

Н. Б. Паршукова,

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ*

Аннотация

В статье рассматриваются три известных криптографических алгоритма — «Скитала», шифр Цезаря, шифр Виженера и способ их реализации средствами электронных таблиц. Рассматриваются функции по работе со строками, такие как вычисление длины строки, поиск позиции подстроки в строке, выделение подстроки, конкатенация.

Ключевые слова: криптография, шифрование, ключ, электронные таблицы, работа со строками, шифр Скитала, шифр Цезаря, шифр Виженера.

DOI: 10.32517/2221-1993-2019-18-8-51-55

Тема «Информационная безопасность», изучаемая в школе, предполагает знакомство учащихся с некоторыми алгоритмами шифрования. Рассматриваются преимущественно ручные способы шифрования и дешифрования наиболее простых алгоритмов: «Скитала», шифр Цезаря, шифр Виженера.

Не всегда у учителя есть возможность запрограммировать хотя бы один из таких алгоритмов, поэтому в основном знакомство учащихся основывается на ручном преобразовании. К сожалению, не всегда у ребят хватает терпения и внимательности для полной процедуры шифрации и дешифрации некоторого осмысленного сообщения. В этой связи хочется предложить в качестве тренировки процессор электронных таблиц как наиболее доступное средство в школе для составления алгоритмов. Есть много способов реализации криптографических алгоритмов с использованием различных сред программирования (C++, Pascal, Mathcad и др.), например, описанных в [1, 2], но электронные таблицы — это один из самых простых и наглядных средств для решения таких задач.

Задача 1. Алгоритм «Скитала».

Рассмотрим алгоритм «Скитала», являющийся одним из древнейших способов шифрования сообщений. Его придумали и использовали в Древней Спарте. Суть метода состояла в написании букв в определенной последовательности, которую можно было расшифровать,

намотав узкую полоску пергамента, на которой писалось сообщение, на специальную палочку. При этом буквы выстраиваются в ряд в зависимости от толщины палочки.

Процесс шифрования текста заключался в перестановке букв в соответствии с длиной окружности палочки. Палочка и была ключом к разгадке шифра. Условная длина окружности палочки — это количество символов в строке шифруемого текста, а длина палочки — это число столбцов в таблице (рис. 1).

		окружность палочки						
		1	2	3	4	5	6	7
длина палочки	1	н	а	с				
	2	а	т	а	к			
	3	у	ю	т	*			
	4							
	5							
	6							

Рис. 1. Матрица с соотношениями окружности и длины палочки-скиталы

В данном случае на палочке размещаются четыре буквы и при кодировании сообщения «нас атакуют*» получается «науатюсат к*».

В ячейку В3 вводится фраза для шифрования.

В ячейку С4 вводится количество букв, которые образуют полный виток палочки ($n = 4$).

Далее строится матрица размером 10×10 (полагаем, что палочки большего размера трудно было утаить от

* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО: http://infojournal.ru/journals/school/school_08-2019/

Контактная информация

Паршукова Наталья Борисовна, канд. пед. наук, доцент кафедры информатики, информационных технологий и методики обучения информатике, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск; адрес: 454080, г. Челябинск, пр-т Ленина, д. 69; e-mail: parshukovanb@cspu.ru

N. B. Parshukova,

South Ural State University of Humanities and Education, Chelyabinsk

CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS IN SPREADSHEETS

Abstract

The article examines three well known cryptographic algorithm — Skytale, Caesar's cipher, Vigenere's cipher and the method of their implementation using spreadsheets. Functions on work with strings, such as calculation of string length, search of a substring position in a string, substring selection, concatenation are considered.

Keywords: cryptography, encryption, key, spreadsheets, string manipulation, Skytale, Caesar's cipher, Vigenere's cipher.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
1		Скитала																								
2		сообщение																								
3		нас атакуют*																								
4		n	4																							
5			окружность палочки																							
6			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
7	длина палочки	1	н	а	с																					
8		2	а	т	а	к																				
9		3	у	ю	т	*																				
10		4																								
11		5																								
12		6																								
13		7																								
14		8																								
15		9																								
16		10																								
17			на	ат	с	ат	к*																			
18																										
19			Зашифрованное сообщение																							
20			науатюсат к*																							

Рис. 2. Общая схема реализации алгоритма «Скитала»

противника). Строки и столбцы матрицы последовательно нумеруются.

Ячейки C6:L6 и B7:B16 отведены для нумерации соответственно столбцов и строк матрицы шифрования.

В ячейку C7 записывается формула:

$$=ЕСЛИ(С6<=С$4;ПСТР(В$3;($B7-1)*С$4+С$6;1);"")$$

Рассмотрим данную формулу более подробно. В связи с тем что формула будет скопирована на множество ячеек как по горизонтали, так и по вертикали, используются абсолютная и смешанная адресации ячеек. Если номер столбца ячейки (C\$6) меньше или равен числу n (C\$4), то из шифруемого сообщения (В\$3) берем символ с позиции, равной номеру текущей строки без единицы, умноженному на n , плюс номер текущего столбца. Если же номер столбца ячейки превышает число n , то просто ставим в этой ячейке пустую строку «». Для поиска отдельного символа, стоящего на заданной позиции, использована функция:

ПСТР(текст; начальная_позиция; число_знаков)

Далее формула легко копируется по строкам и столбцам.

Осталось собрать все буквы по столбцам (ячейка C17). Сделать это можно с помощью оператора слияния строк (конкатенации) &. В нашем случае для первого столбца формула выглядит так:

$$=C7&C8&C9&C10&C11&C12&C13&C14&C15&C16$$

После этого формула из ячейки C17 копируется в ячейки D17:L17.

Зашифрованное сообщение (C20) образуется путем слияния строк ячеек C17:L17, формула:

$$=C17&D17&E17&F17&G17&H17&I17&J17&K17&L17$$

Общая схема реализации алгоритма в электронных таблицах выглядит, как представлено на рисунке 2.

Дешифровка сообщения осуществляется путем подбора параметра m , являющегося предполагаемой длиной окружности палочки (количества букв, которые

выводятся на одной стороне палочки). После падения Спарты Аристотель предложил оригинальный способ дешифровки сообщений: вместо цилиндра использовать конус. Тогда можно последовательно передвигать скиталу, пока не получится осмысленное сообщение.

Однако при реализации в Excel можно просто подбирать количество букв в отдельной ячейке.

В ячейку B23 вводится зашифрованный текст. Возьмем в качестве примера сообщение «ЭФВПТРНАОДЕРШРЙТИЕСЫ».

В ячейку C24 введем число m — предполагаемый ключ. Пусть $m = 3$. Далее строится матрица 10×10 , обязательно нужно подписать строки и столбцы (рис. 3).

Расчетная формула в матрице будет следующей:

$$=ЕСЛИ(В27<=С$24;ПСТР(В$23;(С$26-1)*С$24+В27;1);"")$$

Здесь также проверяется условие, что номер строки не должен превышать число m . Если условие выполняется, то в ячейку вводится буква зашифрованного сообщения, стоящая на позиции (номер столбца - 1) \times (m + номер строки). В случае, если номер строки превышает m , просто оставляем в ячейке пустую строку. Также ее нужно растянуть на все ячейки матрицы по горизонтали и вертикали.

При предполагаемом $m = 3$ мы не получим осмысленного сообщения. Тогда просто m увеличим на 1, и вот уже получилось осмысленное выражение (рис. 3).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
22		шифр										
23		ЭФВПТРНАОДЕРШРЙТИЕСЫ										
24		m	4									
25			длина палочки									
26			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	окружность палочки	1	Э	Т	О	Ш	И					
28		2	Ф	Р	Д	Р	Е					
29		3	В	Н	Е	Й	С					
30		4	П	А	Р	Т	Ы					
31		5										
32		6										
33		7										
34		8										
35		9										
36		10										

Рис. 3. Общая схема дешифрования алгоритма «Скитала»

Задача 2. Шифр Цезаря.

Еще одним знаменитым древним шифром является шифр Цезаря. Каждая буква в сообщении заменялась на другую букву, которая в данном алфавите отстоит от исходной на несколько позиций дальше. Например, буква А зашифрованного сообщения заменялась со сдвигом три на букву Г, буква Б — на букву Д и т. д. Количество букв в сдвиге и является ключом к шифру. Такой шифр легко взломать. Усложнением алгоритма является произвольно выбранное число *n* — величина сдвига.

Рассмотрим пример реализации алгоритма в Excel.

Пусть требуется зашифровать текст «АПЕЛЬСИН». Введем это слово в ячейку В2, в ячейку В3 введем алфавит, в ячейку В4 — ключ смещения.

Построим матрицу, в которой возьмем нумерацию строк от 1 до 33 (количество букв в русском алфавите), а нумерацию столбцов возьмем с некоторым запасом, чтобы хватало на длинные сообщения, например, от 1 до 40. Для решения данной задачи учащимся следует получить справочную информацию по дополнительным двум функциям работы с текстовыми строками:

ДЛСТР(текст) —возвращает количество знаков в текстовой строке;

ПОИСК(искомый_текст;текст_для_поиска;нач_позиция) — находит одну текстовую строку внутри второй текстовой строки и возвращает номер начальной позиции первой строки, отсчитывая его от первого знака второй строки [4].

Формула, вводимая в ячейку В6, будет несколько громоздкой, поэтому рассмотрим ее по частям.

1) Получение отдельного символа из исходного сообщения (\$B\$2), соответствующего номеру текущего столбца:

ПСТР(\$B\$2;B\$5;1)

2) Поиск позиции символа, полученного в результате действия 1 в алфавите. При этом учтено, что при символах, стоящих ближе к концу алфавита, должен происходить циклический сдвиг. Для этого достаточно продублировать строку с алфавитом (\$B\$3&\$B\$3):

ПОИСК(ПСТР(\$B\$2;B\$5;1);\$B\$3&\$B\$3)

3) К позиции, полученной в результате действия 2, добавим ключ смещения:

ПОИСК(ПСТР(\$B\$2;B\$5;1);\$B\$3&\$B\$3)+\$A6

4) Найдем символ в алфавите, стоящий на позиции, полученной в действии 3. При этом также продублируем исходную строку с алфавитом на случай возможных сдвигов:

ПСТР(\$B\$3&\$B\$3;ПОИСК(ПСТР(\$B\$2;B\$5;1);\$B\$3&\$B\$3)+\$A6;1)

5) Запишем общую формулу, которая предполагает, что действие 4 выполняется, если номер текущего столбца меньше либо равен длине исходного сообщения, в противном случае выводим в ячейку пустую строку:

=ЕСЛИ(B\$5<=ДЛСТР(\$B\$2);ПСТР(\$B\$3&\$B\$3;ПОИСК(ПСТР(\$B\$2;B\$5;1);\$B\$3&\$B\$3)+\$A6;1);"")

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO					
1	Цезарь																																													
2	текст	встречасостоитсянабейкерстрит																																												
3	алфавит	АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦШЩЪЫЬЭЮЯ																																												
4	ключ	22																																												
5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
6		1	Г	Т	У	С	Ё	Ш	Б	Т	П	Т	У	П	Й	У	Т	А	О	Б	В	Ё	К	Л	Ё	С	Т	У	С	Й	У															
7		2	Д	У	Ф	Т	Ж	Щ	В	У	Р	У	Ф	Р	К	Ф	У	Б	П	В	Г	Ж	Л	М	Ж	Т	У	Ф	Т	К	Ф															
8		3	Е	Ф	Х	У	З	Ъ	Г	Ф	С	Ф	Х	С	Л	Х	Ф	В	Р	Г	Д	З	М	Н	З	У	Ф	Х	У	Л	Х															
9		4	Ё	Х	Ц	Ф	И	Ы	Д	Х	Т	Х	Ц	Т	М	Ц	Х	Г	С	Д	Е	И	Н	О	И	Ф	Х	Ц	Ф	М	Ц															
10		5	Ж	Ц	Ч	Х	Й	Ь	Е	Ц	У	Ц	Ч	У	Н	Ч	Ц	Д	Т	Е	Ё	Й	О	П	Й	Х	Ц	Ч	Х	Н	Ч															
11		6	З	Ч	Ш	Ц	К	Э	Ё	Ч	Ф	Ч	Ш	Ф	О	Ш	Ч	Е	У	Ё	Ж	К	П	Р	К	Ц	Ч	Ш	Ц	О	Ш															
12		7	И	Ш	Щ	Ч	Л	Ю	Ж	Ш	Х	Ш	Щ	Х	П	Щ	Ш	Ё	Ф	Ж	З	Л	Р	С	Л	Ч	Ш	Щ	Ч	П	Щ															
13		8	Й	Щ	Ъ	Ш	М	Я	З	Щ	Ц	Щ	Ъ	Ц	Р	Ъ	Щ	Ж	Х	З	И	М	С	Т	М	Ш	Щ	Ъ	Ш	Р	Ъ															
14		9	К	Ъ	Ы	Щ	Н	А	И	Ъ	Ч	Ь	Ы	Ч	С	Ы	Ь	З	Ц	И	Й	Н	Т	У	Н	Щ	Ъ	Ы	Щ	С	Ы															
15		10	Л	Ы	Ь	Ъ	О	Б	Й	Ы	Ш	Ы	Ь	Ш	Т	Ь	Ы	И	Ч	Й	К	О	У	Ф	О	Ъ	Ы	Ь	Т	Ь																
16		11	М	Ь	Э	Ы	П	В	К	Ь	Щ	Ь	Э	Щ	У	Э	Ь	Й	Ш	К	Л	П	Ф	Х	П	Ы	Ь	Э	Ы	У	Э															
17		12	Н	Э	Ю	Ь	Р	Г	Л	Э	Ь	Э	Ю	Ь	Ф	Ю	Э	К	Щ	Л	М	Р	Х	Ц	Р	Ь	Э	Ю	Ь	Ф	Ю															
18		13	О	Ю	Я	Э	С	Д	М	Ю	Ы	Ю	Я	Ы	Х	Я	Ю	Л	Ъ	М	Н	С	Ц	Ч	С	Э	Ю	Я	Э	Х	Я															
19		14	П	Я	А	Ю	Т	Е	Н	Я	Ь	А	Ь	Ц	А	Я	М	Ы	Н	О	Т	Ч	Ш	Т	Ю	Я	А	Ю	Ц	А																
20		15	Р	А	Б	Я	У	Ё	О	А	Э	А	Б	Э	Ч	Б	А	Н	Ь	О	П	У	Ш	Щ	У	Я	А	Б	Я	Ч	Б															
21		16	С	Б	В	А	Ф	Ж	П	Б	Ю	Б	В	Ю	Ш	В	Б	О	Э	П	Р	Ф	Щ	Ъ	Ф	А	Б	В	А	Ш	В															
22		17	Т	В	Г	Б	Х	З	Р	В	Я	В	Г	Я	Щ	Г	В	П	Ю	Р	С	Х	Ъ	Ы	Х	Б	В	Г	Б	Щ	Г															
23		18	У	Г	Д	В	Ц	И	С	Г	А	Г	Д	А	Ъ	Д	Г	Р	Я	С	Т	Ц	Ы	Ь	Ц	В	Г	Д	В	Ъ	Д															
24		19	Ф	Д	Е	Г	Ч	Й	Т	Д	Б	Д	Е	Б	Ы	Е	Д	С	А	Т	У	Ч	Ь	Э	Ч	Г	Д	Е	Г	Ы	Е															
25		20	Х	Е	Ё	Д	Ш	К	У	Е	В	Е	Ё	В	Ь	Ё	Е	Т	Б	У	Ф	Ш	Э	Ю	Ш	Д	Е	Ё	Д	Ь	Ё															
26		21	Ц	Ё	Ж	Е	Щ	Л	Ф	Ё	Г	Ё	Ж	Г	Э	Ж	Ё	У	В	Ф	Х	Щ	Ю	Я	Щ	Е	Ё	Ж	Е	Э	Ж															
27		22	Ч	Ж	З	Ё	Ь	М	Х	Ж	Д	Ж	З	Д	Ю	З	Ж	Ф	Г	Х	Ц	Ъ	Я	А	Ь	Ё	Ж	З	Ё	Ю	З															
28		23	Ш	З	И	Ж	Ы	Н	Ц	З	Е	З	И	Е	Я	И	З	Х	Д	Ц	Ч	Ы	А	Б	Ы	Ж	З	И	Ж	Я	И															
29		24	Щ	И	Й	З	Ь	О	Ч	И	Ё	И	Й	Ё	А	Й	И	Ц	Е	Ч	Ш	Ь	Б	В	Ь	З	И	Й	З	А	Й															
30		25	Ъ	Й	К	И	Э	П	Ш	Й	Ж	Й	К	Ж	Б	К	Й	Ч	Ё	Ш	Щ	Э	В	Г	Э	И	Й	К	И	Б	К															
31		26	Ы	К	Л	Й	Ю	Р	Щ	К	З	К	Л	З	В	Л	К	Ш	Ж	Щ	Ъ	Ю	Г	Д	Ю	Й	К	Л	Й	В	Л															
32		27	Ь	Л	М	К	Я	С	Ъ	Л	И	Л	М	И	Г	М	Л	Щ	З	Ъ	Ы	Я	Д	Е	Я	К	Л	М	К	Г	М															
33		28	Э	М	Н	Л	А	Т	Ы	М	И	Д	Н	М	Ь	И	Ы	Ь	А	Е	Ё	А	Л	М	Н	Л	Д	Н																		
34		29	Ю	Н	О	М	Б	У	Ь	Н	К	Н	О	К	Е	О	Н	Ы	Ь	Э	Б	Ё	Ж	Б	М	Н	О	М	Е	О																
35		30	Я	О	П	Н	В	Ф	Э	О	Л	П	Л	Ё	П	О	Ь	К	Э	Ю	В	Ж	З	В	Н	О	П	Н	Ё	П																
36		31	А	П	Р	О	Г	Х	Ю	П	М	П	Р	М	Ж	Р	П	Э	Л	Ю	Я	Г	З	И	Г	О	П	Р	О	Ж	Р															
37		32	Б	Р	С	П	Д	Ц	Я	Р	Н	Р	С	Н	З	С	Р	Ю	М	Я	А	Д	И	Й	Д	П	Р	С	П	З	С															
38		33	В	С	Т	Р	Е	Ч	А	С	О	С	Т	О	И	Т	С	Я	Н	А	Б	Е	Й	К	Е	Р	С	Т	Р	И	Т															

Рис. 4. Общая схема алгоритма шифрования Цезаря

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	сообщение	КРИПТОСТОЙКОСТЬ	1	К	12	Я	33	Й	11	К
2	ключ	ЯБЛОКО	2	Р	18	Б	2	С	19	Р
3	алфавит	АБВГДЕЁЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ	3	И	10	Л	13	Ф	22	И
4	мощность алфавита		33	4	П	17	О	16	Ю	32
5	шифр	ЙСФЮЭЭРРУЪШХЭРУЗ	5	Т	20	К	12	Э	31	Т
6	расшифровка	КРИПТОСТОЙКОСТЬ	6	О	16	О	16	Э	31	О
7			7	С	19	Я	33	Р	18	С
8			8	Т	20	Б	2	У	21	Т
9			9	О	16	Л	13	Ъ	28	О
10			10	Й	11	О	16	Ш	26	Й
11			11	К	12	К	12	Х	23	К
12			12	О	16	О	16	Э	31	О
13			13	С	19	Я	33	Р	18	С
14			14	Т	20	Б	2	У	21	Т
15			15	Ь	30	Л	13	З	9	Ь

Рис. 6. Расчетная таблица шифра Виженера в среде электронных таблиц

При получении зашифрованного символа c_i используется формула:

$$c_i = (m_i + k_i) \bmod n,$$

где m_i — позиция исходного символа в алфавите, k_i — позиция символа ключа в алфавите, n — мощность алфавита.

При дешифровке сообщения используется формула:

$$m_i = (c_i + n - k_i) \bmod n.$$

Введем в ячейки следующие данные:

- В1 — шифруемое сообщение, например, «КРИПТОСТОЙКОСТЬ»;
- В2 — ключ, например, «ЯБЛОКО»;
- В3 — алфавит (можно использовать свой алфавит, перенося знаки препинания в начало или конец алфавита);
- В4 — мощность алфавита, т. е. длина строки ячейки В3: =ДЛСТР(В3).

В столбце С введем номера по порядку, достаточные для не очень длинного сообщения (например, длина сообщения не превосходит 40). Тогда введем нумерацию от 1 до 40 в ячейках С1:С40.

Столбец D будет содержать передаваемое сообщение, разбитое посимвольно. Для этого в ячейку D1 введем формулу:

$$=ПСТР(\$B\$1;C1;1)$$

Данную формулу нужно растянуть на ячейки D2:D40.

В столбце E будут находиться позиции каждого отдельного символа исходного сообщения в алфавите. Во избежание ошибок сделаем это через функцию ЕСЛИ, которая проверяет, существует ли в принципе очередной символ передаваемого сообщения:

$$=ЕСЛИ(D1<>"";ПОИСК(D1;\$B\$3);"")$$

В столбце F будут находиться символы ключа, повторенные столько раз, сколько нужно для сообщения до 40 символов (для повторения ключа использовалась операция конкатенации &):

$$=ЕСЛИ(D1<>"";ПСТР(\$B\$2&\$B\$2&\$B\$2&\$B\$2&\$B\$2&\$B\$2;C1;1);"")$$

В столбце G находятся позиции символа ключа в алфавите:

$$=ЕСЛИ(F1<>"";ПОИСК(F1;\$B\$3);"")$$

В столбце H находятся символы зашифрованного текста (так как нужно обойти проблему символа, стоящего на нулевой позиции, берем удвоенный алфавит $\$B\$3&\$B\3)

$$=ЕСЛИ(D1<>"";ПСТР(\$B\$3&\$B\$3;\$B\$4+ОСТАТ(E1+G1;\$B\$4)-1;1);"")$$

Осталось собрать полученные зашифрованные символы в одну строку с использованием все той же конкатенации & ячеек H1:H40.

Рассмотрим дешифровку сообщения. Для каждого зашифрованного символа в столбце I вычислим его позицию в алфавите:

$$=ЕСЛИ(G1<>"";ПОИСК(H1;\$B\$3);"")$$

В столбце J запишем дешифрованный символ, полученный согласно формуле (2):

$$=ЕСЛИ(H1<>"";ПСТР(\$B\$3&\$B\$3;ОСТАТ(I1+\$B\$4-G1+1;\$B\$4)+\$B\$4;1);"")$$

Общий вид алгоритма показан на рисунке 6.

Таким образом, работа по созданию этих известных алгоритмов позволит учащимся понять особенности криптографии, легко воссоздать алгоритмы в максимально доступном средстве — среде электронных таблиц, познакомиться с некоторыми новыми для себя функциями Excel (ДЛСТР, ПОИСК, ПСТР, &). Данные задачи могут быть рассмотрены как на уроке информатики при углубленном обучении по теме «Информационная безопасность. Шифрование» в X—XI классах [3], так и во внеурочной деятельности. На основе такого подхода можно организовать и проектную деятельность, заключающуюся в составлении известных криптографических алгоритмов в среде электронных таблиц.

Список использованных источников

1. Аграновский А. В., Хадли Р. А. Практическая криптография. Алгоритмы и их программирование. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. 256 с. <http://www.iprbookshop.ru/8641.html>
2. Очков В. Ф. Mathcad и криптография // Информатика в школе. 2013. № 10. С. 57—58.
3. Поляков К. Ю., Еремин Е. А. Информатика. Углубленный уровень: учебник для 10 класса: в 2 ч. Ч. 2. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 304 с.
4. Функции Excel по категориям. <https://support.office.com/ru-ru/article/Функции-excel-по-категориям-5f91f4e9-7b42-46d2-9bd1-63f26a86c0eb>