

*Вестник ТвГУ. Серия "География и геоэкология". 2020. № 4 (32). С. 95–108*

УДК 551.594

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2020-4-95-108>

## **ХАРАКТЕР ГРОВОЙ АКТИВНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ**

**Н.Б. Прокофьева<sup>1</sup>, Е.В. Осипова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, г. СПб.

Рассмотрены пространственно-временные особенности характера грозовой активности на территории Тверской области за многолетний период. Выполнено сопоставление грозовой активности в районах расположения 12-ти метеостанций.

**Ключевые слова:** *грозы, грозовая активность, грозовые процессы.*

Грозы разнообразны по своему проявлению и составляют одну из специфик природной характеристики Тверского Верхневолжья (Тверской области) [4]. Для многих отраслей народного хозяйства региона (транспорт, энергетика, сельское хозяйство и др.) в связи с резким нарастанием грозовой активности требуются более подробные данные о режиме распределения гроз в конкретных районах и с учетом локальных особенностей [1].

В работе предпринята попытка изучить и выявить пространственно-временной характер изменения грозовой активности и особенности ее проявления на территории Тверской области за период с 1988 г. и по настоящее время.

Информационную базу работы составили материалы Федерального государственного бюджетного учреждения «Тверской областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Тверской ЦГМС) по двенадцати метеорологическим станциям. Для обработки, анализа и оценки этих материалов использовались общепринятые статистические методы [2].

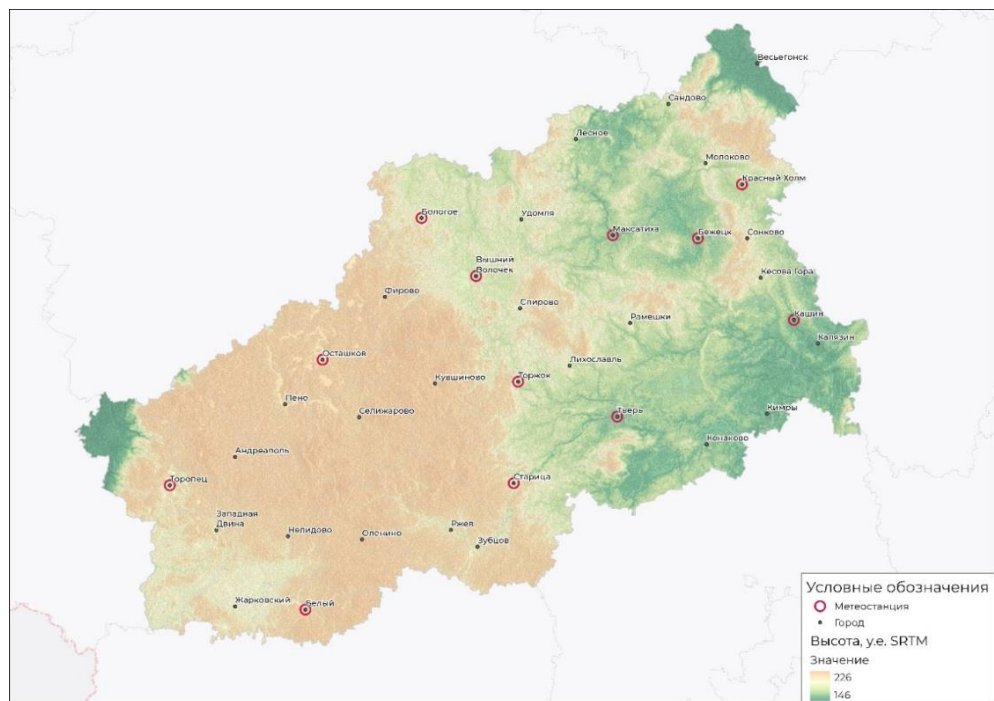
Современный уровень компьютерной техники и программного обеспечения позволяет проанализировать большие массивы пространственно-временных данных, которые характеризуют метеорологические процессы. Нами на основе архивных материалов создана оригинальная база данных и обработана по таким показателям, как количество, повторяемость и продолжительность гроз. Полученные результаты были систематизированы в статистические таблицы, которые представляют собой сводную информацию о среднем за год числе дней с грозой по каждой метеостанции, общем количестве гроз за каждый год и за весь рассматриваемый период, а также средней продолжительности гроз. На основе анализа базы данных были построены оценочные карты,

графики и таблицы, отражающие пространственно-временную динамику грозовой активности за рассматриваемый период. Графическое представление данных исследования представляется наиболее наглядным и удобным для обобщения, что во многих случаях без дальнейшего анализа позволяет сделать необходимые выводы и определить причины необычного поведения или распределения данных. Также графические методы описания весьма чувствительны к необычному поведению данных, которые не просто выявить при количественном анализе. Но, наиболее эффективным в изучении явлений природной среды является картографический метод [3].

Карты создавались с помощью геоинформационного программного продукта ArcGis. Использовался метод ареалов (выборочное изображение на карте лишь тех площадей, в пределах которых распространено данное явление). Ареалами можно показывать распространение качественно разных объектов и их динамику. Иногда ареалы используют для количественной характеристики объектов [3]. В данной работе метод ареалов использовался для отражения различий грозовой активности на территории Тверской области. Для типологии грозовой активности использован метод статистических групп.

Гидрометеорологическая сеть Тверского ЦГМС насчитывает двенадцать метеорологических и гидрометеорологических станций, действующих непрерывно за весь рассматриваемый период времени: Красный Холм, Максатиха, Кашин, Торжок, Тверь, Вышний Волочек, Бологое, Осташков, Старица, Белый, Бежецк, Торопец. Более наглядно характеризует расположение гидрометеостанций на территории Тверской области рис. 1. Основная концентрация сети метеонаблюдений сосредоточена в центральной и восточной частях области, лишь малая часть метеопостов находится на западе. На возвышенных участках территории области расположены метеостанции: Белый, Бологое, Осташков, Торопец (рис. 1).

На метеостанциях ведутся наблюдения за метеорологическими величинами и регистрируются атмосферные явления (и интенсивность их проявления), в том числе грозы – их повторяемость и продолжительность.

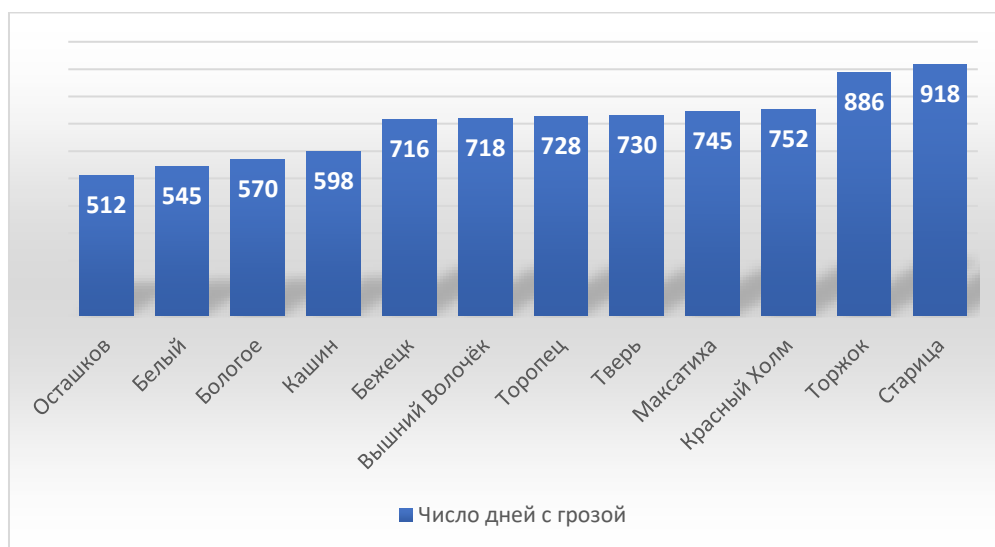


Р и с. 1. Сеть метеостанций Тверской области, 2020

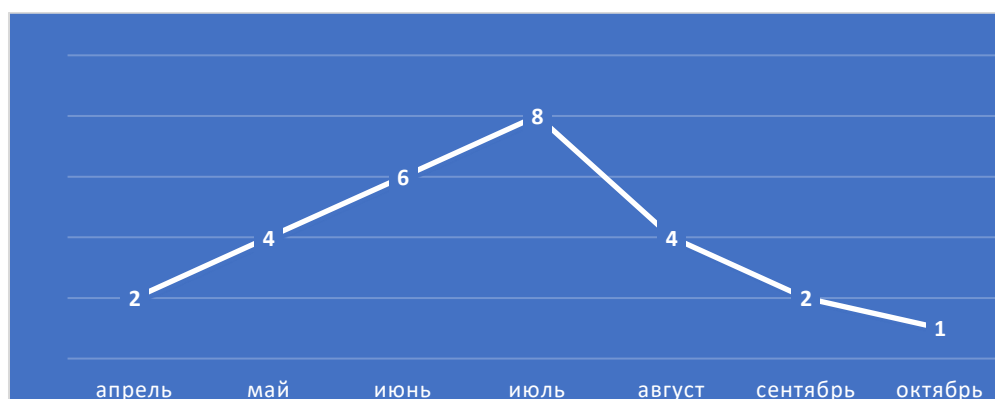
На территории Тверской области за период с 1988 г. по 2018 г. было зарегистрировано 8418 гроз. Общее число дней с грозой за рассматриваемый период по данным всех метеостанций Тверской области представлено на рис. 2. Можно выделить максимальные значения числа дней с грозой на станциях Старицы и Торжка (центральная часть области), а также минимальные – в Осташкове и Белом (западная часть области).

В среднем за год на метеостанциях в Твери, Красном Холме и Максатихе наблюдается по 24 дня с грозой, в Вышнем Волочке, Бежецке и Торопце – 23, в Кашине, Бологое, Белом и Осташкове – от 17 до 19 дней с грозой, в Торжке – 29 и в Старице – 30.

Динамика среднего числа дней с грозой в теплое время года по всем метеорологическим станциям Тверской области (рис. 3) имеет максимум в июле.



Р и с. 2. Распределение метеостанций в городах Тверской области по суммарному количеству дней с грозой в 1988-2018 гг.: ранжированный ряд



Р и с. 3. Среднее число дней с грозами по месяцам по метеостанциям Тверской области за период 1988–2018 гг.

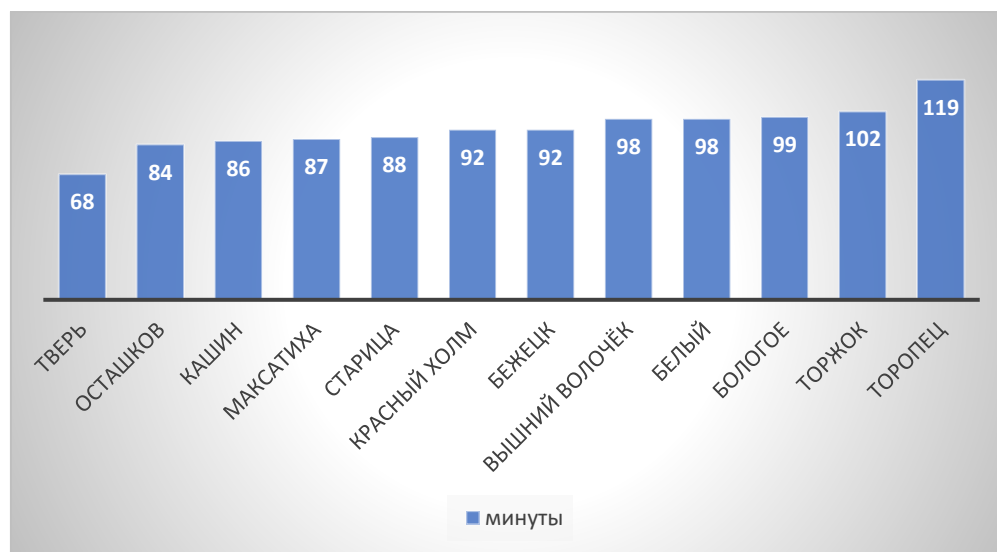
Процентное соотношение количества дней с грозой по месяцам (с апреля по октябрь) от общего числа дней с грозами за рассматриваемый период представлено в табл. 1. Прослеживается явная взаимосвязь между самым теплым периодом года (июль) и количеством гроз.

Таблица 1

Процентное соотношение количества гроз от общего числа дней с грозами по метеостанциям Тверской области за период 1988–2018 гг.

Месяц	Сумма числа дней с грозой	Доля от общего суммарного числа дней с грозой, %
Апрель	161	2
Май	1400	17
Июнь	2217	26
Июль	2834	34
Август	1511	18
Сентябрь	273	2,5
Октябрь	22	0,5

На основе анализа данных по продолжительности гроз выявлено, что средняя продолжительность грозы в Тверской области за рассматриваемый период составляет примерно 93 минуты. Средняя продолжительность одной грозы на всех метеостанциях представлена на рис. 4.

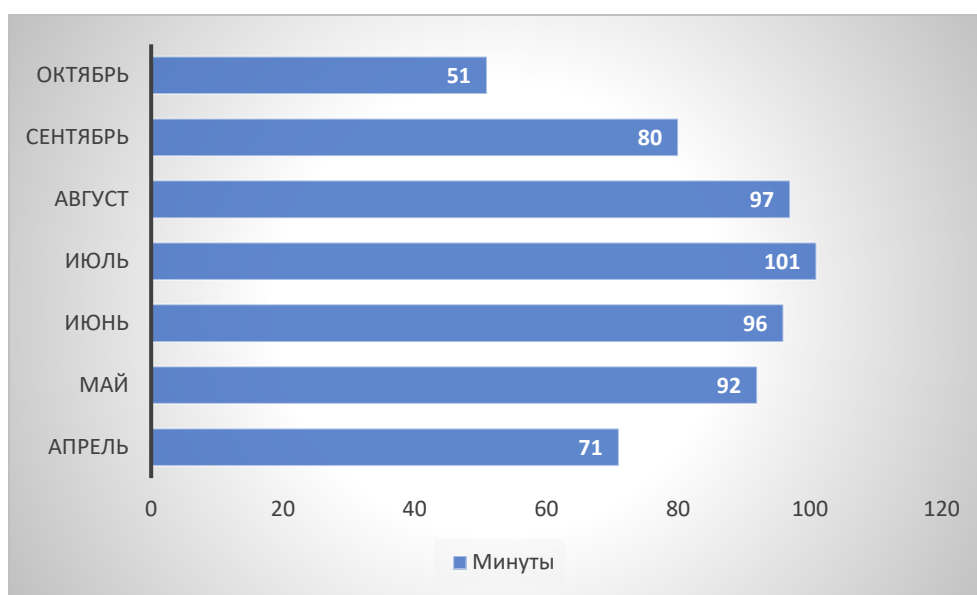


Р и с. 4. Средняя продолжительность гроз по метеостанциям Тверской области за период 1988–2018 гг.: ранжированный ряд

Минимальное значение средней продолжительности грозы зафиксировано на метеостанции Твери (68 мин.), а самые продолжительные грозы наблюдаются на станции Торопца (119 мин).

Динамика средней продолжительности гроз в грозоактивный период года (апрель – октябрь) (рис. 5) представляет такую же закономерность, как и со средним числом дней с грозой, где максимум приходится на июль. Следовательно, в июле больше всего дней с грозой, а сами грозы продолжительные и затяжные по времени.

Зарегистрированные среднемесячные максимумы продолжительности гроз приходятся на август и сентябрь. Самая продолжительная гроза наблюдалась на метеорологической станции Белый в августе 2002 года (375 минут).



Р и с. 5. Средняя продолжительность гроз (мин.) по месяцам на территории Тверской области

Зарегистрированные среднемесячные минимумы продолжительности гроз наблюдаются в основном в апреле, реже в августе и сентябре. Самые кратковременные грозы зафиксированы в Осташкове (август 1988 г.) и Белом (май 1994 г.) продолжительностью 6 минут.

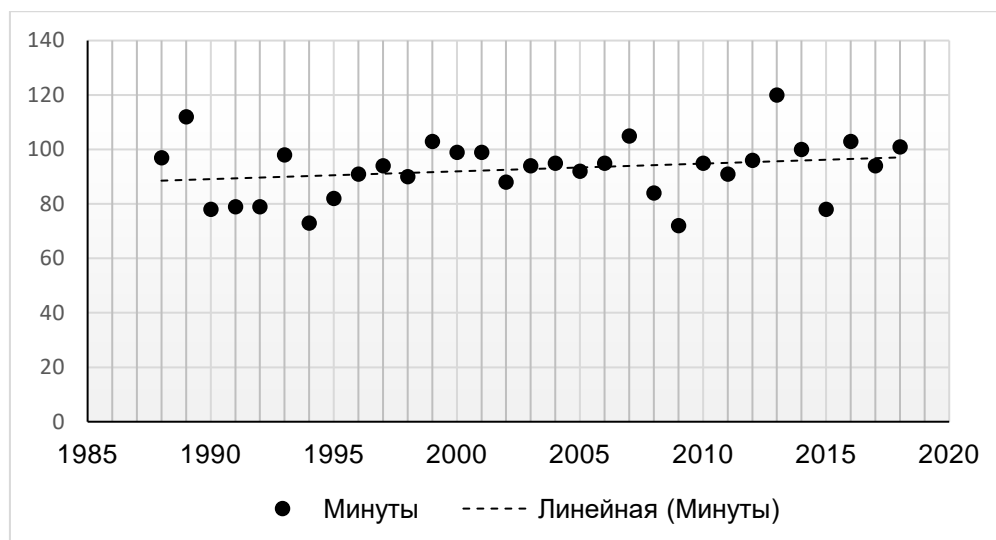
На основе данных статистических таблиц была рассчитана средняя за каждый год продолжительность грозы в расчете на одну метеостанцию. Анализ данных (рис. 6) показывает, что средняя продолжительность грозы за рассматриваемый период увеличилась, наиболее продолжительные грозы на территории Тверской области

наблюдались в 1989 и 2013 гг., менее длительные грозы – в 1994 и 2009 гг.

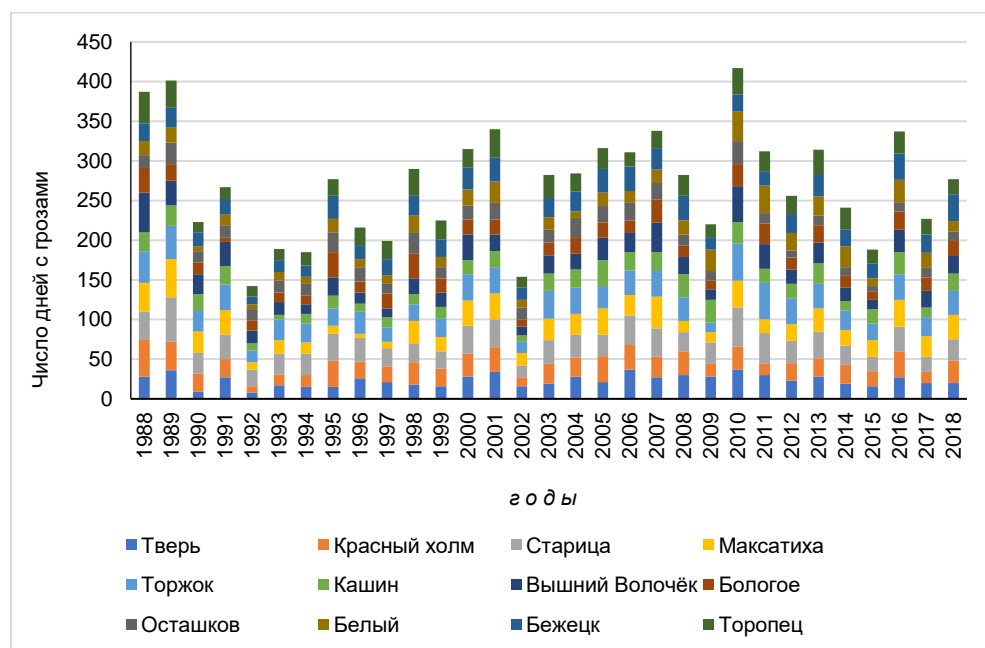
Самая ранняя гроза зарегистрирована на метеостанции Бежецк – 4 апреля 1990 г., продолжительностью 30 минут. Для четырёх метеостанций – Старица, Торжок, Кашин, Белый – имеется общая дата – 6 апреля 2017 г., продолжительность гроз разная, но можно предположить, что грозового фронта шел с юго-запада области на юго-восток.

Самая поздняя гроза зарегистрирована на метеостанции Торопец – 31 октября 2004 г., продолжительностью 47 минут.

По данным статистических таблиц был построен график динамики суммарного числа дней с грозой за весь период по всем метеостанциям (рис.7). Анализ динамики грозовой активности показал, что за рассматриваемый отрезок времени наблюдаются периоды подъема и спада суммарного числа дней с грозой, средний период роста составляет 1 год, а падения – 1–2 года.



Р и с. 6. Средняя продолжительность грозы в Тверской области за период 1988–2018 гг.



Р и с. 7. Динамика суммарного числа дней с грозами по всем метеостанциям Тверской области за период 1988–2018 гг.

Анализ динамики суммарного числа дней с грозой позволяет выделить несколько периодов активности грозовых процессов: 1988–1989 гг., 1998–2001 гг., 2005–2007 гг., 2010–2013 гг. В эти периоды на территории Тверской области наблюдалась повышенная грозовая активность, а в 1992 г. и 2002 г. – минимальная грозовая активность.

С помощью инструмента «Анализ Фурье» в пакете анализа программы Microsoft Office Excel определен амплитудный спектр временного ряда грозовой активности. Гармонический анализ временного ряда показал, что грозовая активность на территории Тверской области подвержена периодическому изменению во времени с периодами значимых гармоник около 9–11 лет, 4–6 лет и 2 года.

Основой пространственного районирования территории по степени грозовой активности послужила изменчивость числа дней с грозой относительно среднего значения по данным всех метеорологических станций. Анализ данных и их оценка позволили сгруппировать метеостанции по преобладающему уровню грозовой активности (методом статистических групп):

- низкая грозовая активность – до 17 гроз в год;
- средняя грозовая активность – от 17 до 25 гроз в год;
- высокая грозовая активность – более 25 гроз.



В табл. 2 в процентном соотношении указаны показатели грозовой активности по метеостанциям.

Таблица 2

Уровни грозовой активности по метеостанциям Тверской области (1988–2018 гг.)

Метеостанция	Грозовая активность, %		
	Низкая	Средняя	Высокая
Тверь	26	26	<b>48</b>
Красный Холм	23	35	<b>42</b>
Старица	3	26	<b>71</b>
Максатиха	32	13	<b>55</b>
Торжок	10	25	<b>65</b>
Кашин	32	<b>45</b>	23
Вышний Волочек	29	<b>39</b>	32
Бологое	<b>48</b>	33	19
Осташков	<b>68</b>	26	6
Белый	<b>55</b>	26	19
Бежецк	16	<b>52</b>	32
Торопец	26	<b>39</b>	35

Данные таблицы показывают, что метеостанции по преобладающему уровню грозовой активности объединены так: Тверь, Старица, Максатиха, Торжок и Красный Холм входят в группу станций с высокой грозовой активностью; Кашин, Вышний Волочёк, Бежецк, Торопец – со средней; Бологое, Осташков, Белый – с низкой. На территории Тверской области преобладает группа метеостанций с высокой грозовой активностью.

Изучение территориального распределения гроз позволило сделать заключение, что в центральной и северо-восточной части Тверской области расположена группа метеостанций с высоким уровнем грозовой активности, в восточной части области – со средним уровнем, а на западе находится группа метеорологических станций с низким уровнем грозовой активности.

Для рассмотрения и анализа пространственной динамики, особенностей периодизации и распределения гроз на территории Тверской области, были рассчитаны средние показатели числа дней с грозой за отдельные периоды времени: с 1988 по 1997 гг., с 1998 по 2007 гг. и с 2008 по 2018 гг. (табл. 3). На основе созданной базы построены карты распределения грозовой активности на территории области (рис. 8, 9, 10, 11).

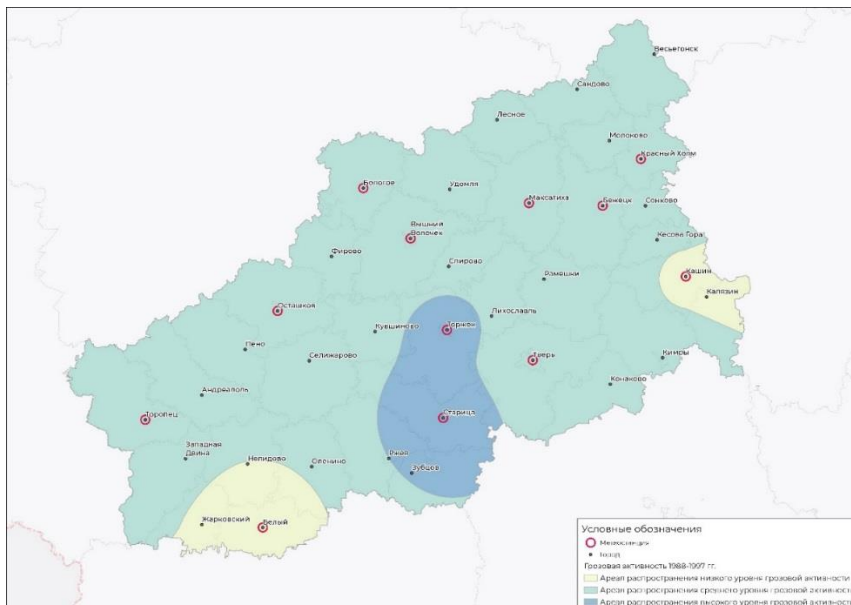
*Таблица 3*

Среднее число дней с грозой за определенные периоды времени по метеостанциям Тверской области

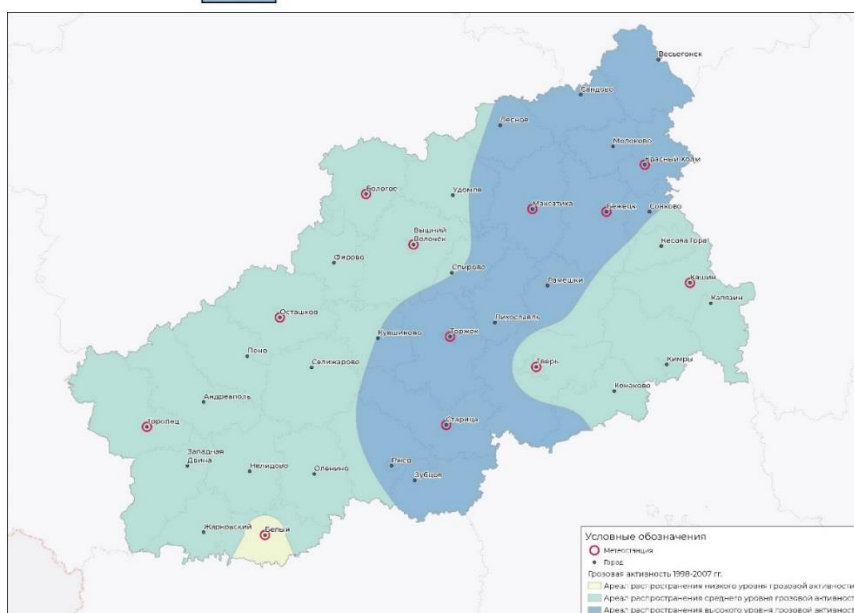
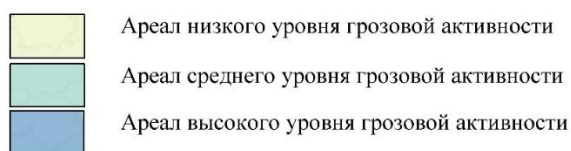
Гидрометеостанция	Среднее число дней с грозой за год			
	1988–1997	1998–2007	2008–2018	1988–2018
Тверь	20,2	24,4	25,3	23,5
Красный Холм	24	26	22,9	24,3
Старица	30,9	29,9	29	29,6
Максатиха	20,5	28	23,6	24
Торжок	27,4	28,2	30	28,6
Кашин	15,9	20	21,7	19,3
Вышний Волочёк	22,9	23,4	23,2	23,2
Бологое	17,3	19,7	18,2	18,4
Осташков	17,1	20,8	13	16,5
Белый	12,1	16,5	23,5	17,6
Бежецк	19,1	25,7	24,4	23,1
Торопец	21,2	24,9	24,3	23,5

(цветом обозначены уровни грозовой активности: красный – высокий уровень, желтый – средний уровень, зелёный – низкий уровень)

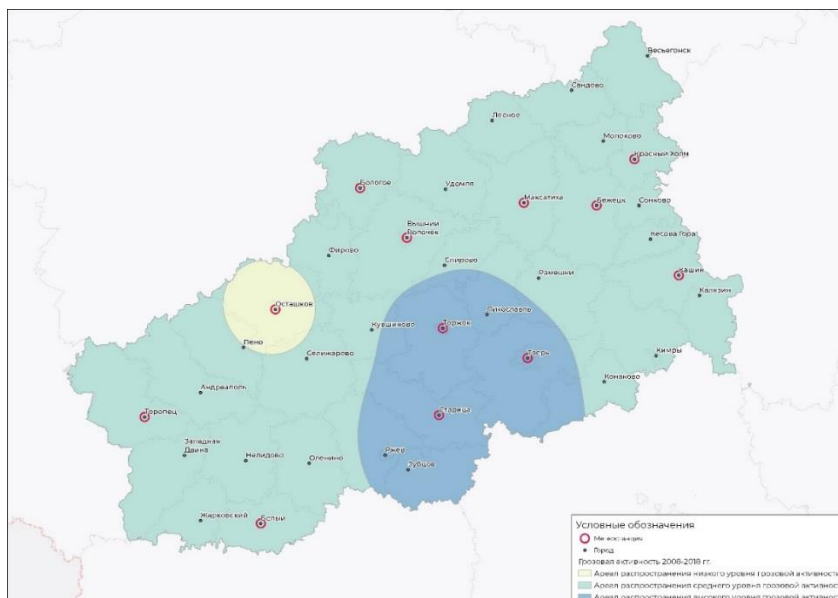
Анализ данных таблицы показывает, что размещение гроз в пространстве и во времени на территории Тверской области непостоянно. Грозовая активность по вышеуказанным периодам как увеличивалась, так и уменьшалась. Например, в период 1998–2007 гг., по сравнению с предыдущим периодом, среднее число дней с грозой увеличилось. Выявлены две гидрометеостанции со стабильно высокой грозовой активностью – Торжок и Старица.



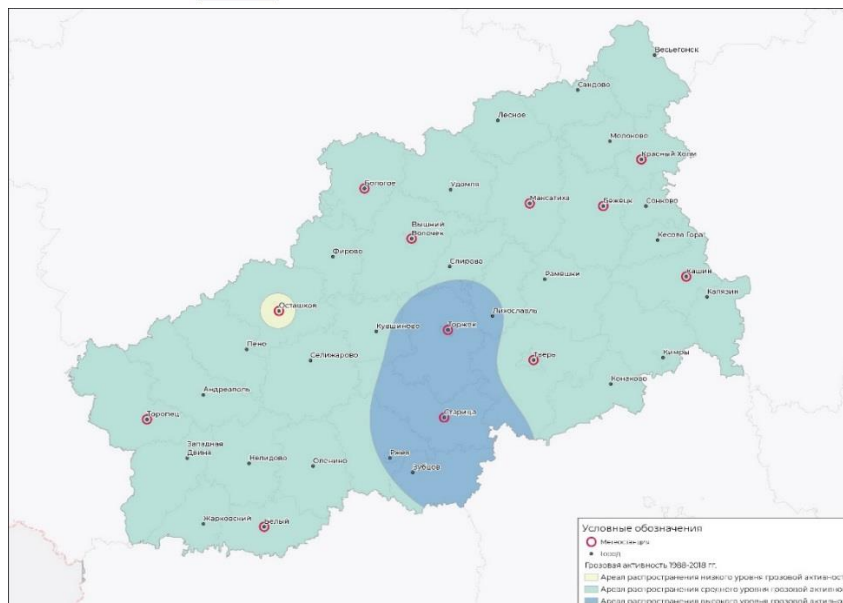
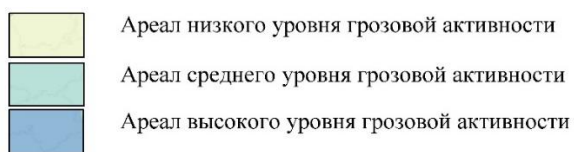
Р и с. 8. Уровни грозовой активности на территории Тверской области за период 1988–1997 гг.



Р и с. 9. Уровни грозовой активности на территории Тверской области за период 1998–2007 гг.



Р и с. 10. Уровни грозовой активности на территории Тверской области за период 2008–2018 гг.



Р и с. 11. Уровни грозовой активности на территории Тверской области за период 1988–2018 гг.

Таким образом, в распределении гроз на территории Тверской области существуют грозовые очаги постоянные во времени и в пространстве (районы со стабильной грозовой активностью) и очаги пульсирующего характера. Неизменно остается «ядро» высокой грозовой активности на станциях Старица и Торжок.

Стабильные показатели грозовой активности отмечены на гидрометеостанциях: Торопец, Бологое, Вышний Волочёк, Старица, Торжок. Спад грозовой активности зафиксирован лишь в Осташкове. В Твери, Кашине, Белом за последние три десятилетия наблюдается увеличение активности гроз. Нестабильная грозовая активность – в Красном Холме, Максатихе и Бежецке.

Выявленные особенности характера грозовой активности на территории Тверской области могут быть использованы при прогнозировании гроз и разработке грозозащитных мероприятий.

### **Список литературы**

1. Есипенко Р.Ф., Дульзон А.А. О распределении интенсивности грозовой деятельности в Кемеровской области// Труды Зап.-Сиб. Регионального НИ гидрометеорологического института. Вып. 91, 1990. 60 с.
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студентов вузов. М.: ИД Юрайт, 2011.
3. Кузнецова Р.С. Картографические способы отображения ареалов. Самара: 2002. 32 с.
4. Прокофьева Н.Б., Федотова Е.А. Пространственно-временная динамика грозовой активности на территории Тверской области// Вестник Тверского гос. ун-та. Серия: география и геоэкология. Выпуск 2 (26). 2019. С.78-86. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38592140>.

### **THE NATURE OF THUNDERSTORM ACTIVITY IN THE TVER REGION OVER THE PAST 30 YEARS**

**N.B. Prokofieva, E.V. Osipova**

Tver State University, Tver

The spatial-temporal features of the nature of thunderstorm activity in the Tver region for many years are considered. Comparison of thunderstorm activity in the areas of location of 11 meteorological stations is made.

**Keywords:** *thunderstorms, thunderstorm activity, thunderstorm processes.*

*Об авторах:*

ПРОКОФЬЕВА Наталья Борисовна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физической географии и экологии ТвГУ, e-mail: prokofjevanat@mail.ru.

ОСИПОВА Екатерина Васильевна – выпускница факультета географии и геоэкологии ТвГУ (2020), студентка магистратуры СПбГУ, e-mail: caterina.osi@yandex.ru.