

**ВОЛОДИНА Ю. И., ШАКЛЕИНА П. А., ШАКЛЕИН Д. А.
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОГОДЫ ОСЕНЬЮ НА ОСНОВАНИИ
ГРОЗОВЫХ ЯВЛЕНИЙ В СЕНТЯБРЕ ПРИ ПОМОЩИ
СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В EXCEL**

УДК 551.509.56+004.9, ВАК 05.13.18, ГРНТИ 50.41.25

Прогнозирование погоды осенью на основании грозовых явлений в сентябре при помощи статистической обработки данных в Excel

Autumn weather forecasting based on thunderstorm phenomena in September using statistical data processing in Excel

**Ю. И. Володина,
П. А. Шаклеина, Д. А. Шаклеин**

**Y. I. Volodina, P. A. Shakleina,
D. A. Shaklein**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Березниковский филиал

Perm National Research Polytechnic University, Berezniki branch

В данной статье рассматривается оценивание возможности использования народной приметы в жизни. Для проверки о грозовых явлениях взяты данные из архива погоды в 5 регионах России за многолетний период наблюдений – в 2011–2020 гг. На их основе сгруппированы для анализа дни с грозой в сентябре, а также среднемесячная температура осенью.

The article examines the assessment of the possibility of using folk omens in life. The thunderstorm days in September and the average monthly temperature in autumn are grouped for analysis based on the data on thunderstorm phenomena taken from weather archives in five regions of Russia for an observation period of 10 years, starting in 2011.

Ключевые слова: гроза, температура, осень, погода.

Keywords: thunderstorm, temperature, autumn, weather.

Введение

В последние годы в Гидрометцентре России ведется работа по реализации оперативной технологии долгосрочного прогноза на основе многомасштабной модели общей циркуляции атмосферы ПЛАВ [1]. В последние годы эксперты все чаще называют погодные экстремальные явления и медленные климатические изменения самыми опасными для различных сфер экономики, как по вероятности возникновения, так и по приносимому ущербу [2]. Данные погодно-климатические воздействия опережают такие факторы, как военные конфликты, хронические заболевания и безработица. Прогнозирование природных явлений достаточно сложный и важный вопрос. С древних времен люди пытались прогнозировать погоду, основываясь на своих наблюдениях, приметах, пословицах и поговорках.

Объектом исследования в данной работе является грозовое явление, влияющее на погоду осенью.

Цели: выяснить где, в каких регионах грозовые явления влияют на погоду в определенном промежутке времени.

Задачи:

- узнать в какие дни и года была гроза;
- найти среднюю температуру по нужным областям;
- проанализировать в каких месяцах температура была больше средней за определенный период времени;
- сопоставить данные и найти вероятность справедливости приметы;
- сделать выводы по результатам исследования.

Грозовые явления – одни из самых опасных, изменчивых во времени и пространстве, и трудно прогнозируемых метеорологических явлений, сведения о которых представляют актуальность как в научном плане, так и для решения ряда прикладных задач в метеорологии и климатологии.

Еще с давних времен на Руси было много примет и поговорок, по которым можно составить прогноз о погоде в дальнейшем. Нас заинтересовала такая примета «Гром в сентябре предвещает теплую погоду осенью». Чтобы проверить на практике действие этой приметы, была проделана следующая работа:

- выбраны несколько регионов для анализа: Санкт-Петербург, Москва, Казань, Пермь, Екатеринбург;
- проведена выборка за последние 10 лет по грозовым явлениям в сентябре в данных городах;
- проанализирована среднемесячная температура за осенний период.

Архивные данные выбирались с сайта «Погода и климат» [3]. На сайте хранятся архивные данные о погоде в различных городах и странах. На рисунке 1 представлена таблица средних месячных и годовых температурах воздуха в городе Санкт-Петербурге.

Средние месячные и годовые температуры воздуха в Санкт-Петербурге (по online данным и литературным источникам)													
год	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
2011	-5.8	-11.0	-1.9	5.7	11.0	17.7	22.5	17.5	13.1	7.6	3.6	1.9	6.8
2012	-4.8	-10.4	-1.0	4.9	12.7	15.2	19.5	16.3	12.9	6.6	2.9	-7.9	5.6
2013	-6.1	-2.6	-6.6	4.2	14.4	19.8	19.0	18.6	12.1	7.3	4.4	0.9	7.1
2014	-7.0	0.0	2.2	6.5	13.0	15.0	21.2	18.8	13.5	5.2	0.8	-1.0	7.4
2015	-2.7	-0.6	2.6	5.1	11.8	15.9	16.9	18.3	14.0	5.6	3.1	2.1	7.7
2016	-11.2	0.0	1.0	6.3	14.7	16.5	19.0	17.2	12.9	5.0	-1.8	-1.2	6.5
2017	-3.9	-3.5	1.3	2.8	9.4	13.6	16.5	17.4	12.5	5.6	2.3	0.4	6.2
2018	-2.9	-7.7	-4.4	6.0	15.1	16.2	20.9	19.2	14.5	7.3	2.8	-3.2	7.0
2019	-6.5	-0.5	0.1	7.3	12.1	18.7	16.6	17.0	12.2	6.1	1.9	1.8	7.2
2020	1.5	0.6	2.2	4.2	10.0	19.1	17.6	17.2	14.3	9.1	3.9	-0.8	8.2

Рисунок 1. Данные о среднемесячной и годовой температуре в Санкт-Петербурге

Обработка данных осуществлялась при помощи электронных таблиц Excel. Были вычислены средние значения температуры за последние 10 лет по соответствующим месяцам при помощи функции «=СРЗНАЧ(В3:В12)». Далее, при помощи правил условного форматирования, были выделены серым цветом ячейки, в которых температура была выше среднего значения (Рисунок 2).

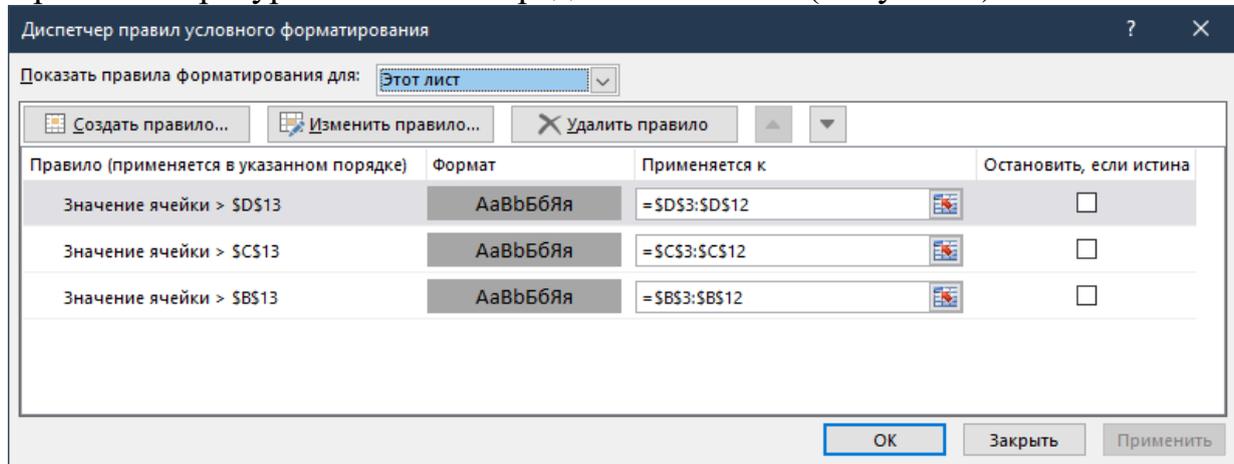


Рисунок 2. Правила условного форматирования

Так же жирным шрифтом были выделены года, в которых в сентябре была гроза (таблицы 1-5).

Анализируя погоду г. Санкт-Петербург получили следующие данные:

- среднемесячная температура за период с 2011 по 2020 в сентябре варьировалась в диапазоне от 12,1 до 14,5°C, в октябре – от 5 до 9,1°C, в ноябре – от -1,8 до 4,4 °C;
- гроза присутствовала в сентябре в 2011, 2012, 2015, 2018, 2019, 2020 гг.;
- гроза в сентябре предвещала хорошую погоду осенью в 5 из 6 случаев (среднемесячная температура в 2 из 3 месяцев была выше нормы);
- гроза в сентябре отсутствовала в 2013, 2014, 2016, 2017 гг., однако теплая осень присутствовала в 1 из 4 случаев.

Таблица 1. Анализ погоды в осенний период г. Санкт-Петербург

	А	В	С	Д	Е
1	Год	Осенний месяц, t сред.			Гроза в г. Санкт-Петербург
2		сентябрь	октябрь	ноябрь	
3	2011	13,1	7,6	3,6	2, 3, 10, 23 сентября 2011
4	2012	12,9	6,6	2,9	13 сентября 2012
5	2013	12,1	7,3	4,4	
6	2014	13,5	5,2	0,8	
7	2015	14	5,6	3,1	5 сентября 2015
8	2016	12,9	5	-1,8	
9	2017	12,5	5,6	2,3	
10	2018	14,5	7,3	2,8	8,9,16 сентября 2018
11	2019	12,2	6,1	1,9	29 сентября 2019
12	2020	14,3	9,1	3,9	7 сентября 2020
13	t сред. за 10 лет	13,2	6,54	2,39	

Анализируя погоду г. Москва получили следующие данные:

- Среднемесячная температура за период с 2011 по 2020 год в сентябре варьировалась в диапазоне от 10,3 до 14,6°C, в октябре – от 3,7 до 9,2°C, в ноябре – от -2,7 до 4 °C;
- гроза присутствовала в сентябре в 2011, 2014, 2015, 2017, 2018, 2020 гг.
- гроза в сентябре предвещала хорошую погоду осенью в 3 из 6 случаев, т.е. среднемесячная температура в 2 из 3 месяцев была выше нормы;
- гроза в сентябре отсутствовала в 2012, 2013, 2016, 2019 год, однако теплая осень присутствовала в 3 из 5 случаев.

Таблица 2. Анализ погоды в осенний период г. Москва

Год	Осенний месяц, t сред.			Гроза в Москве
	сентябрь	октябрь	ноябрь	
2011	12,1	6,6	0,2	1,2 сентября 2011
2012	12,9	6,5	1,6	
2013	10,3	6,6	4	
2014	12,3	3,7	-1,3	2 сентября 2014
2015	13,8	4,4	0,8	21 сентября 2015
2016	11,4	4,4	-2,7	
2017	13	5	0	7 сентября 2017
2018	14,6	7,3	-0,6	23 сентября 2018
2019	12,3	8,8	1,8	
2020	13,9	9,2	2,2	17 сентября 2020
t сред. за 10 лет	12,66	6,25	0,6	

Анализируя погоду г. Казань получили следующие данные:

- Среднемесячная температура за период с 2011 по 2020 год в сентябре варьировалась в диапазоне от 10,9 до 15,8°C, в октябре – от 1,7 до 7,9°C, в ноябре – от -4,6 до 2,9 °C;
- гроза присутствовала в сентябре в 2011-2018 гг.
- гроза в сентябре предвещала хорошую погоду осенью в 3 из 8 случаев, т.е. среднемесячная температура в 2 из 3 месяцев была выше нормы;
- гроза в сентябре отсутствовала в 2019-20 гг, однако теплая осень присутствовала в 1 из 2 случаев.

Таблица 3. Анализ погоды в осенний период г. Казань

Год	Осенний месяц, t сред.			Гроза в Казани
	сентябрь	октябрь	ноябрь	
2011	12,4	6,2	-4,3	3,4,7 сентября 2011
2012	12,6	7,4	0,4	9,13,14 сентября 2012
2013	12,2	4,9	2,9	3,5 сентября 2013
2014	12,6	1,7	-3,2	14 сентября 2014
2015	15,8	3	-1,3	7,8,10 сентября 2015
2016	11,6	4	-4,6	27 сентября 2016

2017	12,3	4,7	-0,1	3 сентября 2017
2018	14,1	6,2	-2,6	1 сентября 2018
2019	10,9	7,9	-2,1	
2020	13,3	7,2	-2,6	
t сред. за 10 лет	12,78	5,32	-1,75	

Анализируя погоду г. Пермь получили следующие данные:

- Среднемесячная температура за период с 2011 по 2020 год в сентябре варьировалась в диапазоне от 8,8 до 12,2°C, в октябре – от -1,4 до 5,4°C, в ноябре – от -9,9 до 1,2 °C;
- гроза присутствовала в сентябре в 2011, 2013, 2015, 2017, 2019 гг.
- гроза в сентябре предвещала хорошую погоду осенью в 2 из 5 случаев, т.е. среднемесячная температура в 2 из 3 месяцев была выше нормы;
- гроза в сентябре отсутствовала в 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 гг, однако теплая осень присутствовала в 2 из 5 случаев.

Таблица 4. Анализ погоды в осенний период г. Пермь

Год	Осенний месяц, t сред.			Гроза в Перми
	сентябрь	октябрь	ноябрь	
2011	11,3	5,4	-7,3	7,8,12 сентября 2011
2012	10,7	5,4	-2,4	
2013	10,3	2	1,2	7 сентября 2013
2014	9,2	-1,4	-5	
2015	12,2	0	-5,4	7 сентября 2015
2016	10,9	1,3	-9,9	
2017	9,3	3	-1,3	4, 19 сентября 2017
2018	11,1	3,9	-4,9	
2019	8,8	4,7	-5,4	17, 18 сентября 2019
2020	10,2	4,2	-5,2	
t сред. за 10 лет	10,4	2,85	-4,56	

Анализируя погоду г. Екатеринбург получили следующие данные:

- Среднемесячная температура за период с 2011 по 2020 год в сентябре варьировалась в диапазоне от 9 до 12,7°C, в октябре – от -1,5 до 5,5°C, в ноябре – от -10,5 до 1,8 °C;
- гроза присутствовала в сентябре в 2011, 2012, 2015, 2019 гг.
- гроза в сентябре предвещала хорошую погоду осенью в 2 из 4 случаев, т.е. среднемесячная температура в 2 из 3 месяцев была выше нормы;
- гроза в сентябре отсутствовала в 2013, 2014, 2016, 2017, 2018, 2020 гг, однако теплая осень присутствовала в 3 из 6 случаев.

Таблица 5. Анализ погоды в осенний период г. Екатеринбург

Год	Осенний месяц, t сред.			Гроза в Екатеринбурге
	сентябрь	октябрь	ноябрь	
2011	12,7	5,5	-7,6	3,14 сентября 2011
2012	10,9	5,4	-3,2	12, 15 сентября 2012
2013	11,1	2,1	1,8	
2014	9,1	-1,5	-5,7	
2015	11,4	0,1	-7,4	17,28,29 сентября 2015
2016	11,2	0,8	-10,5	
2017	9,5	2,1	-2,5	
2018	12,1	4,3	-5,5	
2019	9	5,2	-5,7	19 сентября 2019
2020	11,5	5	-5,2	
t сред. за 10 лет	10,85	2,9	-5,15	

После сбора и анализа данных была проведена проверка выполнения приметы методом оценки вероятности явления [4]. В таблице 6 значением «1» обозначен положительный результат, «0» – отрицательный. Так, например, в столбце 2, описано наличие или отсутствие грозы в сентябре, в столбцах 3-5 – была ли температура выше средней в данном осенней месяце. Столбцы 6-8 показывают количество месяцев, в которых температура была выше средней.

О том, справедлива ли примета, говорят столбцы 9-11. Так, например, в столбце 9 сравниваются значения в столбцах 2 и 6. Если они совпадают, то в соответствующей ячейке появляется «1», если не совпадают – «0». В столбце 10 сравниваются значения в столбцах 2 и 7. В столбце 11 – 2 и 8.

Для того, чтобы получить необходимые значения будем использовать формулы:

- для столбца 9: «=ЕСЛИ(\$B\$3:\$B\$13=\$F\$3:\$F\$13;1;0)»;
- для столбца 10: «=ЕСЛИ(\$B\$4:\$B\$13=\$G\$4:\$G\$13;1;0)»;
- для столбца 11: «=ЕСЛИ(\$B\$4:\$B\$13=\$H\$4:\$H\$13;1;0)».

Выделим ячейки, значение которых равно. Для этого используем правило условного форматирования (Рисунок 3).

Правило (применяется в указанном порядке)	Формат	Применяется к	Остановить, если истина
Значение ячейки = 0	AaBbBбяя	=SIS4:SKS13	<input type="checkbox"/>

Рисунок 3. Правило условного форматирования

В ячейку I14 подставим формулу «=СЧЁТЕСЛИ(I4:I13;0)», а в I15 – «=СЧЁТЕСЛИ(I4:I13;1)». Это позволит нам посчитать в столбце 9 количество 0 и 1 соответственно. Аналогично рассчитываем значения для столбцов 10 и 11.

Рассчитаем соотношения 0 и 1 для столбца 9: «=I15/(I15+I14)*100», в результате получаем значение 70. После получения подобных результатов в столбцах 10

и 11 находим их среднее значение, которое в данном случае равно 70% и является вероятностью справедливости приметы.

Таблица 6. Расчет вероятности справедливости приметы в г. Санкт-Петербург

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		была гроза?	t>tcp			Количество месяцев					
2			сентябрь	октябрь	ноябрь	1 из 3*	2 из 3*	3 из 3*	Справедлива ли примета?		
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	2011	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
5	2012	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
6	2013	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
7	2014	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
8	2015	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0
9	2016	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
10	2017	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
11	2018	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	2019	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	2020	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14							не подходят		3	2	4
15							подходят		7	8	6
16							70%		70	80	60

* 1,2 или 3 месяца были с температурой выше среднемесячной

Заключение

В результате проведенных статистических исследований можно сделать вывод, что примета «Гром в сентябре предвещает теплую погоду осенью» из исследованных регионов подходит только для Ленинградской области и г. Санкт-Петербург (вероятность – 70%).

По аналогичным расчетам для остальных городов вероятность составляет:

- город Москва – 47%,
- город Казань – 40 %
- город Пермь – 50%
- город Екатеринбург – 57%.

К сожалению, по статистике видно, что вероятность выполнения приметы составляет меньше 60%, что указывает либо на то, что по данной примете не стоит судить о погоде осенью, либо о том, что погодные условия в исследуемых нами регионах, не соответствуют климату тех регионов, откуда произошла примета.

Список использованных источников и литературы:

1. Фадеев Р. Ю., Шашкин В. В., Толстых М. А. и др. Развитие системы долгосрочного прогноза Гидрометцентра России в 2020 году // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2021. № 1 (379). – С. 58-72.
2. Емелина С. В., Хан В. М. Перспективы развития специализированного климатического прогнозирования в СЕАКЦ // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2021. № 1 (379). – С. 101-111.
3. Архив погоды в России // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=28029> (дата обращения: 15.03.2021).
4. Янченко Т. В., Затонский А. В. Определение оптимальной ранжировки частных критериев оценки краевого социального ресурса // Экономика и менеджмент систем управления. – 2013. № 4 (10). – С. 99-104.

List of references

1. Fadeev R. Yu., Shashkin V. V., Tolstykh M. A. et al. Development of a long-term forecast system for the Hydrometeorological Center of Russia in 2020 // Hydrometeorological research and forecasts. – 2021. No. 1 (379). – P. 58-72.
2. Emelina S. V., Khan V. M. Prospects for the development of specialized climatic forecasting in SEACC // Hydrometeorological studies and forecasts. – 2021. No. 1 (379). – P. 101-111.
3. Weather archive in Russia, <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=28029>, accessed March 15, 2021.
4. Yanchenko T. V., Zatonkiy A. V. Determination of the optimal ranking of private criteria for assessing the regional social resource // Economics and management of control systems. – 2013. No. 4 (10). – P. 99-104.