль сделать ЭТО В готовой «Области наблюдения» нельзя, потому что придется процессе В 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)





Полученная формула вписывается в первую ячейку Лаборатории 1/2 - В26, и распространяется на весь диапазон Маркером заполнения. (Рис. 8)





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

indext Parroant	_		
C Dent Okranten	#1 A1 also - Madule2 (Code)		
These draw point	(General)	· Denty_seeps	
Berti Offinio Berti Offinio Berti Offinio Berti Offinio Berti Offinio Berti Offinio Berti Ber	Sub ramay_meaps() ramay_meaps Emerget Coversame ramans(Cre) Application.Socreenty Application.Goop Me Saletion.Covers Application.Covers Saletion.Covers	post post ference:="Adoparopus_1_s_t" ference:="OdoarraHafmusens" is Parte:="Adoparopus_1_s_t" ference:="OdoarraHafmusens" is Parte:="OdoarraHafmusens" Societ - Faire Societ - Faire Societ - Faire is Parte:=siParteYaires, Operation:=siNose, BrigHar Societ - Faire societ - Faire sOpdating - True	

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 *B_Исходное_Состояние* (Ctrl+a) для восстановлений исходного состояния «Области_наблюдения».

Sub B_Исходное_состояние() ' B_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 BB4 в следующие за ней ячейки BB5, BB6 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).





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).

1	1	Calibri		- 11	•	A' A		-	*	h	📅 Tiepe	HDC TREET			Ofuqui		+
5:13	softh-	* *	y +	⊞•	Cn-	A				t (R	- OEM	presents a	nomectime is speed	rp# *	9 · ·	101 12	1 40
-	adeebrea 15		ille	101							fugament.	anne		1		inces -	-
	8823		6	f,	0												
2.4	BCDEF	HIJK	LMN	OPQE	ST	UVV	XYZ	AAA	AAA	A/A/A	IA A A A	المالمالم		A	BA	88	B/BI
1	Область н	аблюде	time (ct	r!+a]							0.074	во един	ниц после очер	едно	co usara		0
2														4	sar NE	*1*	
3	000000	00000	000	0000	0.0	0 0 0	0.00	000	0.0.0	000	0000	0000	000000000	8	0	10	00
	00000	00000	000	0.000	0.0	0.0.0	0.00	0.0.0	000	000	00000	0000	000000000	2	1	4	75
	000000	00000	000	0000	0.0	000	000	0000	000	000	00000	0000	000000000	8	2	2	54
	00000	00000	000	0000	00	000	000	0000	000	000	0000	0000	00000000		3	1	25
	000000	00000	000	0000	0.0	000	0.00	000	000	000	0000	0000	00000000		4		65
	000000	00000	000	0000	0.0	000	000	000	000	000	0000	0000	00000000		5		30
	000000	00000	000	0000	00	0 0 0	000	000	0 0 0	000	0000	0000	00000000		6		14
8	00000	00000	000	0000	0.0	000	000	000	000	000	0000	0000	000000000	12	7		6
	00000	00000	000	0000	0.0	0.0.0	000	000	000	0.0.0	0000	0000	000000000	1	8		1
	00000	00000	000	0000	0.0	000	0.00	0.0.0	000	000	0000	0000	000000000		9		1
1	000000	00000	000	0000	0.0	000	000	000	000	000	0000	0000	00000000		10		1
1	000000	00000	000	0000	00	000	000	000	000	000	0000	0000	00000000	8	11		1
5	000000	00000	0.00	0000	00	000	0.00	0000	0.0.0	000	0000	0000	00000000		12		1
6	000000	00000	000	0000	00	000	000	000	000	000	0000	0000	00000000		13		1
7	000000	00000	000	0000	0.0	000	000	000	000	000	0000	0000	00000000		14		1
	000000	00000	000	0000	0.0	0 0 0	000	000	000	000	0000	0000	00000000		15		0
	000000	00000	000	0000	0.0	000	0.00	000	000	000	0000	0000	00000000		16		0
0	000000	00000	000	0000	0.0	0 0 0	0.00	000	000	000	0000	0000	00000000		17		0
1	000000	00000	000	0000	0.0	000	000	0000	000	000	0000	0000	00000000	8	18		0
2	000000	00000	000	0000	0.0	000	000	000	000	000	0000	0000	00000000	3	19		0
3															20		Č.
4 7	аборатори	n 1/2 (ct	r1+z)														-
5																	

Рис.14

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



Рис.15

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

Сначала нужно области, где стоят нужные числа (BB4:BB23) присвоить собственное имя «Результат_опыта» (Рис. 16),

1	× 1	Calibri		- 11	+	A' A'	-	-	*	100	Repeat	DC TRUE	та .		Obspri		+	
Bet	ante d	* *	ч.	·	4.	A -		= =		-	Объед	unerte-	H DOME	CTWTE & LEHTIDE		76 60E	10.02	Yu
ie.	n minera . 12		100m							Ter.						Sec.10		- ¢ op war
pe	instant on	10	. (-	3.	47	5									-			
14.1	ABCDEFO	H17	KLMN	OPO:	8 5 T	UVW	X Y Z	alala	فبعامته	ininia	(AIAIA)	ala/á	inin's	ANA ANA	BA	88	BI	BIBIBIBI
3	Область	aguon	enne(ct)	ri+a)							HD.S. G	0.044	HINLI TH	ocne overpen	ного шага		0	
2				CONTRACT.										WALLSON AND	war Ne	*1*		
3	000000	000	0000	0.0.0	0.0.0	000	000	000	00001	0000	000	000	000	00000	0			
4	000000	000	0000	0 0 0	000	000	000	000	0000	0000	000	000	000	00000	1		475	
5	000000	000	0000	000	000	000	0 0 0	000	00001	0000	000	000	000	00000	2		254	
5	000000	000	0000	000	0.0.0	0.0.0	0.0.0	000	00001	0000	000	0.0.0	000	00000	3	1.1.1	125	
7	000000	000	0000	000	000	000	000	000	00001	0000	000	000	000	00000	4		66	
	000000	000	0000	000	000	000	000	000	00001	0000	000	000	000	00000	5		30	
9	000000	000	0000	000	0.0.0	000	000	000	00004	0000	000	000	000	00000	6		3.4	
90	000000	000	0000	000	000	000	000	000	00001	0000	000	000	000	00000	7		.0	
	000000	000	0000	0000	0.0.0	000	000	000	00000	0000	000	000	000	00000	8		1	
12	000000	000	0000	000	0.0.0	000	000	000	0000	0000	000	000	000	00000	9		1	
в	000000	000	0000	000	0.0.0	000	000	000	00000	0000	000	000	000	00000	10		1	
14	000000	000	0000	000	0.0.0	000	0 0 0	000	00000	0000	000	000	000	00000	11		1	
15	000000	000	0000	000	0.0.0	000	000	000	00000	0000	000	0.0.0	0.0.0	00000	12		1	
1£	000000	000	0000	000	000	000	000	000	0000	0000	000	000	000	00000	13		1	
17	000000	000	0000	000	0.0.0	000	000	000	00000	0000	000	000	000	00000	14		2	
18	000000	000	0000	000	0.0.0	000	000	000	00004	0000	000	000	0.0.0	00000	15		0	
19	000000	000	0000	000	000	000	000	000	00001	000	000	000	000	00000	16		0	
20	000000	0000	0000	000	000	000	000	000	00000	0000	000	000	000	00000	17	1	0	
21	000000	000	0000	000	000	000	000	000	00001	0000	000	000	000	00000	18		0	
22	000000	000	0000	000	000	000	000	000	00000	0000	000	000	000	00000	19		0	
21															20	-	0	
24	таборатори	+1/2(c	trl+z)															
25																		
34				a.a.a.	1.0.0.		0.0.0	n.n.n	0.0.0.0	1.0.0.0		0.0.0	0.0.0				-	distant in

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:="Pельтат_onыma" Selection.Copy Application.Goto Reference:="nервый_onыm" ActiveSheet.Paste Application.Goto Reference:="Pезультат 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:="nepвый_onыm"* 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:="Рельтат 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 В4 вводится формула = ОКРУГЛ(СРЗНАЧ(D4:M4);0) (Рис. 19).

Встав	ить 🕑	Calibri X X	• 9. • :::: 10p+d7	11 - A - 3 -	≡	= <mark>=</mark> 3 5 3 9	e de al	Перенос тек Объединить опирание	ста и поместит	ь в центре +	06uunii 19 - %	000 i 500	- 5,0 Ус формат	no e
	B4		. (=	S =OKP	угл(срзн	A4(D4:M4)	;0)					0414		_
1	A	в	C	D	E	F	G	н	1	1	к	L.	M	
1		Ct	атистика		модели	радиоан	тивного	распада а	томных я	адер (ctrl+	s)			
2	Шаг	Среднее	Скорость	1 опыт	2 опыт	Зопыт	4 опыт	5 опыт	6 опыт	7 опыт	Tiano 8	9 опыт	10 опыт	
3	0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
4	1	884	1233	879	885	891	877	883	880	891	892	878	879	
5	2	741	1302	735	738	739	750	725	739	751	760	738	731	
6	3	590	1276	597	567	558	614	575	573	598	621	603	594	
7	4	442	1052	455	424	421	432	428	448	438	473	455	448	
8	5	320	862	336	302	308	312	.310	318	316	336	353	309	
9	6	220	690	239	201	218	213	207	223	219	226	244	209	
10	7	140	483	156	123	143	141	134	145	130	130	160	133	
11	8	84	302	96	73	97	79	86	88	84	73	89	79	
12	9	49	190	56	43	57	50	47	50	47	40	55	42	
13	10	27	95	28	26	37	29	28	26	25	17	32	26	
14	11	16	60	18	16	20	14	17	17	14	5	18	16	
15	12	9	34	12	13	13	8	7	8	9	3	11	7	
16	13	5	17	6	8	7	5	4	4	4	1	4	5	
17	14	3	17	4	5	2	-3	2	2	1	0	3	3	
18	15	1	9	1	1	1	1	2	1	0	0	0	2	
19	16	0	.0	1	0	-1	0	2	0	0	0	0	0	
20	17	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
21	18	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
22	19	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
23	20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
24														
25														
4 4 9	H MC	RICHETHET	статистика	а Итоги	Графики	Общая	картина	накросы	22				14	

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 постоянны 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 =OKPYГЛ((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.

16

| × | Catters | - | 11 1 A | enter 1 | Dopentral

 | (Annual

 | -

 |

 |
 | | | |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
|--------|--|---|--|---
--
--

--
--
--
--
--
--
--
--
--|--|---|---
--
--|---
--
--
---|---
--|---|---|
| ×
• | Calleri
K. K | *[| | |

 |

 | 1 Address

 | DORSHINK .

 | \$rst.
 | | | |
 | |
 |
 |
 | | - 6
 | 0.00 | 1.5 |
| 64 | | Harden III | · •· | 4 |

 | 12
e (e 12

 | Depends te

 | n(1)
14 H (1) 414 (1)4

 | гь в центри
 | Churd
1 - 1 | - 100) 5.d | -
23 - 0101 | No.
 | depenter
• Ask tall | possetu Ctures
Ing * Bulles
 | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
 | talaria *
(aturta *
spalat *
 | Σ·
3
2. csp
10
10
10 | 17 (
 | A . | |
| | | | 5 = OK | PVT/1((84-8 | 15)*853/(8

 | 53-854);0)

 |

 |

 |
 | | | |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| A | 8 | C | D | E |

 | 6

 | H

 | 1

 |
 | K | L | M | N
 | 0 | P
 | q
 |
 | 5 | T.
 | | ΰĊ, |
| 100 | Crat | пистика о | IN BOTIER | а модели | раднозн

 | тненого

 | распада

 | атоленые

 | Agep (ctri
 | +=) | 1.11 | |
 | |
 |
 |
 | |
 | | 1 |
| War | Среднее | хорость | 1004 | 20041 | 3 опыт

 | 4 опыт

 | 5 onut

 | 6 onut

 | 7 onut
 | 8 onut | 9 0/16/17 | 10 onut |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 0 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000

 | 1000

 | 1000

 | 3000

 | 1000
 | 1000 | 1000 | 2000 | 2
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 1 | 884 | 1213 | 175 | 885 | 891

 | 871

 | 883

 | 840

 | 891
 | 892 | 878 | 875 |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| | 741 | 1202 | 735 | 738 | 739

 | 726

 | 570

 | 57

 | 151
 | 421 | 758 | 73 |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 4 | 447 | 1052 | 455 | 434 | 421

 | 433

 | 429

 | 44

 | 438
 | 475 | 455 | 41 |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 5 | 320 | 862 | 136 | 302 | 308

 | 912

 | 310

 | 316

 | 115
 | 336 | 353 | 305 |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| - 6 | 220 | 690 | 239 | 201 | 218

 | 211

 | 207

 | 7 223

 | 219
 | 226 | 244 | 209 | 5
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 7 | 340 | 483 | 156 | 223 | 343

 | 343

 | 134

 | 1 143

 | 130
 | 130 | 160 | 131 | 3
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| | 84 | 382 | 96 | 78 | 97

 | 75

 | - 81

 | 5 85

 | . 54
 | 73 | 89 | 75 | 8 ()
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| . 9 | 49 | 190 | 56 | 43 | 57

 | N

 | 43

 | 7 56

 | 47
 | 40 | 55 | 43 | 2
 | |
 |
 |
 | |
 | | 1 |
| 10 | 27 | 95 | 28 | 26 | 37

 | 25

 | 29

 | 8 26

 | 25
 | 17 | 32 | 26 | 6
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 11 | 35 | 60 | 18 | 36 | 30

 | 34

 | 13

 | 1

 | 34
 | | 18 | 16 | 5
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 12 | | 34 | 12 | 13 | 13

 |

 |

 | -

 |
 | | 11 | |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 13 | 1 | 1/ | | |

 | -

 |

 |

 |
 | | | - |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 24 | | 1/ | | 3 |

 | -

 | -

 |

 |
 | 0 | | |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 14 | - | | | |

 |

 |

 |

 |
 | 0 | 0 | |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 17 | 6 | | 1 | 0 | 1

 | 1

 |

 |

 | 0
 | 0 | 0 | |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 18 | | | 1 | 0 | 1

 |

 |

 | 1 1

 | 0
 | 0 | 0 | | 1
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 19 | 0 | | 0 | 0 | 1

 |

 |

 | 2 6

 | 0
 | 0 | 0 | (| 2
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| 20 | | | . 0 | 0 | 1

 | - 6

 |

 |

 | 0
 | 0 | 0 | | 2
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| | | | | |

 |

 |

 |

 |
 | | | |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| | | | | |

 |

 |

 |

 |
 | | | |
 | |
 |
 |
 | |
 | | |
| N Mon | scrawing c | Tatiectiesa | Cittini. | Tradence | Ofician

 | eagnesia .

 | накросы

 | 10

 |
 | | | 114 |
 | |
 | 8
 | C.C.C.
 | | ~
 | | |
| | - | - | - | - | -

 | -

 | and store

 | In Concession

 | -
 | - | _ | | -
 | _ | _
 | -
 | (Intellige
 | 2 HR 100% | 107
 | - | |
| 6 | | | 0 | |) 🥥

 | P

 | W

 | X

 |
 | | | |
 | | EN
 | HA
 |) G
 | - 14 8 | - 4 •
 | 22:47 | 7 |
| | Barry Control 0 1 1 2 3 4 5 6 7 7 8 9 100 11 12 13 14 15 15 17 18 19 20 20 20 20 | Use Creation (Construction) 1 and 2 Atl 3 1990 4 442 5 108 6 228 7 148 8 84 9 88 100 77 111 15 120 9 131 6 140 10 150 10 161 10 17 10 184 0 190 00 200 9 101 10 102 9 103 10 104 10 105 10 107 10 108 10 109 00 200 9 101 10 102 10 103 10 104 10 | Iter Capaces (Sample) 0 1000 1 440 1 440 1 500 2 440 3 500 | Iter Capacity Corport, 1 interv 0 108 000 100 1 44 108 000 100 1 44 108 000 100 3 940 1000 000 100 5 100 650 210 00 100 5 100 650 210 00 100 00 7 14 440 109 00 10 | Iter Changer Componing Terming Journal 1 0 1000 1000 1000 1000 0 1000 1000 1000 1000 1000 0 400 1000 1000 1000 1000 3 404 1000 1000 1000 1000 4 402 1002 1000 1000 1000 5 1000 6000 2010 2010 1000 1000 9 400 1000 500 500 100 100 100 9 40 1000 500 100 <td< td=""><td>Uitz Capacyce (Capacyce) Linear (Linear) Zenard (Linear) <thzenard (linear)<="" th=""> Zenard (Linear) <thzenard (linear)<="" th=""> Zenard (Linear)<td>Uitz Capacity Corport Torus Jorna Torus Torus Capacity 0 1988 1002 1000<!--</td--><td>Lite: Company <thcompany< th=""> <thcompany< th=""> <thcom< td=""><td>Uite Compare Composit Terms / Terms // Te</td><td>Use Compare Construct Terms Density Construct Secure Se</td><td>Use Compare Compose Terms Terms</td><td>Use Converte Status Tenue Tenue</td><td>Use General Secure Secure<!--</td--><td>Uitz Compare Composition Linear of the second seco</td><td>Use General Jorna <t< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcomp< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcom< td=""><td>Use Compare C</td><td>Unit Openant Description Total Centure <thcenture< th=""> Centure <thc< td=""><td>Uir Grand Josef <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjose< td=""><td>Use Openand Description Terms Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<></td></thjose<></thjosef<></thjosef<></thjosef<></td></thc<></thcenture<></td></thcom<></thcompare<></thcompare<></td></thcomp<></thcompare<></thcompare<></td></t<></td></td></thcom<></thcompany<></thcompany<></td></td></thzenard></thzenard></td></td<> | Uitz Capacyce (Capacyce) Linear (Linear) Zenard (Linear) <thzenard (linear)<="" th=""> Zenard (Linear) <thzenard (linear)<="" th=""> Zenard (Linear)<td>Uitz Capacity Corport Torus Jorna Torus Torus Capacity 0 1988 1002 1000<!--</td--><td>Lite: Company <thcompany< th=""> <thcompany< th=""> <thcom< td=""><td>Uite Compare Composit Terms / Terms // Te</td><td>Use Compare Construct Terms Density Construct Secure Se</td><td>Use Compare Compose Terms Terms</td><td>Use Converte Status Tenue Tenue</td><td>Use General Secure Secure<!--</td--><td>Uitz Compare Composition Linear of the second seco</td><td>Use General Jorna <t< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcomp< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcom< td=""><td>Use Compare C</td><td>Unit Openant Description Total Centure <thcenture< th=""> Centure <thc< td=""><td>Uir Grand Josef <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjose< td=""><td>Use Openand Description Terms Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<></td></thjose<></thjosef<></thjosef<></thjosef<></td></thc<></thcenture<></td></thcom<></thcompare<></thcompare<></td></thcomp<></thcompare<></thcompare<></td></t<></td></td></thcom<></thcompany<></thcompany<></td></td></thzenard></thzenard> | Uitz Capacity Corport Torus Jorna Torus Torus Capacity 0 1988 1002 1000 </td <td>Lite: Company <thcompany< th=""> <thcompany< th=""> <thcom< td=""><td>Uite Compare Composit Terms / Terms // Te</td><td>Use Compare Construct Terms Density Construct Secure Se</td><td>Use Compare Compose Terms Terms</td><td>Use Converte Status Tenue Tenue</td><td>Use General Secure Secure<!--</td--><td>Uitz Compare Composition Linear of the second seco</td><td>Use General Jorna <t< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcomp< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcom< td=""><td>Use Compare C</td><td>Unit Openant Description Total Centure <thcenture< th=""> Centure <thc< td=""><td>Uir Grand Josef <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjose< td=""><td>Use Openand Description Terms Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<></td></thjose<></thjosef<></thjosef<></thjosef<></td></thc<></thcenture<></td></thcom<></thcompare<></thcompare<></td></thcomp<></thcompare<></thcompare<></td></t<></td></td></thcom<></thcompany<></thcompany<></td> | Lite: Company Company <thcompany< th=""> <thcompany< th=""> <thcom< td=""><td>Uite Compare Composit Terms / Terms // Te</td><td>Use Compare Construct Terms Density Construct Secure Se</td><td>Use Compare Compose Terms Terms</td><td>Use Converte Status Tenue Tenue</td><td>Use General Secure Secure<!--</td--><td>Uitz Compare Composition Linear of the second seco</td><td>Use General Jorna <t< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcomp< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcom< td=""><td>Use Compare C</td><td>Unit Openant Description Total Centure <thcenture< th=""> Centure <thc< td=""><td>Uir Grand Josef <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjose< td=""><td>Use Openand Description Terms Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<></td></thjose<></thjosef<></thjosef<></thjosef<></td></thc<></thcenture<></td></thcom<></thcompare<></thcompare<></td></thcomp<></thcompare<></thcompare<></td></t<></td></td></thcom<></thcompany<></thcompany<> | Uite Compare Composit Terms / Terms // Te | Use Compare Construct Terms Density Construct Secure Se | Use Compare Compose Terms Terms | Use Converte Status Tenue Tenue | Use General Secure Secure </td <td>Uitz Compare Composition Linear of the second seco</td> <td>Use General Jorna <t< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcomp< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcom< td=""><td>Use Compare C</td><td>Unit Openant Description Total Centure <thcenture< th=""> Centure <thc< td=""><td>Uir Grand Josef <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjose< td=""><td>Use Openand Description Terms Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<></td></thjose<></thjosef<></thjosef<></thjosef<></td></thc<></thcenture<></td></thcom<></thcompare<></thcompare<></td></thcomp<></thcompare<></thcompare<></td></t<></td> | Uitz Compare Composition Linear of the second seco | Use General Jorna Jorna <t< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcomp< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcom< td=""><td>Use Compare C</td><td>Unit Openant Description Total Centure <thcenture< th=""> Centure <thc< td=""><td>Uir Grand Josef <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjose< td=""><td>Use Openand Description Terms Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<></td></thjose<></thjosef<></thjosef<></thjosef<></td></thc<></thcenture<></td></thcom<></thcompare<></thcompare<></td></thcomp<></thcompare<></thcompare<></td></t<> | Uite Compare Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcomp< td=""><td>Uite Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcom< td=""><td>Use Compare C</td><td>Unit Openant Description Total Centure <thcenture< th=""> Centure <thc< td=""><td>Uir Grand Josef <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjose< td=""><td>Use Openand Description Terms Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<></td></thjose<></thjosef<></thjosef<></thjosef<></td></thc<></thcenture<></td></thcom<></thcompare<></thcompare<></td></thcomp<></thcompare<></thcompare<> | Uite Compare Compare <thcompare< th=""> <thcompare< th=""> <thcom< td=""><td>Use Compare C</td><td>Unit Openant Description Total Centure <thcenture< th=""> Centure <thc< td=""><td>Uir Grand Josef <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjose< td=""><td>Use Openand Description Terms Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<></td></thjose<></thjosef<></thjosef<></thjosef<></td></thc<></thcenture<></td></thcom<></thcompare<></thcompare<> | Use Compare C | Unit Openant Description Total Centure Centure <thcenture< th=""> Centure <thc< td=""><td>Uir Grand Josef <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjose< td=""><td>Use Openand Description Terms Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<></td></thjose<></thjosef<></thjosef<></thjosef<></td></thc<></thcenture<> | Uir Grand Josef Josef <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjosef< th=""> <thjose< td=""><td>Use Openand Description Terms Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<></td></thjose<></thjosef<></thjosef<></thjosef<> | Use Openand Description Terms Description Description <thdescription< th=""> <thdescription< th=""></thdescription<></thdescription<> |

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:АҮ68, назвав ее «Лаборатория 1/5» (Рис. 21).



Рис.21

В этом эксперименте уменьшаю саму 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 нею 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)

1	-	1	2	6			Ca	lib	ori						÷	11	6			A		A."		8	-	-	=		=		*					'n	ep	ен	00	те	кс	та											0
BC	ав	ц итв	-		*		*	,			ч	۰.		£		-		A			4			-	-	-	-	-		1.	-		-			0	62													TDA	-		3
	*		1	1				`	~		-			-				~	•												-		-		-	10		icμ					.01	ne				4	en	ipe			-
yΦ	:p	061	161	13	-6						2	L	Up	ИС	ÞΤ			_				- 6	2	_										В	ыр	351	ни	8a	ни	e					_			_			15i		_
_	_	_	B	76	2	_	_	_	_	*	C					Ĵ.	ĸ	-	E	сл	IN	(E	37	=1	;C	ж	РУ	1	n()	C1	14	ИС	-()	+0	11.	0)	;0)	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_				_
1	A	в	C	E	F	G	н	1	J	к	L	M	N	0	P	Q	R	s	т	U	v	N	×	Y	Z	A	AI	A	AI	AI	A	A	AL	44	AA	A	IA	IA	A	A	A	AI	A:	A	A	A	A	A	A	A:		E	3A
8		1	1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0 1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1				
9																																																					
0	Ла	6	pp	ате	op	ИЯ	"	Вн	ie	ш	ни	й	фа	эк	го	p"	(tr	1+	b)																																	
1																																																					
2		0	1 (0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0 0) 1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1				
3		1	1 0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0 1	. 0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0				
4		1	1 (1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1 0	0 0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1				
5		0	1 1	. 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0 0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0				
6		1	0 0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1 1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1				
7		0	0 1	. 1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0 0	0 0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1				
8		0	0 0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1 1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1				
9		0	1 (0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1 0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0				
0		1	1 1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1 0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0				
1		0	1 1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1 1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1				
2		1	1 1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0 1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1				
3		0	1 (0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0 1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1				
4		0	1 1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1				
5		0	1 (1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0 1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1				
6		1	1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0 0) 1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0				
7		1	1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1				
8		1	1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0 1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1				
9		1	1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1				
0		1	1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
1		1	1 (1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1 1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1				
2																																																					
-	-	1	1	Ис	cni	ыт	ai	111	я .		c	ат	ис	ти	ка	-	i	1T	оп	и	/	Го	bai	Φr	IKI	1	1	0	60	19:	R	ac	TV	IHa		1	6																

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.

	рай		1		Гл	at	на	R			B	ста	10	ca			p	83	24	T	3	ст	pa	н	14	ы			φ	op	м	улі	ы			Да	нн	ы	t		P	eu	ie,	134	ipi	os	ar	ы		ſ	Ē	н	Ą				
						1					C1	pa	н	н	н		p	e)	0	M		2		n,		ŧй	ка		V] (Стр	20	ка	ф	op	м	n			6	R]				ļ	þ				10	8	los	00
0	5614	on,	iĂ	P	83	MR SH	TK	а ы	ï	1	Be		ie c	ь	ж	pa	н					2	9	Če	т	a			4	1	lar	01	10	BK	и				м	30	uт	16	1	0	0%		N	lac Lac	W LAN	131	5 r			i		lang	her
			1	e	0	m	ы	np	00	м	я	pa	(K	н	n													n	OK.	as	at	ь												M	acı	шт	at	1									
Г				85	15						•	• (6					1	f _x		={	c	л	и	в	3	1	c	ж	P)	VT.	л	C	n١	и	C()+	-C)	'n	٩N	4(8	32	;C	3;	84	ç,	13	•	0,	1;	0):	0)				
	A	B	c	D	E	F	G	H	Ī	1	Ī	ĸ	L)	M	N	0	P	C	2 F	5	1	1	IN.	Ň	N	x	Y	Z	A	A	iA	ίA	İA	İA	(A	ίA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	İA	A	i,A	ίA	Ā	d.	ł	8.A
91		1	1	0	1	1	1	1	1	1	l,	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		L)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	C	1	1	1	0	1	1				
92																																																									
93	л	lat	io	pa	ITC	op	M3	1	3n	Ю	11-	ю	e	00	00	2/	e	й	(c	tri	+1	1)																																	Ŀ		
94		Б	ι.																																																						
90		H	i,	ĥ	ĥ	i,	1	1	í,			1	1	1	î	î	ŝ	ŝ	i,	i,	ĥ	l	i,	1	ł	1	1	î	ŝ	î	1	ĥ	ĥ	ĥ	ĥ		ŝ	ĥ	ĥ	1	ĥ	÷	0	÷	ĥ	ĥ	i,	i,	i,	i,	i,	i,					
97		i	î	ĥ	ĥ	1	1	1	1	1		ì	ì	î	î	0	ô	i	í,	ĥ	1	ĥ	l		í	ì	î	î	î	î	î	î	1	0	1	1	i	i	î	1	î	î	ĩ	î	i	i	i,	l	i,	,	,	i,	0				
98		1	1	1	1	1	1	1	1	0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6			1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1				
99		0	1	1	1	1	1	1	1	1	l	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	þ		ı,	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1				
10	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	l	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0)	ı,	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1				
10	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	l	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	þ		I)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1				
10	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	l	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C	1	1	1	1	1	0	1			
10	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
10	4	1	ł	1	1	1	1	1	ł			1	1	0	1	1	1	1	l	l	ł	ľ	ł		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	ł	1	ł	1	1	ł	. 0				
10	6		â	ĥ	ĥ	1	1	1	í,			ì	1	1	<u>_</u>	î	î	ŝ	1	1	í,	i	i,		ł	1	ì	i	î	î	i	i	i	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	6	i,	ĥ	i,	1	i,	i,	1				
10	7	1	1	ĥ	0	ĥ	1	1	1	1		ì	ì	î	0	î	î	i	ĥ	ĥ	ĥ	ĥ	i,		ì	ì	î	î	î	î	i	i	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	î	î	ĥ	1	i,	1	i,	6	1	i,	1				
10	8	0	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6		i.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	C	1	1	5	0				
10	9	1	1	1	0	1	1	1	1	1	l	1	1	1	1	1	1	1	1	C	1	1	1	l	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C	1	C	1	1	1	1				
11	D	1	1	0	1	1	1	1	1	0)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1		ı,	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
11	1	1	1	1	1	C	1	1	1	1	l	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0)	L)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
11	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	l	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	ļ		L)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1			
11	3	1	0	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1				
11		0	1	1	1	2	2	2	P	φ		1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	p	ę.		1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	12	1	0	12	0	12	0				
11	2																																																								
14	4	•	PI		Ис	m	ы	ra	0	EЯ	4	0		añ	ИС	ΤV	IIG	1	4	N	ró	N			p	90	ри	10	4		C	76.	щ2	191	Ka	pT	N)	9	-	1	2																
10	100	2																																																							

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).

06		Разметка страницы Ф	Страничный режл Представления Га весь экран пра книги	II Amerika II Cenxa	 Строка фор Заголовки Показать 	нул 🭳 Масытаб	100% Macural Bougeners Macura6	i ne ne tany III 3acpt	е окно ядочить все гонть области *	Cop
		H27	• (=fv							
4	Α	8	c	D	E	F	G	н	1	J
1			татистика оп	uros no pace	аду для разл	нчных "Зако	нов жизни" з	TOMOS (ctrl+	0	
2		Случайн	HOCT 1/2	Случай	ность 1/5	Внешни	й фактор	Влияние	соседей	
3	war	Среднее1/2	Скорость1/2	Среднее1/5	Скорость1/5	СреднееВФ	Скорость ВФ	СреднееВС	СкоростьВС	
4	Û	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	-
5	1	498	500	803	792	700	667	854	1233	
6	2	247	251	647	655	510	422	741	1302	1
7	3	121	118	518	553	380	282	590	1276	
8	4	62	64	409	437	303	207	442	1052	-
9	5	30	28	323	320	242	146	320	862	l
10	6	16	18	260	264	199	126	220	690	
11	7	8	6	208	213	162	82	140	483	1
12	8	5	4	166	162	138	68	84	102	1
13	9	2	2	134	132	118	54	49	190	
14	10	0	0	108	122	102	44	21	95	
15	11	0	2	84	86	89	37	16	60	
16	12	0	0	07	71	78	31	9	34	1
17	13	0	0	58	51	69	27	5	17	-
18	14	0	0	43	51	01	27	3	17	
19	15	0	0	13	16	53	27	1	9	
20	16	0	0	26	25	45	17	0	0	
21	17	0	0	21	25	40	17	0	0	
72	18	0	0	16	15	35	14	0	0	
23	19	0	0	13	10	31	10	0	0	
24	20	0	0	11	56	28	95	0	0	
20										

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).

254	vrsal Par	arita arena	Страничный р Представление Во весь экран	* [2]	Anneira (j Centa (j	Строна ф Заголовні споль	e Ma	R D	Macural Bigginew		овое окно порадочить акрепить об	ALE O	Разделить Скрать Отобрали
Cpr	днее о	юрость	- (J0K	угл(срэн	AH(D4:M4)	:0)						_
d.	A	1	c	D	E	Ŧ	G	н	1	1	ĸ	1	М
1			Статистика		в модели	радновя	отонант	распада а	томных	Apep (ctrl	+s)		
2	Шаг	Средн	е Скорость	1 onы1	2 опыт	1 onur	4 onыт	Sonut	6 00MT	7 onuit	8 onur	9 onut	10 опыл
1		3 10	00 1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	100
		1 8	84 1233	879	885	891	877	883	880	891	892	878	\$
5		2 7	41 1302	735	738	735	750	725	739	751	760	738	7.
5		3 5	90 1276	597	567	558	614	575	571	598	621	603	51
	- 20	4	42 1052	455	424	421	432	428	448	438	478	455	4
	1	5 3	20 862	336	302	306	312	310	318	316	336	353	3
	20	5 2	20 690	239	201	218	213	207	223	219	226	244	2
1		1	40 483	156	123	143	141	134	145	130	130	160	1
4	1	5	54 302	56	73	97	79	86	88	84	73	89	
1	1	9	49 190	56	43	57	50	47	50	47	40	55	
1	1		U 95	28	26	37	29	28	26	25	17	32	
4	1	1	16 60	18	18	20	14	17	17	14	3	18	
	1	2	9 M	12	13	13		7	8	9	3	11	
1	1	3	5 17	6	8	7	5	4	4	4	1	4	
4	Ъ	4	3 17	4	5	2	1	2	2	1	0	3	
4	1	5	1 9	1	1	1	1	2	1	0	0	0	
1	1	5	0 0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	
2	1		0 0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	
4	1	8	0 0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	
1	1	1	0 0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
4	2	1	0 0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
1													
1													

Рис.30

Далее можно создавать макрос.

Sub Перейти_6_итоги() ' Перейти_6_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 + 2If n = 8 Then n = 0End 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

 Гарбер Г.З. Основы программирования на Visual Basic и VBA Excel 2007. – М.: Солон-Пресс, 2008. – 192с.

 Долженков В.И. Самоучитель Excel. – СПб.: БХВ – Петербург, 2008. – 211с.

 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. Ехсеl: Сборник примеров и задач. - М.: Финансы и статистика, 2010. - 336 с.:

6. <u>http://composs.ru/category/microsoft-excel</u>

7. <u>http://www.excel-team.ru/pervy_macros_excel.php</u>

8. <u>http://www.excel-vba.ru/</u>

9. <u>http://www.planetaexcel.ru/techniques/3/59/</u>

10. <u>http://www.physics.ru/courses/op25part2/content/chapter6/section/par</u> agraph7/theory.html