



ISSN 2411–6602 (Online)

ISSN 1607–2855 (Print)

Том 13 • № 1 • 2017 С. 35 – 39

УДК 529.42

Структура календарного солнечного цикла

В.В. Михальчук

Национальный университет «Одесская морская академия», 65029, г. Одесса, ул. Дидрихсона, 8

В юлианском календаре существует солнечный цикл продолжительностью 28 лет, через который полностью повторяется распределение дней недели по числам всех месяцев года. Такая же закономерность наблюдается и в 28-летних юлианских периодах григорианского календаря, не содержащих вековые годы, номера которых не делятся без остатка на 400. Кроме 28-летнего периода, существуют еще меньшие периоды полной повторяемости дней недели в году. Знание периодов полной повторяемости дней недели в годах солнечного цикла имеет практическое значение, поскольку позволяет пользоваться календарями прошлых лет. В литературе отсутствуют сведения об этих периодах, поэтому возникает задача о нахождении периодов полной повторяемости дней недели в годах и закономерности их чередования внутри солнечного цикла. Данная работа посвящена решению этой задачи для календаря, состоящего из 28-летних юлианских периодов. В работе 28-летний юлианский период разделен на 7 юлианских четырехлетий. Это позволяет получить формулу для нахождения суммы разностей между продолжительностью календарного года и продолжительностью целого числа недель в юлианском календаре от начала 28-летнего цикла для всех годов каждого юлианского четырехлетия. Введено правило отбора годов, в которых происходит полное совпадение дней недели. Анализ структуры солнечного цикла, проведенный в данной работе, показывает, что внутри солнечного цикла для юлианского календаря полное повторение всех дней недели в простых годах может происходить с периодами 6 и 11 лет, а в високосных годах — только с периодом 28 лет. Установлена закономерность чередования этих периодов в различных годах любого юлианского четырехлетия. Для каждого года сумма периодов полного повторения всех дней недели составляет 28 лет. Внутри любого 28-летнего солнечного цикла для каждого простого года всегда существуют еще 2 простых года с полным повторением всех дней недели, а в високосных годах дни недели не повторяются. Полученная закономерность чередования годов с полным повторением всех дней недели внутри солнечного цикла позволяет использовать календари прошлых лет. Показано, что в течение любого 28-летнего солнечного цикла можно в трех годах пользоваться одним и тем же календарем простого года и только в одном году — календарем високосного года. На основании установленной периодичности составлена таблица полного повторения всех дней недели для каждого года внутри солнечного цикла.

Ключевые слова: календарь; солнечный цикл.

1. ВВЕДЕНИЕ

Солнечный календарный цикл продолжительностью 28 лет устанавливает взаимосвязь между днем недели и датой календарного года. В юлианском календаре каждые 28 лет полностью повторяется распределение дней недели по числам всех месяцев года [1, 2]. Такая же закономерность наблюдается и в григорианском календаре за исключением 28-летних периодов, не являющихся юлианскими, т.е. содержащих вековые годы, номера которых не делятся без остатка на 400 (например, 1500, 1700, 1800, 1900 и т.д.). Кроме 28-летнего периода, в указанных календарях существуют еще меньшие периоды полной повторяемости дней недели в году. Совпадение дня недели 1 января (новолетие) или 1 марта в солнечном цикле происходит с периодами 5, 6 и 11 лет [1, 3]. Однако наличие високосных годов вовсе не означает данную периодичность полной повторяемости дней недели для всего года, а допускает лишь ее частичную повторяемость (либо для первых двух месяцев года, либо для остальных 10 месяцев).

Знание периодов полной повторяемости дней недели в годах солнечного цикла имеет практическое значение, поскольку позволяет пользоваться календарями прошлых лет. В литературе отсутствуют сведения об этих периодах, поэтому ставится задача о нахождении периодов полной повторяемости дней недели в годах и закономерности их чередования внутри солнечного цикла. Данная работа посвящена решению поставленной задачи для календаря, состоящего из 28-летних юлианских периодов.

2. СОЛНЕЧНЫЙ ЦИКЛ

Юлианский календарь имеет строгую периодичность чередования одинаковых четырехлетий, состоящих из трех простых годов (по 365 суток) и одного високосного (366 суток), что определяет среднюю продолжительность юлианского года, равную $J = 365,25$ суток. Такое четырехлетие имеет продолжительность $4J = 1461$ сутки и является наименьшим периодом юлианского календаря, содержащим целое число суток.

Полная повторяемость дней недели в календаре возможна только через интервал времени, состоящий из целого числа 7-дневных недель. Для календарного года данное условие не выполняется, в частности, юлианский год состоит из $J/7 = 52 + 1,25/7$ недель, т.е. в юлианском году содержится 52 недели

Михальчук Владимир Владимирович; ✉ vmihalchuk@ukr.net

($W = 52 \times 7 = 364$ суток), а также дополнительно 1 сутки для простого года ($365 = W + 1$) и 2 суток для високосного года ($366 = W + 2$).

Период полной повторяемости дней недели в юлианском календаре составляет 10227 суток или 28 юлианских лет. В Византии еще в VI в. н.э. этот период был назван «солнечным циклом», а отсчет солнечных циклов велся от библейского «сотворения мира» в 5509 г. до н.э. Порядковый номер года в солнечном цикле принимал значения от 1 до 28 и назывался «кругом Солнца» [1, 4]. Так, например, для нынешнего 2017 года круг Солнца равен 21, а текущий солнечный цикл (с 1997 года по 2024 год) имеет номер 269. Это означает, что дни недели 2017 года полностью совпадают с днями недели 21 круга Солнца в 268 и 270 солнечных циклах ($2017 - 28 = 1989$ и $2017 + 28 = 2045$ годы соответственно).

3. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПОЛНОЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ ДНЕЙ НЕДЕЛИ В СОЛНЕЧНОМ ЦИКЛЕ

Чтобы найти периоды полной повторяемости дней недели внутри солнечного цикла, составим табл. 1, в которую запишем номера y годов, отсчитываемых от начала цикла. Затем для каждого года вычислим разность

$$\Delta(y) = N(y) - W, \quad (1)$$

где $N(y)$ — продолжительность данного календарного года в сутках. Високосные годы выделены в табл. 1 жирным шрифтом. Величины $\Delta(y)$ и $N(y)$ в формуле (1) для юлианского календаря имеют четырехлетний период (юлианское четырехлетие). Зная разности $\Delta(y)$ для каждого года, найдем их сумму S_0 от начала цикла (нулевого високосного года, завершающего предыдущий солнечный цикл) до года y , а также их суммы S_1 , S_2 и S_3 от 1-го, 2-го и 3-го простых годов первого юлианского четырехлетия данного солнечного цикла соответственно до года y . Все эти 4 суммы обозначим единым символом $S_j(y)$, для которого запишем формулу

$$S_j(y) = 7 \left\{ \frac{1}{7} \sum_{i=j+1}^y \Delta_i(y) \right\}, \quad (2)$$

где фигурные скобки означают дробную часть заключенного внутри них выражения, $j=0, \dots, 3$ — номера сумм в юлианском четырехлетии (для високосного года $j=0$). Значения сумм $S_j(y)$ лежат в пределах от 0 до 6. При достижении значения $S_j(y) = 7$ эта сумма обращается в нуль ($S_j(y) = 0$). Начало суммирования для каждой суммы с номером j задается условием: если $y = j$, то $S_j(y) = 0$. Все суммы $S_j(y)$, вычисленные по формуле (2), имеют период 28 юлианских лет, поэтому для каждой из них можно записать

$$S_j(y) = S_j(y + 28). \quad (3)$$

Из выражения (2) следует, что если $y = j + 1$, то $S_j(y) = \Delta(y)$. Если $y < j$, то суммы $S_j(y)$ не определены, и в табл. 1 вместо значений $S_2(1)$, $S_3(1)$ и $S_3(2)$ стоят прочерки. Это не позволяет проследить за значениями сумм $S_j(y)$ для всех годов в данном солнечном цикле, но для решения поставленной задачи вполне достаточно располагать всеми значениями каждой суммы на любом 28-летнем интервале, отсчитываемом от начала суммирования. Поэтому, с учетом выражения (3), в табл. 1 добавлены еще два года $y = 29$ и $y = 30$.

Значения $S_j(y) = 0$, приведенные в табл. 1, означают, что от начала суммирования до данного года y прошло целое число недель. Они повторяются с периодами 5, 6 и 11 лет, что всегда приводит к совпадению дней недели с 1 марта по 31 декабря в эти годы, но не всегда приводит к их полному совпадению на весь год. Полное совпадение всех дней недели возможно лишь в те годы, которые подчиняются следующему правилу отбора: выполнение условия $S_0(y) = 0$ приходится на високосный год, а выполнение любого из условий $S_1(y) = 0$, $S_2(y) = 0$ или $S_3(y) = 0$ — на простой год.

4. ПЕРИОДЫ ПОЛНОЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ ДНЕЙ НЕДЕЛИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГОДОВ

Каждый год y в табл. 1 отсчитывается от начала солнечного цикла, поэтому начало суммирования для каждой суммы $S_j(y)$ различно, что затрудняет отсчет периодов полной повторяемости всех дней недели в году. Отсчет облегчается, если значения сумм $S_j(y)$, найденные по формуле (2), приводить не по аргументу y , а по аргументу $t = y - j$, отсчитываемому от начала суммирования (табл. 2). Каждая сумма полностью укладывается на своем 28-летнем интервале. В табл. 2 приведены: суммы S_0 , S_1 , S_2 и S_3 для юлианского четырехлетия; интервалы T_0 , T_1 , T_2 и T_3 в годах от начала суммирования до выполнения условия $S_j(y) = 0$, т.е. $T_j(y) = t$ если $S_j(y) = 0$; периоды ΔT_0 , ΔT_1 , ΔT_2 и ΔT_3 между последовательными значениями $T_j(y)$ с данным номером j , для которых выполняется правило отбора (периоды $\Delta T_j(y)$ полного повторения всех дней недели в году y). Для каждого номера j сумма периодов $\Delta T_j(y)$ должна равняться 28 юлианским годам. Значения величин $S_j(y)$, $T_j(y)$ и $\Delta T_j(y)$, соответствующие високосным годам, а также обозначения заголовков столбцов S_0 , T_0 и ΔT_0 в табл. 2 выделены жирным шрифтом.

Из табл. 2 следует, что правило отбора выполняется как для всех годов при значении аргумента $t = 28$, так и только для простых годов при следующих значениях: $t = 6$ ($j = 1$), $t = 11$ ($j = 2$, $j = 3$), $t = 17$ ($j = 1$, $j = 2$) и $t = 22$ ($j = 3$), отстоящих на 6 или 11 лет от границ 28-летнего интервала, поэтому

Таблица 1. Разности Δ и их суммы S_0, S_1, S_2 и S_3 в солнечном цикле

y	N	Δ	S_0	S_1	S_2	S_3
1	365	1	1	0	-	-
2	365	1	2	1	0	-
3	365	1	3	2	1	0
4	366	2	5	4	3	2
5	365	1	6	5	4	3
6	365	1	0	6	5	4
7	365	1	1	0	6	5
8	366	2	3	2	1	0
9	365	1	4	3	2	1
10	365	1	5	4	3	2
11	365	1	6	5	4	3
12	366	2	1	0	6	5
13	365	1	2	1	0	6
14	365	1	3	2	1	0
15	365	1	4	3	2	1
16	366	2	6	5	4	3
17	365	1	0	6	5	4
18	365	1	1	0	6	5
19	365	1	2	1	0	6
20	366	2	4	3	2	1
21	365	1	5	4	3	2
22	365	1	6	5	4	3
23	365	1	0	6	5	4
24	366	2	2	1	0	6
25	365	1	3	2	1	0
26	365	1	4	3	2	1
27	365	1	5	4	3	2
28	366	2	0	6	5	4
29	365	1	1	0	6	5
30	365	1	2	1	0	6

Таблица 2. Периодичность повторения всех дней недели в различных 28-летних интервалах солнечного цикла

t	S_0	S_1	S_2	S_3	T_0	T_1	T_2	T_3	ΔT_0	ΔT_1	ΔT_2	ΔT_3
1	1	1	1	2								
2	2	2	3	3								
3	3	4	4	4								
4	5	5	5	5								
5	6	6	6	0				5				-
6	0	0	1	1	6	6			-	6		
7	1	2	2	2								
8	3	3	3	3								
9	4	4	4	5								
10	5	5	6	6								
11	6	0	0	0		11	11	11		-	11	11
12	1	1	1	1								
13	2	2	2	3								
14	3	3	4	4								
15	4	5	5	5								
16	6	6	6	6								
17	0	0	0	1	17	17	17		-	11	6	
18	1	1	2	2								
19	2	3	3	3								
20	4	4	4	4								
21	5	5	5	6								
22	6	6	0	0			22	22			-	11
23	0	1	1	1	23				-			
24	2	2	2	2								
25	3	3	3	4								
26	4	4	5	5								
27	5	6	6	6								
28	0	0	0	0	28	28	28	28	28	11	11	6

Таблица 3. Полное повторение всех дней недели внутри солнечного цикла

y	Y		
1	7	18	1997 2003 2014
2	13	19	1998 2009 2015
3	14	25	1999 2010 2021
4	-	-	2000 - -
5	11	22	2001 2007 2018
6	17	23	2002 2013 2019
7	18	1	2003 2014 1997
8	-	-	2004 - -
9	15	26	2005 2011 2022
10	21	27	2006 2017 2023
11	22	5	2007 2018 2001
12	-	-	2008 - -
13	19	2	2009 2015 1998
14	25	3	2010 2021 1999
15	26	9	2011 2022 2005
16	-	-	2012 - -
17	23	6	2013 2019 2002
18	7	1	2014 2003 1997
19	13	2	2015 2009 1998
20	-	-	2016 - -
21	27	10	2017 2023 2006
22	5	11	2018 2001 2007
23	6	17	2019 2002 2013
24	-	-	2020 - -
25	14	3	2021 2010 1999
26	9	15	2022 2005 2011
27	10	21	2023 2006 2017
28	0	-	2024 1996 -

полное повторение всех дней недели в году происходит с периодами 28 лет (високосный год), 6 и 11 лет (простые годы).

Правило отбора годов не выполняется при следующих значениях: $t = 5$ ($j = 3$), $t = 6$ ($j = 0$), $t = 11$ ($j = 1$), $t = 17$ ($j = 0$), $t = 22$ ($j = 2$) и $t = 23$ ($j = 0$), отстоящих на 5, 6 или 11 лет от границ 28-летнего интервала, поэтому периода 5 лет полного повторения всех дней недели в году никогда не бывает.

Для всех годов $y = t + j$, удовлетворяющих условию $S_j(y) = 0$, в табл. 2 записаны значения $T_j(y)$. Периоды $\Delta T_j(y)$ вычисляются только для годов, удовлетворяющих правилу отбора, и их значения приведены в табл. 2. В противном случае вместо них стоят прочерки.

Таким образом, чередование полного повторения всех дней недели в различных годах любого юлианского четырехлетия будет следующим:

- для 1-го года после високосного 6 + 11 + 11 лет;
- для 2-го года после високосного 11 + 6 + 11 лет;
- для 3-го года после високосного 11 + 11 + 6 лет;
- для високосного года только 28 лет.

Для каждого года сумма периодов полного повторения всех дней недели составляет 28 лет. Внутри любого 28-летнего солнечного цикла для каждого простого года всегда существуют еще 2 простых года с полным повторением всех дней недели, а в високосных годах дни недели не повторяются.

Результаты расчета чередования годов с полным повторением всех дней недели внутри солнечного цикла приведены в табл. 3. Представлены годы с номерами y любого произвольного солнечного цикла, совпадающими с кругами Солнца (нулевое значение номера года соответствует последнему високосному году в предыдущем солнечном цикле), и годы с номерами $Y = y + 1996$ текущего 269 солнечного цикла. Номера високосных годов в табл. 3 выделены жирным шрифтом. Так, например, в нынешнем 2017 году можно пользоваться календарем 2006 года, а любым из календарей 2006 или 2017 года можно будет пользоваться в 2023 году.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты, полученные в данной работе:

1. Установлена периодичность полного повторения всех дней недели 6 и 11 лет в простых годах внутри солнечного цикла для юлианского календаря.
2. Показано, что в течение любого 28-летнего солнечного цикла можно в трех годах пользоваться одним и тем же календарем простого года и только в одном году — календарем високосного года.
3. На основании установленной периодичности составлена таблица полного повторения всех дней недели для каждого года внутри солнечного цикла.

1. *Климишин И.А.* Календарь и хронология. — М.: Наука, 1990. — 480 с.
2. *Куликовский П.Г.* Справочник любителя астрономии / Под ред. В.Г. Сурдина. — М.: УРСС, 2002. — 688 с.
3. *Селешников С.И.* История календаря и хронология. — М.: Наука, 1977. — 224 с.
4. *Черепнин Л.В.* Русская хронология. — М., 1944. — 94 с.

Структура календарного сонячного циклу

Михальчук В.В.

Національний університет «Одеська морська академія», 65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 8

У юліанському календарі існує сонячний цикл, що має тривалість 28 років, через який повністю повторюється розподіл днів тижня по числам всіх місяців року. Така ж закономірність спостерігається і в 28-річних юліанських періодах григоріанського календаря, що не містять вікові роки, номери яких не діляться без залишку на 400. Крім 28-річного періоду, існують ще менші періоди повного повторення днів тижня в році. Знання періодів повної повторюваності днів тижня в роках сонячного циклу має практичне значення, оскільки дозволяє користуватися календарями минулих років. В літературі відсутні відомості про ці періоди, тому виникає задача про знаходження періодів повної повторюваності днів тижня в роках і закономірності їх чергування всередині сонячного циклу. Дана робота присвячена вирішенню цієї задачі для календаря, що складається з 28-річних юліанських періодів. У роботі 28-річний юліанський період розділено на 7 юліанських чотириріччя. Це дозволяє отримати формулу для знаходження суми різниць між тривалістю календарного року і тривалістю цілого числа тижнів у юліанському календарі від початку 28-річного циклу для всіх років кожного юліанського чотириріччя. Введено правило відбору років, в яких відбувається повний збіг днів тижня. Аналіз структури сонячного циклу, який проведено в даній роботі, показує, що всередині сонячного циклу для юліанського календаря повне повторення всіх днів тижня в простих роках може відбуватися з періодами 6 і 11 років, а в високосних роках — тільки з періодом 28 років. Встановлено закономірність чергування цих періодів в різних роках будь-якого юліанського чотириріччя. Для кожного року сума періодів повного повторення всіх днів тижня становить 28 років. Усередині будь-якого 28-річного сонячного циклу для кожного простого року завжди існує ще 2 простих року з повним повторенням всіх днів тижня, а у високосних роках дні тижня не повторюються. Отримана закономірність чергування років з повним повторенням усіх днів тижня всередині сонячного циклу дозволяє використовувати календарі минулих років. Показано, що протягом будь-якого 28-річного сонячного циклу можна в трьох роках користуватися одним і тим же календарем простого року і тільки

в одному році — календарем високосного року. На підставі встановленої періодичності складена таблиця повного повторення всіх днів тижня для кожного року всередині сонячного циклу.

Ключові слова: календар; сонячний цикл.

The structure of the calendar solar cycle

Mikhailchuk V.V.

National University «Odessa Maritime Academy», Didrikhson str. 8, 65029 Odessa, Ukraine

In the Julian calendar there is the solar cycle duration of 28 years through which the distribution of the days of the week on numbers of all months of the year is completely repeated. The same regularity is also observed and in the 28-years Julian periods of the Gregorian calendar which are not containing the centuries years, which numbers are not divided without remainder by 400. Except for 28-years period, there are still smaller periods of the full repeatability of days of week in one year. The knowledge of the periods of the full repeatability of the days of the week in the years of the solar cycle has the practical value as allows using the calendars of the past years. In the literature are absent the information about these periods, therefore arises the problem about the determination of periods of the full repeatability of the days of the week in years and regularity of their alternation inside the solar cycle. This article is devoted to the solution of this problem for the calendar consisting of 28-years Julian periods. In this article the 28-years Julian period is divided into 7 Julian four-year periods. It allows obtaining the formula for finding the sum of differences between the duration of calendar year and the duration of an integer of weeks in the Julian calendar from the beginning of the 28-years cycle for all years of the everyone Julian four-year period. The rule of selecting the years in which there is the complete coincidence of days of week is introduced. The analysis of structure of the solar cycle, performed in this article, it is shown, that inside the solar cycle for the Julian calendar the full repeatability of all days of week in simple years can happen to periods of 6 and 11 years, and in leap-years — only with period of 28 years. Regularity of alternation of these periods in various years of anyone Julian four-year period is established. For each year the sum of the periods of the full recurrence of all days of the week is 28 years. Inside any 28-years solar cycle for every simple year always there are more 2 simple years with the full repeatability of all days of week, and in leap-years days of week are not repeated. The obtained regularity of alternation of years with the full repeatability of all days of the week inside the solar cycle allows using the calendars of the past years. It is shown, that during any 28-years solar cycle it is possible to use in three years the same calendar of simple year and only in one year — the calendar of leap-year. On the basis of the established periodicity the table of the full repeatability of all days of week for each year inside the solar cycle composed.

Keywords: calendar; solar cycle.

Надійшла до редакції / Received	29.08.2017
Виправлена авторами / Revised	3.10.2017
Прийнята до друку / Accepted	11.10.2017