

УДК 551.594

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2022-3-44-59>

СИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГРОЗ НА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Бухарова, Н.Б. Прокофьева

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

Цель исследования – на основе анализа многолетней динамики грозовой активности и метеорологических условий на территории Тверской области выявить основные синоптические условия образования гроз, и рассмотреть методы прогнозирования гроз и их оправданность на примере методов Вайтинга и индексов неустойчивости атмосферы.

Ключевые слова: гроза, грозовая активность, синоптический метод исследования, региональное прогнозирование грозовой деятельности, Тверская область.

Введение и постановка проблемы

Гроза – это весьма опасное погодное явление, и необходимо своевременное прогнозирование грозовой деятельности, так как без метеопрогноза опасных явлений погоды все виды природопользования становятся большой проблемой.

Типичными синоптическими процессами для формирования гроз являются: тыловая часть циклона, седловина, восточная периферия антициклона, размытые барические системы, заполняющиеся циклоны. Предвестниками гроз являются башенкообразные и хлопьевидные высококучевые облака, большая величина абсолютной влажности 12–15 г/м³ и более высокая температура 20–25° в утренние часы [1]. Грозы, в зависимости от синоптических условий, делятся на внутримассовые и фронтальные [5].

Синоптический метод исследования включает в себя разработку, составление и анализ синоптических карт атмосферных макропроцессов и погодных условий, а также различных вспомогательных материалов (аэрологические диаграммы и др.). Наличие точного представления о предыдущем развитии атмосферных процессов, смещении и эволюции синоптических объектов за прошедший период может обеспечить точную оценку их текущих процессов, судить о ситуациях и тенденциях их будущего развития.

Одним из основных и важных способов в аэрологических и климатических наблюдениях является радиозондирование. На территории Тверской области данный метод реализуется на аэрологической станции в городе Бологое.

© Бухарова В.А., 2022

© Прокофьева Н.Б., 2022

Для прогноза гроз существует большое разнообразие методов, применяемых на практике [2–4]. Вайтинг предложил для прогноза гроз по утренним наблюдениям строить карту с проведением изолиний параметра К, формула для расчета которого имеет следующий вид [2]:

$$K = T_{850} - T_{500} - D_{850} - D_{700},$$

где К – коэффициент Вайтинга,

Т – температура воздуха на изобарической поверхности,

Д – дефицит температуры точки росы на изобарической поверхности.

После расчета определяется вероятность гроз на прогнозируемой территории (табл. 1).

Метод Вайтинга получил достаточно широкое распространение на территории России и дает хорошие результаты при прогнозе гроз именно по площади.

Таблица 1

Определение вероятности гроз по методу Вайтинга

К	Оценка
<20	Гроз не ожидается
20–25	Следует ожидать изолированные грозы
25–30	Следует указывать отдельные грозы
>30	Грозы повсеместно

Всемирными центрами зональных прогнозов (Вашингтон, Лондон) с помощью численных прогностических моделей, используя ряд индексов, рассчитывается возможность образования конвективной облачности, в первую очередь для определения степени неустойчивости атмосферы, которая характеризует условия развития конвекции [6].

VT — *Vertical Totals индекс*. *VT* – индекс рассчитывается по формуле

$$VT = T_{850} - T_{500},$$

где T_{850} – температура воздуха на изобарической поверхности 850 гПа, T_{500} – температура воздуха на 500 гПа. Если $VT > 28$, значит тропосфера обладает высоким потенциалом конвективной неустойчивости, достаточным для образования гроз [6].

CT – *Cross Totals индекс* (табл. 2). Индекс *CT* рассчитывается по формуле

$$CT = Td_{850} - T_{500},$$

где Td_{850} – температура точки росы на изобарической поверхности 850 гПа, T_{500} – температура воздуха на 500 гПа [6].

Таблица 2

Результаты расчетов *Cross Totals* индекса (СТ)

СТ	Количественная оценка
< 18	Тропосфера обладает низким потенциалом конвективной неустойчивости, который недостаточен для грозовой деятельности
18 – 19	Умеренная неустойчивость. Слабая грозовая деятельность
20 – 21	Высокая неустойчивость. Грозы
22 – 23	Энергия неустойчивости, при которой возможны сильные грозы
24 – 25	Высокая энергия неустойчивости. Сильные грозы
> 25	Очень высокая энергия неустойчивости. Очень сильные грозы

ТТ – *Total Totals* индекс (табл. 3). Индекс *ТТ* рассчитывается по формуле

$$ТТ = VT + СТ,$$

где *СТ* – *Cross Totals* индекс, *VT* – *Vertical Totals* индекс [6].

Таблица 3

Количественная оценка *Total Totals* индекса (ТТ)

ТТ	Количественная оценка
< 44	Грозовая деятельность невозможна
44–45	Отдельная гроза или несколько гроз
46–47	Рассеянные грозовые очаги
48–49	Значительное количество гроз, отдельные из которых сильные
50–51	Рассеянные сильные грозовые очаги, отдельные очаги со смерчем
52–55	Значительное количество очагов сильных гроз, отдельные очаги со смерчем

Результаты исследования

Информационную базу работы составили материалы Федерального государственного бюджетного учреждения «Тверской областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Тверской ЦГМС) по двенадцати метеорологическим станциям.

Процентное соотношение количества дней с грозой по месяцам (с апреля по октябрь) от общего числа дней с грозами за рассматриваемый период представлено в табл. 4. Прослеживается явная взаимосвязь между самым теплым периодом года (июль) и количеством гроз.

Таблица 4

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

Условия образования гроз очень интересны для изучения. В Тверской области преобладает западно-восточный перенос воздуха, это обуславливает наибольшее распространение ветров юго-западного и западного направления, что позволяет сделать вывод о том, что циклоническая деятельность, развиваясь, приносит с собой атмосферные массы, которые способствуют образованию грозовых фронтов.

Для детального рассмотрения соотношения фронтальных и внутримассовых гроз выбраны ряд лет с наиболее выраженной грозовой активностью на территории области. Для примера приведем данные за 2018 год. Общее количество дней с грозами в 2018 году достаточно большое – 55 дней.

В ходе рассмотрения и анализа синоптических карт на дни с грозами за период с 21.04.2018 по 21.09.2018 были определены типы гроз (табл. 5 и 6).

Таблица 5

Соотношения фронтальных и внутримассовых гроз в Тверской области за 2018 г.

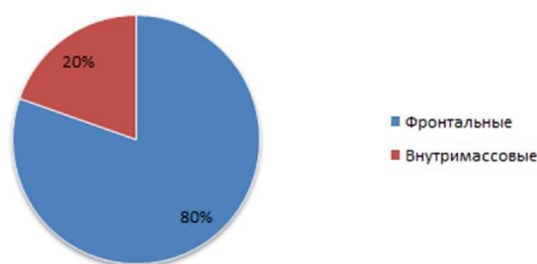
Апрель	Май	Июнь
21.04.2018 Фронтальные	01.05.2018 Фронтальные	03.06.2018 Фронтальные
27.04.2018 Фронтальные	02.05.2018 Фронтальные	04.06.2018 Фронтальные
30.04.2018 Фронтальные	04.05.2018 Фронтальные	11.06.2018 Внутримассовые
	05.05.2018 Фронтальные	12.06.2018 Фронтальные

	06.06.2018 Фронтальные	13.06.2018 Фронтальные
	17.05.2018 Фронтальные	17.06.2018 Фронтальные
	18.05.2018 Фронтальные	22.06.2018 Фронтальные
	19.05.2018 Фронтальные	23.06.2018 Фронтальные
	27.05.2018 Фронтальные	24.06.2018 Фронтальные
		30.06.2018 Фронтальные
01.07.2018 Фронтальные	03.08.2018 Внутримассовые	03.09.2018 Внутримассовые
02.07.2018 Фронтальные	04.08.2018 Фронтальные	04.09.2018 Фронтальные
04.07.2018 Внутримассовые	05.08.2018 Фронтальные	05.09.2018 Фронтальные
05.07.2018 Внутримассовые	07.08.2018 Фронтальные	21.09.2018 Внутримассовые
07.07.2018 Фронтальные	12.08.2018 Фронтальные	
08.07.2018 Фронтальные	13.08.2018 Фронтальные	
11.07.2018 Фронтальные	15.08.2018 Фронтальные	
14.07.2018 Внутримассовые	19.08.2018 Фронтальные	
15.07.2018 Внутримассовые	21.08.2018 Фронтальные	
16.07.2018 Внутримассовые	30.08.2018 Фронтальные	
18.07.2018 Фронтальные	31.08.2018 Фронтальные	
19.07.2018 Внутримассовые		
20.07.2018 Фронтальные		
21.07.2018 Фронтальные		
22.07.2018 Фронтальные		
25.07.2018 Внутримассовые		
27.07.2018 Фронтальные		
28.07.2018 Фронтальные		
29.07.2018 Фронтальные		

Таблица 6

Процентное соотношение фронтальных гроз
(рассчитано по табл. 5)

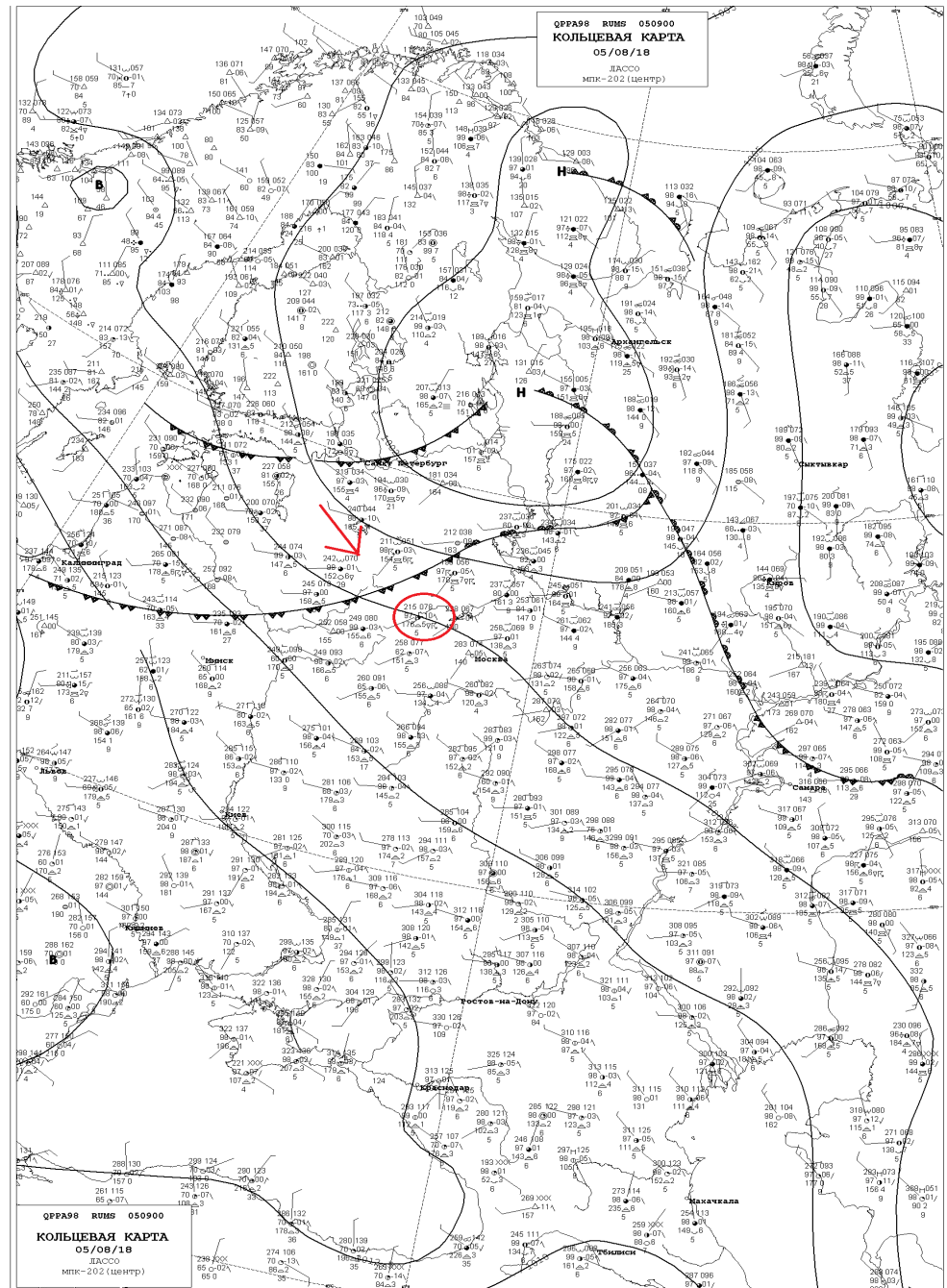
Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Фронтальные грозы 100 %	Фронтальные грозы 100 %	Фронтальные грозы 90 %	Фронтальные грозы 63 %	Фронтальные грозы 91 %	Фронтальные грозы 50 %



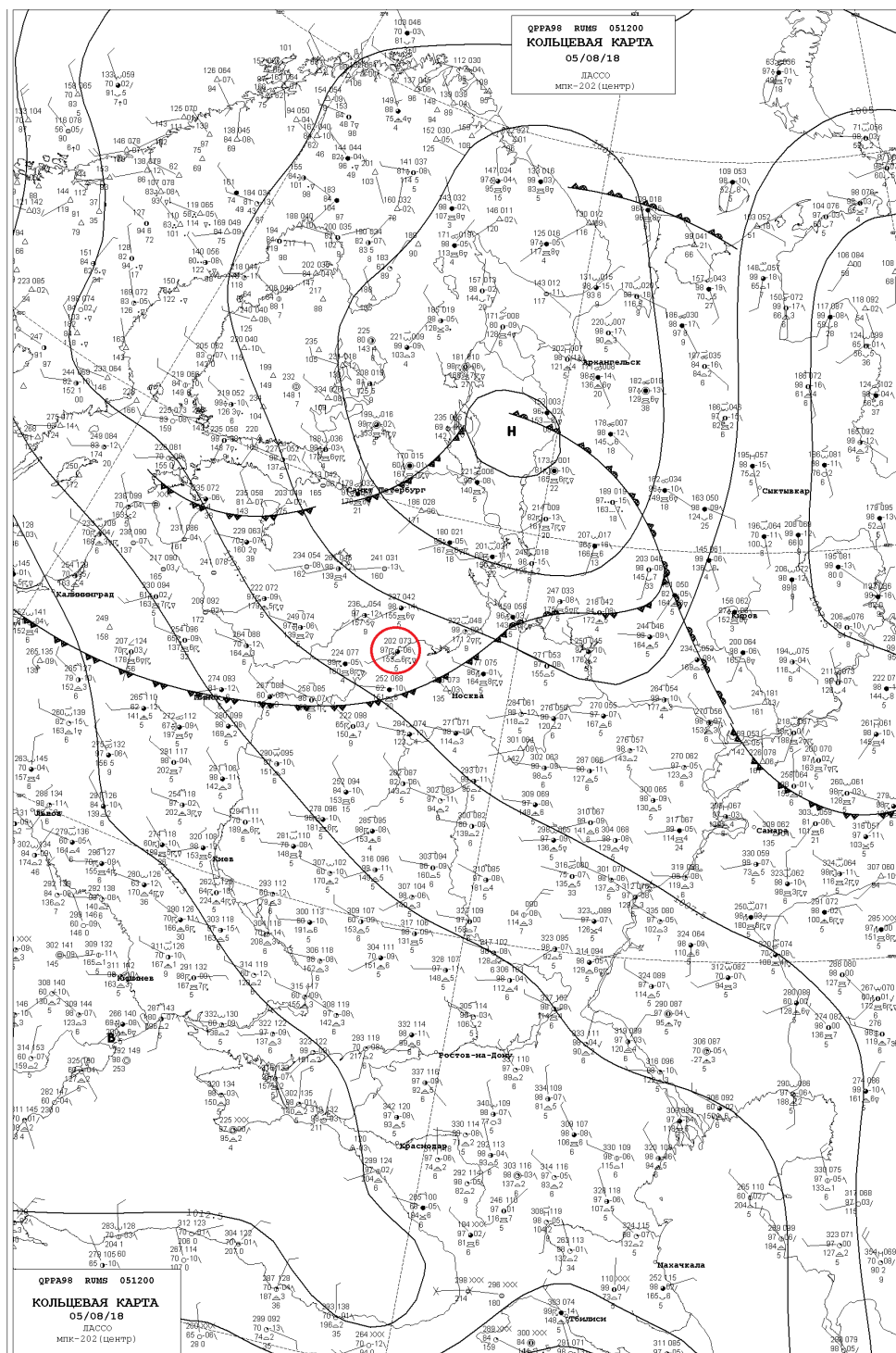
Р и с. 1. Процентное соотношение фронтальных и внутримассовых гроз на территории Тверской области за 2018 г.

На территории Тверской области преобладают фронтальные грозы, внутримассовые же выражены в меньшей степени, чаще всего наблюдаются в июле месяце, в конце лета и начале осени. В дни с внутримассовыми грозами практически всегда отчетливо выражена термическая конвекция, а с ней и мощная кучево-дождевая облачность.

В качестве примера прохождения фронтальных и формирования внутримассовых гроз на территории Тверской области представлены кольцевые карты, прогноз погоды и синоптическая ситуация на 15.07.2018 и 05.08.2018. Кольцевая карта – это разновидность синоптической карты погоды, которая позволяет увидеть текущую ситуацию в целом по региону и дает возможность просчитывать ее развитие на несколько часов вперед, так как карта обновляется каждые три часа. На карте (рис. 2) отчетливо видно прохождение холодного фронта по всей территории области. Через три часа, на карте (рис. 3), мы наблюдаем перемещение фронта южнее и появление нового холодного фронта чуть севернее. Так как фронтальные грозы чаще обуславливаются прохождением именно холодных фронтов, можно сделать вывод, что через некоторое время стоит ожидать проявления грозовой активности на исследуемой территории.



Р и с. 2. Кольцевая карта, иллюстрирующая прохождение фронтальной грозы по территории Тверской области (05.08.2018 время 09:00)



Р и с. 3. Кольцевая карта, иллюстрирующая прохождение фронтальной грозы по территории Тверской области (05.08.2018 время 12:00)

Таблица 7

Синоптическая ситуация на 05.08.2018

Пункты	T	%	∇	%	F	%	Явл	%	Ср. ночь	T	%	∇	%	F	%	Явл	Ср. день
1.Тверь	13.8	100	-	100	100		100	100	24.4	100	2	50/100		100	R	100	88
2.Кр.холм	13		0.0						22		5	100			R		
3.Максатиха	14		-				R		24		12	100	17		R		
4.Бежецк	14		-						24		28	50	13		R		
5.Кашин	13		-						25		1	100	14		R		
6.Старца	14		-						24		4	100	12		R		
7.Горжок	15		-						24		8	100			R		
8.В.Волочек	15		0.0				R		25		0.8	100			R		
9.Бологое	14		0.8						25		6	100			R		
10.Осташков	15		-						24		2	100					
11.Торопец	16		1				R		26		0.5	100			R		
12.Белый	14		-						26		1	100			R		
13.Конаково	15		-						24		5	100					
14.Л.Заповедник	12		6	50			R		23		4	100			R		
15.Удомля	15		0.0						25		6	100					
16.Мигалово	13.3								24.2								
Среднее		100		97	100		69	92		100						100	99

В дополнение к картам прилагается табл. 7, где показана синоптическая ситуация на территории Тверской области на 05.08.2018. В таблице представлены значения температуры воздуха и грозы по области.

Анализируя кольцевые карты на 15.07.2018, мы видим зависимость образования внутримассовых гроз от таких процессов, как окклюдирование теплого воздуха и термической конвекции, так как такой вид гроз чаще всего образуется в теплом, влажном, неустойчивом воздухе (рис. 4).

Еще одним немаловажным фактором является время проведения картографического исследования, а именно период с 12 до 15 часов дня, так как именно в это время максимально прогрессирует термическая конвекция и происходит образование мощной кучевой и кучево-дождевой облачности, что дает понять о конвективном типе внутримассовых гроз, так как эти грозы чаще развиваются летом, во второй половине дня (рис. 5). Представленная синоптическая ситуация показывает, что 15.07.2018 г. территория Тверской области находилась в зоне малоградиентного поля повышенного давления. В течение дня над территорией области наблюдались внутримассовые грозы.

Для определения степени неустойчивости атмосферы и возможности образования конвективной облачности рассчитывается

несколько видов индексов, характеризующих условия развития конвекции с использованием различных численных прогностических моделей. Были рассчитаны индексы неустойчивости атмосферы на основании данных радиозондирования на период 15.07.2018.

Vertical Totals индекс, $VT=14,7-(-11,1)=25,8$ – Тропосфера обладает умеренным потенциалом конвективной неустойчивости, достаточным для образования гроз.

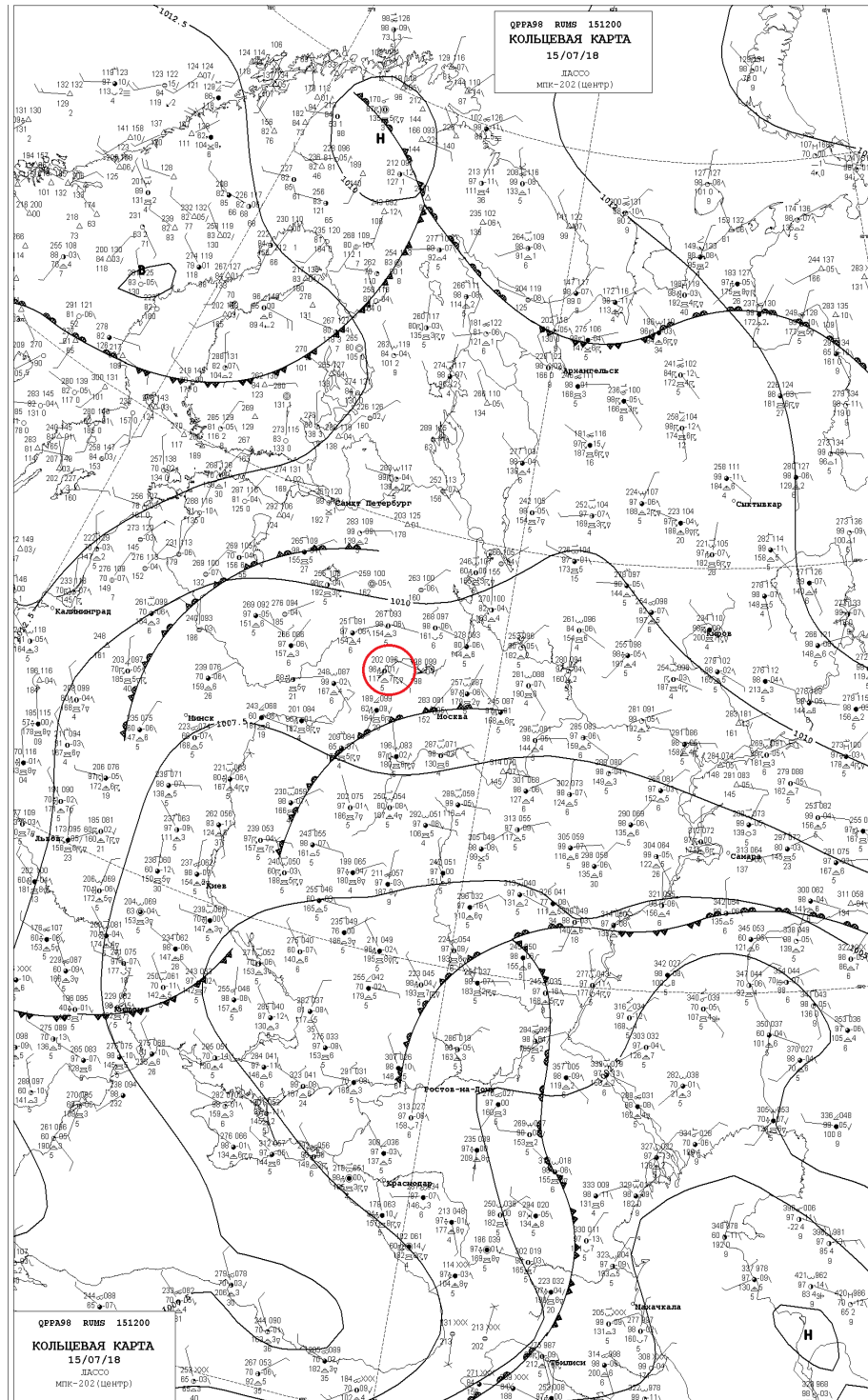
Cross Totals индекс, $CT=7,2-(-11,1)=18,3$ – Умеренная неустойчивость, слабая грозовая деятельность.

Total Totals индекс, $TT=25,8+18,3=44,1$ – Отдельная гроза, или несколько гроз.

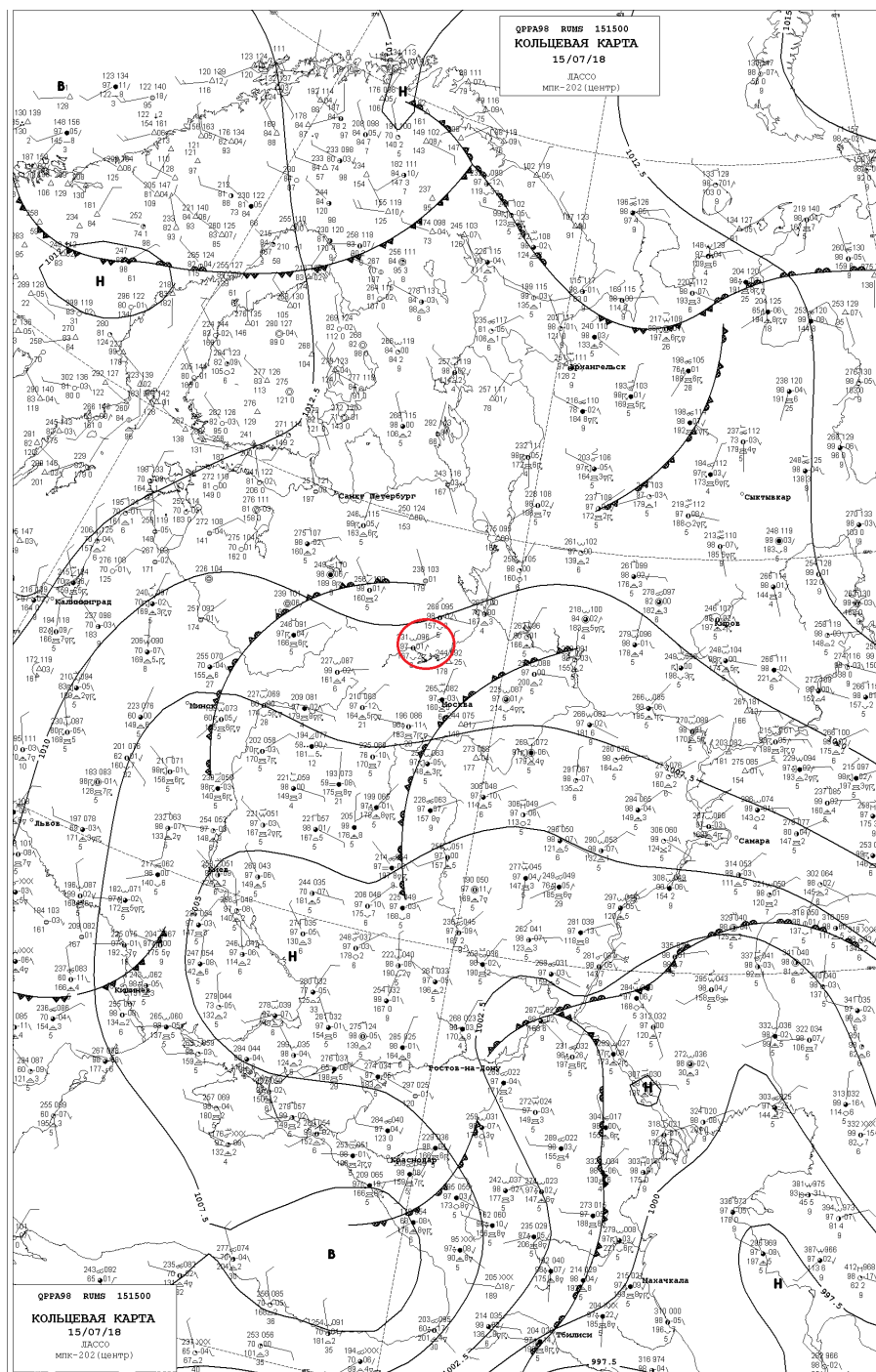
Рассчитанные индексы подтверждают неустойчивое состояние атмосферы на 15.07.2018.

На следующем этапе работы было интересно рассмотреть оправдываемость различных методов прогнозирования гроз, на примере метода Вайтинга. Для данного метода также использовались данные радиозондирования. С аэрологической станции в городе Бологое, каждое утро в 11:30, запускается радиозонд, который исследует атмосферное давление, скорость и направление ветра, температуру и относительную влажность воздуха на различных высотах. Были проанализированы данные радиозондирования с 1 мая по 31 августа 2018 года и рассчитан коэффициент образования гроз по методу Вайтинга. На рис. 6 представлены данные радиозондирования на срок 01.05.2018.

Используя данные радиозондирования были произведены расчеты коэффициента K по методу Вайтинга, и результаты занесены в таблицу Excel (табл. 8). Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод о том, что большинство дней имеет коэффициент $K > 30$, это значит что грозы распространяются практически по всей территории Тверской области. Месяцем с наибольшим количеством дней с грозами является июль 2018 г., в котором насчитывается 19 дней с грозами.



Р и с. 4. Кольцевая карта, иллюстрирующая условия образования внутримассовой грозы (15.07.2018. время 12:00)



Р и с. 5. Кольцевая карта, иллюстрирующая условия образования внутримассовой грозы (15.07.2018. время 15:00)

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ ЗОНДИРОВАНИЯ ТАЗ-3
 НАЧАЛО НАБЛЮДЕНИЙ : 01.05.2018 11:30
 КОНЕЦ НАБЛЮДЕНИЙ : 01.05.2018 13:03
 ВЫСОТА СОЛНЦА : 42 ГРАД.
 СИНОПТИЧЕСКИЙ ИНДЕКС СТАНЦИИ : 26298
 КОД ОБЛАЧНОСТИ : 55580
 ПРИЗЕМНАЯ ОШИБКА ТЕМПЕРАТУРЫ : -0.7 ГРАД.
 ПРИЗЕМНАЯ ОШИБКА ВЛАЖНОСТИ : -1.2 %

	H	P	T	U	D	V	TD
ИП	0.093	1000.0					
	0.19	988.9	13.5	65	135	3	6.6
	0.31	974.4	12.6	71	150	5	5.3
	0.50	952.7	11.0	75	144	7	4.4
	0.51	951.2	10.9	76	144	8	4.2
T	0.70	929.9	8.8	80	168	8	3.3
ИП	0.745	925.0	8.8	80	179	9	3.3
T	0.83	915.1	9.1	81	202	10	3.2
	0.94	903.4	10.7	80	235	11	3.6
	1.00	897.1	11.7	79	241	12	3.7
T	1.08	889.0	12.7	78	247	13	3.9
	1.39	855.9	10.2	69	259	19	5.5
ИП	1.454	850.0	10.5	69	259	19	5.5
	1.50	845.0	10.0	70	258	19	5.1
	1.64	831.4	8.7	73	258	20	4.7
	2.00	795.4	6.3	78	256	18	3.8
	2.50	748.2	3.2	82	258	15	2.9
U	2.98	705.1	-0.3	86	264	13	2.3
	3.00	703.2	-0.4	86	265	13	2.3
	3.03	700.5	-0.5	85	265	13	2.4
ИП	3.036	700.0	-0.5	85	265	13	2.4
	3.95	623.3	-6.8	79	275	17	3.0
	4.00	619.6	-7.3	78	274	17	3.3
T	4.58	574.6	-10.2	79	257	17	3.2
U	4.84	555.6	-13.0	77	262	18	3.3
T	4.91	550.6	-13.5	69	263	19	4.7
	5.00	544.2	-13.6	68	262	19	4.9
T	5.16	533.1	-13.8	67	259	18	5.0
T	5.26	526.1	-16.4	67	256	18	4.9
ИП	5.64	500.0	-17.4	50	256	19	7.9
T	5.94	480.0	-18.2	48	259	19	8.6
U	5.96	478.8	-18.7	47	260	19	8.8
	6.00	475.8	-19.0	47	259	19	8.7
T	6.61	438.5	-23.5	57	254	20	6.2
T	6.91	420.8	-27.4	54	256	22	6.7
	7.00	415.5	-27.7	54	256	22	6.7
ИП	7.27	400.0	-29.1	55	254	21	6.4
T	7.32	397.1	-29.4	55	254	21	6.4
	7.38	394.1	-30.2	53	253	21	6.7
T	7.68	377.5	-33.5	52	257	20	6.4
	8.00	360.7	-35.0	53	260	20	6.5
T	8.71	325.3	-40.5	46	272	22	7.5
T	8.97	313.1	-44.4	44	263	24	7.7
	9.00	311.7	-44.6	43	263	24	7.8
ИП	9.25	300.0	-45.5	43	262	24	7.8
T	9.38	294.4	-46.5	40	261	25	8.1
T	9.51	288.8	-48.9	40	259	25	8.1
	10.00	267.7	-52.0	37	250	27	8.1
T	10.04	266.0	-52.1	38	249	27	8.0
	10.42	250.8	-56.5	36	247	25	8.1
ИП	10.44	250.0	-56.7	36	247	25	8.0
T	10.46	249.1	-57.0	36	248	25	7.9
	11.00	228.6	-60.9	34	253	25	8.3
НГ	11.25	219.7	-63.3	34	258	23	8.3
T	11.33	216.7	-63.4	34	259	22	8.3
ИП	11.83	200.0	-61.5	35	256	17	8.1
	11.84	199.5	-61.4	35	256	17	8.1
	12.00	194.5	-59.5	34	258	19	8.6
	12.26	186.6	-57.3	34	263	23	8.6
	12.70	174.1	-54.1	34	264	22	9.0
T	12.80	171.5	-53.6	34	269	22	9.0
	13.00	166.2	-53.8	34	277	21	9.0
	13.17	161.8	-53.7	32	283	20	9.4

Р и с. 6. Данные зондирования атмосферы
 (аэрологическая станция Бологое, 1.05.2018)

Таблица 8

Данные обработки зондирования с 01.05.2018 по 31.08.2018

1	Дата	Время	T850	T500	D850	D700	K	Сценка
2	01.05.2018	11:30	10,5	-17,4	5	-1,9	32,3	>30 Грозы поспеетно
3	02.05.2018	11:30	10,5	-17,2	3,8	-10,9	42,3	>30 Грозы поспеетно
4	04.05.2018	11:30	11,4	-18,5	0,3	-8,2	49,2	>30 Грозы поспеетно
5	05.05.2018	11:30	5	-19,5	1,5	-6,3	32,5	>30 Грозы поспеетно
6	06.05.2018	11:30	4,3	-18,9	-9,8	-17,7	35	>30 Грозы поспеетно
7	07.05.2018	11:30	8,3	-18,7	4,6	-3,2	32,9	>30 Грозы поспеетно
8	18.05.2018	11:30	9,5	-19,2	2,7	-12	47,5	>30 Грозы поспеетно
9	19.05.2018	11:30	3,7	-21	0,6	-8	35,8	>30 Грозы поспеетно
10	27.05.2018	11:30	10,4	-15,9	2,4	-8,3	42,6	>30 Грозы поспеетно
11	03.06.2018	11:30	12,3	-17,6	1,9	-8,5	48,8	>30 Грозы поспеетно
12	04.06.2018	11:30	8,5	-15,1	6	-0,9	27	25-30 Следует указывать отдельные грозы
13	11.06.2018	11:30	9,7	-19,5	-2,6	-8,6	50,1	>30 Следует указывать отдельные грозы
14	13.06.2018	11:30	2,2	-16,3	-3,9	21,4	46	>30 Грозы поспеетно
15	17.06.2018	11:30	9,6	-14,2	1,9	-3,9	35,4	>30 Грозы поспеетно
16	19.06.2018	11:30	9,6	-12,3	3,1	-8,8	37,2	>30 Грозы поспеетно
17	22.06.2018	11:30	10,9	-11,2	8,9	3	21,1	20-25 Следует ожидать изолированные грозы
18	23.06.2018	11:30	7,1	-13,4	-2,5	-1,7	31,8	>30 Грозы поспеетно
19	24.06.2018	11:30	11,6	-12,5	7,2	-1,6	30,1	>30 Грозы поспеетно
20	30.06.2018	11:30	3,7	-12,3	-3,1	-7,5	30,3	>30 Грозы поспеетно
21	01.07.2018	11:30	12,5	-11,2	10,2	-0,8	26,8	25-30 Следует указывать отдельные грозы
22	02.07.2018	11:30	10,5	-13,3	-4,9	-25,4	64,6	>30 Грозы поспеетно
23	04.07.2018	11:30	6,1	-20	1,5	-7,4	38,1	>30 Грозы поспеетно
24	05.07.2018	11:30	6,1	-22,6	3,1	-9	40,7	>30 Грозы поспеетно
25	07.07.2018	11:30	7,6	-17,6	4,2	-4,2	32,8	>30 Грозы поспеетно
26	08.07.2018	11:30	8,4	-17,2	4,5	-4,9	34,4	>30 Грозы поспеетно
27	11.07.2018	11:30	12,3	-13,3	7,2	-4,5	32,2	>30 Грозы поспеетно
28	14.07.2018	11:30	12,5	-12	5,2	-4,9	36,7	>30 Грозы поспеетно
29	15.07.2018	11:30	14,7	-11,1	7,5	-3	36	>30 Грозы поспеетно
30	16.07.2018	11:30	13,5	-12,2	6,7	-3,2	32,7	>30 Грозы поспеетно
31	18.07.2018	11:30	11,2	-14,4	9,5	-1,3	28,6	25-30 Следует указывать отдельные грозы
32	20.07.2018	11:30	11,6	-11,3	11,3	1	24,2	20-25 Следует ожидать изолированные грозы
33	20.07.2018	11:30	12,2	-10,6	8,9	0,6	25,5	25-30 Следует указывать отдельные грозы
34	21.07.2018	11:30	14	-11	12,1	2,3	24,6	20-25 Следует ожидать изолированные грозы
35	22.07.2018	11:30	13	-11,7	9,7	-0,6	28,6	25-30 Следует ожидать изолированные грозы
36	25.07.2018	11:30	10	-11	4,7	2,3	24	20-25 Следует ожидать изолированные грозы
37	27.07.2018	11:30	15	-11,8	6,9	0,3	34,6	>30 Грозы поспеетно
38	31.07.2018	11:30	15,5	-12,2	-4,5	-11,8	60,5	>30 Грозы поспеетно
39	03.08.2018	11:30	13,6	-14,9	8,5	0	33,6	>30 Грозы поспеетно
40	04.08.2018	11:30	11,8	-13,6	7,1	-11,6	42,7	>30 Грозы поспеетно
41	05.08.2018	11:30	10,9	-15,7	6,7	-4,5	35,3	>30 Грозы поспеетно
42	07.08.2018	11:30	6,2	-18,1	2,3	-4,8	33	>30 Грозы поспеетно
43	12.08.2018	11:30	9,1	-15	6,7	-1,8	28,3	25-30 Следует указывать отдельные грозы
44	13.08.2018	11:30	6,1	-20,4	0,3	-27,9	60,2	>30 Грозы поспеетно
45	15.08.2018	11:30	10,5	-15	8,7	-2	29,3	25-30 Следует указывать отдельные грозы
46	19.08.2018	11:30	11,6	-14,7	9,1	-1,7	30,5	>30 Грозы поспеетно
47	21.08.2018	11:30	6,3	-18,5	0,1	-9,9	40,9	>30 Грозы поспеетно
48	30.08.2018	11:30	7,3	-16,7	4,3	-0,6	26,4	25-30 Следует указывать отдельные грозы
49	31.08.2018	11:30	7,4	-18,3	2,5	-2,3	32,3	>30 Грозы поспеетно

Выводы

В ходе рассмотрения и анализа синоптических карт на дни с грозами были определены типы гроз, преобладающие на территории Тверской области, ими являются фронтальные грозы, чаще на холодном фронте, а также фронте окклюзии. Внутримассовые грозы наблюдались чаще в таких синоптических ситуациях, как малоградиентное поле повышенного давления, периферия антициклона и ось ложбины.

Рассмотрение методов прогнозирования гроз на территории Тверской области на примере метода Вайтинга и расчета индексов неустойчивости атмосферы показало их высокую оправдываемость и корреляцию с синоптическим методом.

Список литературы

1. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. – 612 с.
2. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. – СПб.: РГГМУ, 2009. – 339 с.
3. Пономаренко С.И., Лебедева Н.В., Чистяков А.Д. Методические указания. Оценка способов прогноза гроз и рекомендации по их использованию. – М.: Московское отделение гидрометеиздата, 1971. – 55 с.
4. Белоусов С.Л. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть 1. – М.: Гидрометеиздат, 1986. – 436 с.
5. Гуральник И.И., Дубинский Г.П., Ларин В.В., Мамиконова С.В. Метеорология. – М.: Гидрометеиздат, 1982. – 440 с.
6. Гидрометеорологическая служба Октябрьской железной дороги. Сайт: <https://meteo-orw.ru>.

Об авторах:

ПРОКОФЬЕВА Наталья Борисовна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физической географии и экологии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170021, г. Тверь-21, Прошина, д. 3, корп. 2), e-mail: prokofjevanat@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8679-4504, SPIN-код: 1838-2279.

БУХАРОВА Валерия Александровна – выпускница факультета географии и геоэкологии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 2022, e-mail: lerabuharova01@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1914-8190.

SYNOPTIC CONDITIONS OF FORMATION AND FORECASTING OF THUNDERSTORMS IN THE TVER REGION

V.A. Bukharova, N.B. Prokofieva

Tver State University, Tver

The purpose of the study is to identify the main synoptic conditions for the formation of thunderstorms on the basis of an analysis of the long-term dynamics of thunderstorm activity and meteorological conditions in the Tver region and to consider methods for forecasting thunderstorms and their justification on the example of Waiving's methods and atmospheric instability indices.

Keywords: *thunderstorm, thunderstorm activity, synoptic research method, regional forecasting of thunderstorm activity, Tver region.*