

Проектно-исследовательская работа

**«Использование математических формул в Excel  
для создания Пасхалии»**

Автор: Терентьева Юлия  
учащаяся 9а класса  
ГБОУ СОШ «ОЦ» п. Серноводск

Научный руководитель:  
Александрова И.А.  
учитель математики

## Оглавление

1. Введение.....	3
1.1.Актуальность.....	3
1.2.Цели и задачи.....	3
2. Основная часть.....	4
2. 1.Основные понятия Пасхалии. ....	4
2.2. Различные подходы для определения дней пасхи.....	6
2.3. Алгоритм расчета даты православной Пасхи, основанный на формулах Гаусса.....	8
2.4. Изучение возможностей Excel для создания Пасхалии.....	8
3. Заключение.....	13
3.1. Вывод.....	13
3.2. Практическое использование Пасхалии.....	13
4. Список литературы.....	14
Приложения .....	15

# 1. Введение

## *Актуальность*

Один из главных праздников христиан – Пасха – является переходящим, то есть в каждый год выпадает на новую дату. Православные празднуют Пасху в первое воскресенье после первого полнолуния, бывшего после 21 марта. Важность знания даты пасхи в средние века показывает, например, шотландская сказка, в которой жители Шотландии каждый год отправляли гонца в Ватикан, чтобы узнать дату очередной Пасхи. Герой сказки прославился тем, что смог узнать не только дату, но и сам способ вычисления. В настоящее время, я думаю, каждый человек задумывался над такими вопросами:

Периодична ли дата Пасхи?

Когда самая ранняя Пасха?

Когда самая поздняя Пасха?

Чтобы ответить на эти вопросы, мне нужно было перед глазами иметь Пасхалию на несколько лет. Поиски в Интернете не дали нужного результата. Там предлагается, например, Пасхалия до 2020, 2050 годов. А мне нужно было видеть дату Пасхи за несколько сот лет.

Так, появилась ***проблема: создать Пасхалию, показывающую дату Пасхи на несколько веков.***

## *Цели и задачи исследования*

**Цель исследования:** создать Пасхалию, показывающую дату Пасхи на несколько веков.

**Задачи исследования:**

- изучить литературу о расчетах дней Пасхи;
- рассмотреть возможности современных информационных технологий по созданию Пасхалии;

- определить какие функции Excel необходимы для создания Пасхалии;
- выполнить необходимые вычисления, используя табличный редактор Excel;
- проанализировать полученный результат, сравнить с аналогами Пасхалий в Интернете;
- изучить дополнительные функции для работы с Пасхалией;
- ответить на интересующие вопросы о Пасхе;
- определить дальнейшее использование Пасхалии.

**Гипотеза исследования:** построение Пасхалии возможно с помощью табличного редактора Excel.

**Объект исследования:** формулы расчета даты Пасхи.

**Предмет исследования:** функции табличного редактора Excel, которые позволяют рассчитать дату Пасхи по формуле Гаусса на несколько лет и представить их в виде Пасхалии.

**Методы исследования:** анализ, сравнение, обобщение, моделирование, экспериментирование.

## 2. Основная часть

### *Основные понятия Пасхалии*

Церковный календарь-*пасхалия* – это набор обширных таблиц, определяющих взаимосвязь нескольких календарно-астрономических величин, тесно связанных с юлианским календарем. Они относятся как к внутреннему устройству юлианского календаря, так и к его взаимоотношениям с астрономическими явлениями. Важное обстоятельство: пасхалия основана на предположении, что все календарные показатели, используемые для определения дня христианской Пасхи, в точности повторяются через каждые 532 года. Этот 532-летний период повторения Пасхи в юлианском календаре (а

также – индикта, круга Солнцу и круга Луне) называется «великим индиктионом». Последний великий индиктион начался в 1941 году и продолжается в наши дни. Предыдущий – начался в 1409 году. Тот, что был до него, – в 877 году и т. д.

**Круг Луне** — номер года, в 19-летнем цикле (периоде) Луны. Поскольку первый год от сотворения Мира (от Адама) считается первым Кругом Луне, то Круг Луне — это остаток от деления года от сотворения Мира (5508 год + текущий год от Р. Х.) на 19. Если деление без остатка, то Круг Луне = 19.

**Круг Солнцу** — номер года, в 28-летнем цикле (периоде) Солнца. Поскольку первый год от сотворения Мира считается первым Кругом Солнцу, то Круг Солнцу — это остаток от деления года от сотворения Мира (5508 год + текущий год от Р. Х.) на 28. Если деление без остатка, то Круг Солнцу = 28.

**Индикт** — число от 1 до 15, остаток, получаемый при делении года от сотворения мира на 15.

**Юлианский календарь** — календарь, разработанный группой александрийских астрономов. Календарь введён Юлием Цезарем с 1 января 45 года до н. э.

Юлианский календарь в современной России обычно называют старым стилем. В юлианском календаре обычный год состоит из 365 дней и делится на 12 месяцев. Раз в 4 года объявляется високосный год, в который добавляется один день — 29 февраля.

**Григорианский календарь** — система исчисления времени, основанная на циклическом обращении Земли вокруг Солнца; продолжительность года принята равной 365,2425 суток; содержит 97 високосных лет на 400 лет<sup>[4]</sup>.

Впервые григорианский календарь был введён папой римским Григорием XIII в католических странах 4 октября 1582 года взамен прежнего юлианского. Длительность не високосного года — 365 суток,

високосного — 366. Григорианский календарь в современной России обычно называют новым стилем.

### ***Различные подходы для определения дней Пасхи***

Обзор литературы по данному вопросу позволил мне выделить несколько подходов к расчету дней пасхи.

Наиболее авторитетным можно считать метод расчета Пасхи, разработанный *в Александрии*, основанный на расчёте лунных епакт согласно 19-летнему циклу. Такой цикл был впервые предложен Анатолием Лаодикийским ок. 277 года. Александрийские пасхальные таблицы были составлены епископом Феофилом Александрийским на 380—479 гг. и Кириллом Александрийским на 437—531 гг.

*В Риме* была разработана собственная пасхалия, отличная от александрийской. Самые ранние известные римские таблицы, основанные на 8-летнем цикле, были составлены в 222 г. Ипполитом Римским. Викторий Аквитанский предпринял попытку адаптировать александрийский метод к римским правилам в 457 г. в виде 532-летней таблицы. Таблицы Виктория использовались в Галлии и Испании, пока они не были заменены таблицами Дионисия Малого в конце VIII столетия.

В первой половине VI века, когда очередные римские пасхальные таблицы подходили к концу, римский аббат Дионисий Малый по поручению Папы Римского Иоанна I составил новые пасхальные таблицы на основе александрийских расчётов, объединив таким образом восточный и западный способы расчёта пасхального дня. Таблицы Дионисия были составлены на 95 лет, но впоследствии были продолжены на период в 532 года, получивший наименование Великого индиктиона. Кроме того, Дионисий перевёл пасхальные таблицы из александрийского календаря в юлианский и предложил эру от Рождества Христова.

В 1582 г. Римским Папой Григорием XIII была введена григорианская пасхалия, которая используется Римско-католической Церковью по сей день.

### Вычисление даты Пасхи в православии

Дата православной Пасхи рассчитывается по александрийской пасхалии. Для заданного года определяется пасхальное полнолуние:

$$\text{Полнолуние}(Y) = 21 \text{ марта} + (19 \cdot (Y \bmod 19) + 15) \bmod 30,$$

где  $Y$  — номер года от Р. Х.,  $m \bmod n$  — остаток от деления нацело  $m$  на  $n$ . Если значение  $\text{Полнолуние}(Y) \leq 31$ , то дата полнолуния будет в марте; Если значение  $\text{Полнолуние}(Y) > 31$ , то следует вычесть 31 день, и получится дата в апреле.

### Алгоритм вычисления даты Песах

Следующий алгоритм вычисления дня еврейской Пасхи (15 числа месяца нисана) в Юлианском году был также предложен знаменитым математиком Карлом Гауссом. Воспроизводится по Энциклопедическому словарю Брокгауза и Ефрона.

Пусть  $B$  есть число года христианского летоисчисления, то есть  $B = A - 3760$ , где  $A$  число года еврейского летоисчисления.

$$a = (12B + 12) \bmod 19; b = B \bmod 4.$$

Составим величину:  $M + m = 20,0955877 + 1,5542418a + 0,25b - 0,003177794B$ , где  $M$  целое число, а  $m$  правильная дробь.

$$\text{Наконец, найдем: } c = (M + 3B + 5b + 1) \bmod 7$$

Тогда:

1. если  $c = 2$  или  $4$ , или  $6$ , то еврейская Пасха празднуется  $M + 1$  марта (или, что то же,  $M - 30$  апреля) старого стиля;
2. если  $c = 1$ , притом  $a > 6$  и  $m > 0,63287037$ , то Пасха будет иметь место  $M + 2$  марта;
3. если  $c = 0$ ,  $a > 11$  и  $m > 0,89772376$ , то день Пасхи будет  $M + 1$  марта;
4. во всех остальных случаях Пасха празднуется  $M$  марта.

Во всех случаях, если результат  $M$ ,  $M+1$  или  $M+2$  больше 31, из него следует вычесть 31 и получить число апреля.

*Карл Фридрих Гаусс* предложил свой метод в 1800 г. специально для вычисления даты Пасхи. Все гениальное просто: арифметические действия - деление и сложение, никакой небесной механики. Что примечательно, формулу Гаусс предложил без доказательства, как само собой разумеющееся и понятное. Спустя годы уже другие математики явили миру ее строгое обоснование.

### *Алгоритм расчета даты православной Пасхи, основанный на формулах Гаусса*

1. Определить остаток от деления номера года на 19 (назовем его  $a$ ).
2. Вычислить остаток от деления номера года на 4 (назовем его  $b$ ).
3. Определить остаток от деления номера года на 7 (назовем его  $c$ ).
4. Рассчитать остаток  $d$  от деления суммы  $(19a + 15)$  на 30.
5. Вычислить остаток  $e$  от деления суммы  $(2b + 4c + 6d + 6)$  на 7.
6. Определить сумму  $f = d + e$ .
7. Пасха будет либо в марте, либо в апреле (все даты получаются по старому стилю) в зависимости от величины  $f$ : **если**  $f$  не больше 9, **то** дата Пасхи —  $(22 + f)$  марта, **иначе** Пасха приходится на  $(f - 9)$  апреля

Формулы предусматривают два исключения: при  $d = 29$  и  $e = 6$  Пасха должна быть перенесена с расчетной даты — с 26 апреля на 19 апреля, а при  $d = 28$  и  $e = 6$  — с расчетной даты 25 апреля на 18 апреля.

Таким образом, Пасха всегда происходит между 22 марта и 25 апреля (по старому стилю)». Для создания своей Пасхалии я решила использовать формулы Гаусса.

### *Изучение возможностей Excel для создания Пасхалии*

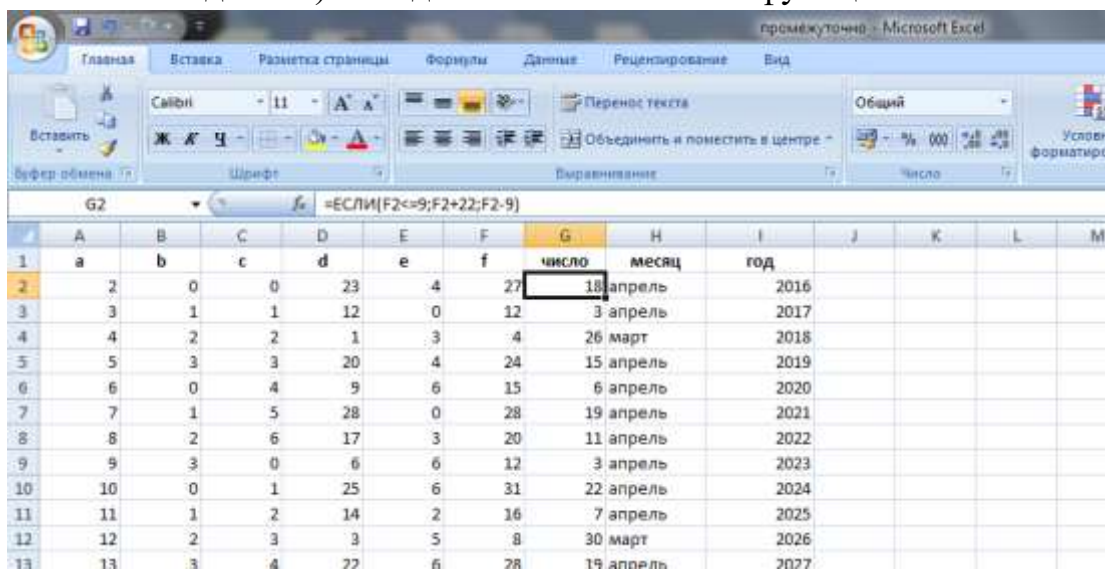
Современные информационные технологии позволяют составить «вечную» пасхалию, то есть даты Пасхи на полный период. Перед началом исследовательской работы мы с учителем обсуждали возможность построения Пасхалии двумя способами: в среде



программирования Pascal и с помощью табличного редактора Excel. На мой взгляд, построить Пасхалию в табличном редакторе Excel проще.

По алгоритму расчета Пасхи я поняла, что нужная функция в Excel связанная с математикой, так как надо находить остатки от деления одного числа на другое. С помощью математических функций «ОСТАТ» и «СУММА» я вычислила значения  $a, b, c, d, e, f$  из формулы Гаусса.

Для определения месяца и дня Пасхи (так как номер дня и месяц вычисляются отдельно) понадобились логическая функция «ЕСЛИ».



The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The formula bar contains the formula: `=ЕСЛИ(F2<=9;F2+22;F2-9)`. The active cell is G2, which contains the value 18. The table below shows the results of the calculation for years 2016 to 2027.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	a	b	c	d	e	f	число	месяц	год				
2	2	0	0	23	4	27	18	апрель	2016				
3	3	1	1	12	0	12	3	апрель	2017				
4	4	2	2	1	3	4	26	март	2018				
5	5	3	3	20	4	24	15	апрель	2019				
6	6	0	4	9	6	15	6	апрель	2020				
7	7	1	5	28	0	28	19	апрель	2021				
8	8	2	6	17	3	20	11	апрель	2022				
9	9	3	0	6	6	12	3	апрель	2023				
10	10	0	1	25	6	31	22	апрель	2024				
11	11	1	2	14	2	16	7	апрель	2025				
12	12	2	3	3	5	8	30	март	2026				
13	13	3	4	22	6	28	19	апрель	2027				

Самым сложным для меня, оказалось, выполнить расчет перевода даты Пасхи со старого стиля на новый. Согласно теории я понимала, что к рассчитанным дням (формула Гаусса соответствует старому стилю) нужно прибавить 13 дней, кроме этого учесть, что в апреле только 30 дней, в марте – 31. После многократных попыток применить логические функции «ЕСЛИ», «И», «ИЛИ», я обратила внимание на формат ячеек «ДАТА» и поняла, что она позволяет автоматически 31 апреля заменить на 1 мая. Осталось придумать, как соединить число и месяц в одну ячейку. Многократные эксперименты с различными функциями привели меня к функции «СЦЕПИТЬ», которая позволяет собрать дату в одной ячейке, так как день и месяц вычисляются отдельно.

Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Разработки

Calibri 11

Имя: =СЦЕПИТЬ(G2:H2)+13

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	a	b	c	d	e	f	число	месяц	Дата Пасхи	год	
2	13	1	5	22	6	28	19 апрель	2 май	2217		
3	14	2	6	11	2	13	4 апрель	17 апр	2218		
4	15	3	0	0	5	5	27 март	9 апр	2219		
5	16	0	1	19	5	24	15 апрель	28 апр	2220		
6	17	1	2	8	1	9	31 март	13 апр	2221		
7	18	2	3	27	2	29	20 апрель	3 май	2222		
8	0	3	4	15	6	21	12 апрель	25 апр	2223		
9	1	0	5	4	1	5	27 март	9 апр	2224		
10	2	1	6	23	2	25	16 апрель	29 апр	2225		
11	3	2	0	12	5	17	8 апрель	21 апр	2226		
12	4	3	1	1	1	2	24 март	6 апр	2227		
13	5	0	2	20	1	21	12 апрель	25 апр	2228		
14	6	1	3	9	4	13	4 апрель	17 апр	2229		
15	7	2	4	28	5	33	24 апрель	7 май	2230		
16	8	3	5	17	1	18	9 апрель	22 апр	2231		
17	9	0	6	6	3	9	31 март	13 апр	2232		
18	10	1	0	25	4	29	20 апрель	3 май	2233		
19	11	2	1	14	0	14	5 апрель	18 апр	2234		
20	12	3	2	3	3	6	28 март	10 апр	2235		
21	13	0	3	22	3	25	16 апрель	29 апр	2236		
22	14	1	4	11	6	17	8 апрель	21 апр	2237		
23	15	2	5	0	2	2	24 март	6 апр	2238		
24	16	3	6	19	3	22	13 апрель	25 апр	2239		
25	17	0	0	8	5	13	4 апрель	17 апр	2240		
26	18	1	1	27	6	33	24 апрель	7 май	2241		
27	0	2	2	15	3	18	9 апрель	22 апр	2242		
28	1	3	3	4	6	10	1 апрель	14 апр	2243		
29	2	0	4	23	6	29	20 апрель	3 май	2244		
30	3	1	5	12	2	14	5 апрель	18 апр	2245		
31	4	2	6	1	5	6	28 март	10 апр	2246		
32	5	3	0	20	6	26	17 апрель	30 апр	2247		
33	6	0	1	9	1	10	1 апрель	14 апр	2248		
34	7	1	2	28	2	30	21 апрель	4 май	2249		
35	8	2	3	17	5	22	13 апрель	26 апр	2250		
36	9	3	4	6	1	7	29 март	11 апр	2251		

с:1604года до:1917 до:2017 до:2116 до:2216 после:2216

Главная Вставка Разметка страницы Ссылки Рисунки Рецензирование Вид Разработки Настройка

Имя: =СЦЕПИТЬ(G2:H2)+13

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	a	b	c	d	e	f	число	месяц	Дата Пасхи	год				
2	13	1	5	22	6	28	19 апрель	2 май	2217					
3	14	2	6	11	2	13	4 апрель	17 апр	2218					
4	15	3	0	0	5	5	27 март	9 апр	2219					
5	16	0	1	19	5									
6	17	1	2	8	1									
7	18	2	3	27	2									
8	0	3	4	15	6									
9	1	0	5	4	1									
10	2	1	6	23	2									
11	3	2	0	12	5									
12	4	3	1	1	1									
13	5	0	2	20	1									
14	6	1	3	9	4									
15	7	2	4	28	5									
16	8	3	5	17	1									
17	9	0	6	6	3									
18	10	1	0	25	4									
19	11	2	1	14	0									
20	12	3	2	3	3									
21	13	0	3	22	3									
22	14	1	4	11	6									
23	15	2	5	0	2									
24	16	3	6	19	3									
25	17	0	0	8	5									
26	18	1	1	27	6									
27	0	2	2	15	3									
28	1	3	3	4	6									

Формат ячеек

Число Выравнивание Шрифт Границы Звук Защита

Общие форматы:

- Общий
- Числовой
- Денежный
- Финансовый
- Дата**
- Время
- Пользовательский
- Дробный
- Экспоненциальный
- Текстовый
- Дополнительный (без форматов)

Образцы:

- 2 май
- Тип: \*\*14.03.2001
- \*\*14 марта 2001г.
- 14.3
- 14.3.01
- 14.03.21
- 14.03.21**
- 14 мар 01
- Вид (местоположение):
- Русский (Россия)

Форматы дат служат для отображения дат и времени, представляемых числами, в виде дат. Форматы дат, которые начинаются со звездочки (\*), не меняются при изменении формата отображения даты и времени в операционной системе. Форматы без звездочки не зависят от настроек операционной системы.

OK Отмена

После того как Пасхалия была выполнена, я сравнила ее с теми таблицами, какие смогла найти в Интернете. Мои вычисления совпадали. Теперь осталось изучить даты и ответить на интересующие вопросы. Например, я сравнила дни Пасхи 1685 – 1722 годов с 2216 – 2254 годами (через 532 года). Даты совпадали, это доказывает периодичность Пасхи.

Чтобы ответить на некоторые вопросы о Пасхе, я воспользовалась статистическими функциями Excel, такими как: «МАКС», «МИН», «МОДА».

I	J	K
Дата Пасхи	год	
12 апр	1684	
2 май	1685	
17 апр	1686	
9 апр	1687	
28 апр	1688	
13 апр	1689	
3 май	1690	
25 апр	1691	
9 апр	1692	
29 апр	1693	
21 апр	1694	
6 апр	1695	
25 апр	1696	
17 апр	1697	
7 май	1698	
22 апр	1699	
13 апр	1700	
3 май	1701	
18 апр	1702	
10 апр	1703	
29 апр	1704	
21 апр	1705	
6 апр	1706	
26 апр	1707	
17 апр	1708	
7 май	1709	
22 апр	1710	
14 апр	1711	
3 май	1712	
18 апр	1713	
10 апр	1714	
30 апр	1715	
14 апр	1716	
4 май	1717	
26 апр	1718	
11 апр	1719	
30 апр	1720	
22 апр	1721	
7 апр	1722	

I	J	K
Дата Пасхи	год	
2 май	2217	
17 апр	2218	
9 апр	2219	
28 апр	2220	
13 апр	2221	
3 май	2222	
25 апр	2223	
9 апр	2224	
29 апр	2225	
21 апр	2226	
6 апр	2227	
25 апр	2228	
17 апр	2229	
7 май	2230	
22 апр	2231	
13 апр	2232	
3 май	2233	
18 апр	2234	
10 апр	2235	
29 апр	2236	
21 апр	2237	
6 апр	2238	
26 апр	2239	
17 апр	2240	
7 май	2241	
22 апр	2242	
14 апр	2243	
3 май	2244	
18 апр	2245	
10 апр	2246	
30 апр	2247	
14 апр	2248	
4 май	2249	
26 апр	2250	
11 апр	2251	
30 апр	2252	
22 апр	2253	
7 апр	2254	
27 апр	2255	

### 3. Заключение

#### *Вывод*

На основании проведенного исследования выявлено:

1. **Гипотеза** исследования о том, что возможно создать Пасхалию на полный период (532 года) с помощью табличного редактора Excel полностью **подтвердилась**.
2. Дата Пасхи действительно периодична. Период – 532 года.
3. Самая ранняя дата Пасхи – 4 апреля, самая поздняя – 8 мая.

В рамках своего исследования я хотела убедиться лично, что дата Пасхи периодична. Эта работа вызвала у меня огромный интерес, я заранее познакомилась со многим из того, что мне ещё предстоит узнать из школьной программы по информатике. Я надеюсь, что Пасхалия, созданная мною, поможет моему учителю и ученикам нашей школы при знакомстве с табличным редактором Excel в рамках школьной программы. Мне кажется, что теоретический материал, который связан с жизненным опытом, вызовет гораздо больший интерес у учащихся, а как следствие и большее понимание темы.

#### *Практическое применение исследования*

**Продуктом работы** стала Пасхалия с **1684 по 2315 годы**. Вместе с учителем я обдумала практическое применение Пасхалии.

Во-первых, это интересная практическая работа на уроках информатики при изучении электронных таблиц.

Во-вторых, данные полученные мною могут использовать учителя математики как практические задания для нахождения моды при изучении темы «Статистические данные».

В-третьих, я могу полученные данные использовать для создания Пасхалии на ближайший период и подарить своим близким (см. приложение).

#### 4. Список литературы и других источников

1. Г.В. Носовский, А.Т. Фоменко. Пасха. Календарно-астрономическое расследование хронологии. М: АСТ, Астрель, 2007
2. Пасхалия.  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D1%85%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%8F>
3. В.Ф. Хулап. Реформа календаря и пасхалии: история и современность  
<http://www.liturgica.ru/bibliot/kalender.html>
4. О календаре. Новый и старый стиль. Сборник статей. "Православие и мир. Электронная библиотека" [lib.pravmir.ru](http://lib.pravmir.ru)
5. Функции Excel (по категориям). <https://support.office.com/ru-ru/article/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8-Excel-%D0%BF%D0%BE-%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F%D0%BC-5f91f4e9-7b42-46d2-9bd1-63f26a86c0eb>
6. Самоучитель по работе в Excel для чайников. <http://office-guru.ru/excel/samouchitel-excel-dlja-chainikov-1.html>

**Пасха́лия**  
*в современном летоисчислении*

1 май	2016
16 апр	2017
8 апр	2018
28 апр	2019
19 апр	2020
2 май	2021
24 апр	2022
16 апр	2023
5 май	2024
20 апр	2025
12 апр	2026
2 май	2027
16 апр	2028
8 апр	2029
28 апр	2030

