

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра метеорологии и климатологии

Особенности возникновения гроз на аэродроме «Гагарин» в 2020-2021 гг.

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 411 группы

направления (специальности) 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Филатовой Анжелики Александровны

Научный руководитель

ассистент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

А.В. Русанова

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

к.г.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

М.Ю. Червяков

инициалы, фамилия

Саратов, 2023

Введение. Авиационная метеорология является одной из приоритетных областей прикладной метеорологии. Известно, что во все времена авиация была стимулом для развития многих направлений метеорологической науки, таких как метеорологические приборы, системы сбора и передачи метеорологической информации, сверхкраткосрочные и краткосрочные прогнозы погоды и другие.

Для успешного выполнения своих задач авиация, как вид транспорта, должна быть конкурентоспособна с другими видами транспорта и обеспечить безопасность, регулярность и экономичность воздушных перевозок. Нет ни одной из перечисленных выше задач, в решении которых не принимала бы участие авиационная метеорологическая служба.

Многие метеорологические явления оказывают большое влияние на авиаперелеты, но в связи с тем, что аэропорт «Гагарин» открылся сравнительно недавно, климатические и метеорологические характеристики, связанные с его местоположением, еще не изучены. Грозовая деятельность считается одним из наиболее опасных явлений для полетов, поэтому целью работы является анализ случаев возникновения гроз с возможным выявлением каких-либо закономерностей их возникновения на аэродроме «Гагарин».

Были поставлены следующие задачи:

1. Выписать все случаи наблюдения гроз на аэродроме «Гагарин» за 2020 и 2021 годы.
2. Оценить количественные характеристики гроз за 2020 и 2021 годы.
3. Проанализировать синоптические условия на момент наблюдения грозовой деятельности в 2020 и 2021 годы.
4. Сделать вывод о частоте и продолжительности гроз на аэродроме, оценить суточно-годовой ход грозовой деятельности за 2020 и 2021 годы.
5. Сравнить полученные данные за 2020 и 2021 годы и посчитать средние значения.

Основное содержание работы. Авиационная метеорология является одной из приоритетных областей прикладной метеорологии. Известно, что во все времена авиация была стимулом для развития многих направлений метеорологической науки, таких как метеорологические приборы, системы сбора и передачи метеорологической информации, сверхкраткосрочные и краткосрочные прогнозы погоды и другие.

Для успешного выполнения своих задач авиация, как вид транспорта, должна быть конкурентоспособна с другими видами транспорта и обеспечить безопасность, регулярность и экономичность воздушных перевозок. Нет ни одной из перечисленных выше задач, в решении которых не принимала бы участие авиационная метеорологическая служба.

Многие метеорологические явления оказывают большое влияние на авиаперелеты, но в связи с тем, что аэропорт «Гагарин» открылся сравнительно недавно, климатические и метеорологические характеристики, связанные с его местоположением, еще не изучены. Грозовая деятельность считается одним из наиболее опасных явлений для полетов, поэтому целью работы является анализ случаев возникновения гроз с возможным выявлением каких-либо закономерностей их возникновения на аэродроме «Гагарин».

Были поставлены следующие задачи:

1. Выписать все случаи наблюдения гроз на аэродроме «Гагарин» за 2020 и 2021 годы.
2. Оценить количественные характеристики гроз за 2020 и 2021 годы.
3. Проанализировать синоптические условия на момент наблюдения грозовой деятельности в 2020 и 2021 годы.
4. Сделать вывод о частоте и продолжительности гроз на аэродроме, оценить суточно-годовой ход грозовой деятельности за 2020 и 2021 годы.
5. Сравнить полученные данные за 2020 и 2021 годы и посчитать средние значения.

Анализ случаев грозовой деятельности на аэродроме «Гагарин» за 2020 год. Для анализа случаев грозовой деятельности на аэродроме «Гагарин» были использованные данные регулярных и специальных сводок по аэродрому за 2020 год. По их данным были выбраны дни, в которые на аэродроме наблюдалась грозовая деятельность. Кроме этого, так как на аэродроме «Гагарин» установлен датчик грозы TSS928, это позволяет регистрировать случаи грозовой деятельности не только на самом аэродроме (в радиусе 8 км от его контрольной точки), но и вблизи него (на расстоянии до 56 км). Случаи грозовой деятельности вблизи аэродрома также были включены в анализ.

В таблицу 1 занесены все случаи наблюдения грозы на аэродроме «Гагарин» за 2020 год с указанием местоположения очага.

Таблица 1 – Даты случаев грозовой деятельности [составлено автором]

Даты наблюдения	Местоположение грозового очага	
	На аэродроме, количество случаев за сутки	Вблизи аэродрома, количество случаев за сутки
27.04.2020	-	1
10.05.2020	1	-
26.05.2020	1	2
01.06.2020	-	1
05.06.2020	1	2
06.06.2020	-	2
07.06.2020	1	4
13.06.2020	1	2
18.06.2020	-	1
21.06.2020	2	4
24.06.2020	-	2
28.06.2020	2	4
29.06.2020	2	-
07.07.2020	-	1
09.07.2020	2	2
12.07.2020	1	2
13.07.2020	1	-
14.07.2020	2	3
15.07.2020	-	1
30.07.2020	1	5
31.07.2020	2	3

02.08.2020	1	2
07.08.2020	1	2
13.08.2020	-	1
17.08.2020	1	-
29.08.2020	-	2

В 2020 году грозовая деятельность отмечалась с апреля по август. Всего было отмечено 26 дней с грозой, из которых 9 случаев грозы только вблизи аэродрома, 4 случая – только на аэродроме и 13 случаев грозы и на аэродроме, и вблизи него. В целом, грозы вблизи аэродрома отмечаются чаще, чем на аэродроме.

Для определения времени, в которое наиболее часто наблюдалось возникновение грозовой деятельности, была составлена таблица повторяемости гроз вблизи аэродрома (таблица 2) по часам за 2020 год. Так как все наблюдения на аэродроме проводятся по всемирному координированному времени (UTC), то и все данные этой работы приведены согласно ему. Местное время Саратовской области отличается от него на +4 часа.

Таблица 2 – Повторяемость гроз вблизи аэродрома (в %) [составлено автором]

Время UTC, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
0	-	-	-	-	-	1,19	1,19	-	-	-	-	-	2,38
1	-	-	-	-	-	1,19	1,19	-	-	-	-	-	2,38
2	-	-	-	-	-	1,19	2,38	-	-	-	-	-	3,58
3	-	-	-	-	-	1,19	-	1,19	-	-	-	-	2,38
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	1,19	-	-	-	-	-	-	1,19
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	2,38	-	-	-	-	-	-	2,38
8	-	-	-	-	-	2,38	-	-	-	-	-	-	2,38
9	-	-	-	-	-	4,76	-	-	-	-	-	-	4,76
10	-	-	-	-	-	1,19	1,19	-	-	-	-	-	2,38
11	-	-	-	-	-	2,38	1,19	2,38	-	-	-	-	5,95
12	-	-	-	1,19	-	4,76	2,38	2,38	-	-	-	-	10,71
13	-	-	-	-	-	4,76	3,58	1,19	-	-	-	-	9,52
14	-	-	-	-	1,19	4,76	3,58	3,58	-	-	-	-	13,10
15	-	-	-	-	1,19	4,76	2,38	2,38	-	-	-	-	10,71
16	-	-	-	-	1,19	4,76	1,19	-	-	-	-	-	7,14
17	-	-	-	-	1,19	3,58	1,19	-	-	-	-	-	5,95

18	-	-	-	-	1,19	1,19	1,19	-	-	-	-	-	3,58
19	-	-	-	-	-	1,19	-	-	-	-	-	-	1,19
20	-	-	-	-	-	2,38	-	-	-	-	-	-	2,38
21	-	-	-	-	-	1,19	1,19	-	-	-	-	-	2,38
22	-	-	-	-	-	1,19	-	-	-	-	-	-	1,19
23	-	-	-	-	-	1,19	1,19	-	-	-	-	-	2,38
Среднее значение	-	-	-	1,19	1,19	2,49	1,79	2,18	-	-	-	-	4,55

Наиболее часто грозовая деятельность вблизи аэродрома в 2020 году возникала в 14 (13,10%), 12 (10,71%) и 15 (10,71%) часов. Вообще не наблюдалась возникновение гроз в 03 и 06 часов. В целом, можно сказать, что грозовая деятельность наблюдалась в дневные часы чаще, чем в ночные.

Подобная таблица была составлена по повторяемости гроз на аэродроме. На аэродроме наиболее часто в 2020 году возникновение гроз наблюдалось в 12 (19,35%) и 13 (16,13%) часов. Вообще не наблюдалось возникновения гроз в промежутки времени 4 – 6 часов, 16 – 18 часов и 20 – 23 часа.

Наибольшее количество гроз как на аэродроме, так и вблизи него, отмечалось в летние месяцы.

Для оценки общей, средней и максимальной продолжительности гроз на аэродроме «Гагарин» в 2020 году были составлены таблицы продолжительности гроз вблизи аэродрома (таблица 3)

Общая продолжительность гроз вблизи аэродрома за 2020 год составила 39 часов 32 минуты. Максимальная продолжительность грозы – 7 часов 30 минут. Чаще наблюдались небольшие по продолжительности грозы (≤ 30 минут).

Таблица 3 – Продолжительность гроз вблизи аэродрома [составлено автором]

Месяцы	Продолжительность, ч				Всего случаев, %	Общая продолж.	Средняя продолж.	Максим. продолж.
	$\leq 0,5$	от 0,5 до 1	от 1 до 2	≥ 2				
I	-	-	-	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-	-	-	-
III	-	-	-	-	-	-	-	-
IV	2	-	-	-	2	3мин	3мин	3мин
V	2	-	-	2	4	3ч	1ч30мин	2ч30мин

VI	34	4	2	6	46	23ч34мин	1ч2мин	7ч30мин
VII	30	2	2	-	34	8ч10мин	29мин	1ч12мин
VIII	12	-	-	2	14	4ч45мин	41мин	2ч15мин
IX	-	-	-	-	-	-	-	-
X	-	-	-	-	-	-	-	-
XI	-	-	-	-	-	-	-	-
XII	-	-	-	-	-	-	-	-
год	80	6	4	10	100	39ч32мин	48мин	7ч30мин

Подобная таблица была составлена по продолжительности гроз на аэродроме. Общая продолжительность гроз на аэродроме за 2020 год составила 10 часов 50 минут. Грозы продолжительностью более 2 часов не наблюдались, максимальная продолжительность – 1 час 52 минуты. Также чаще наблюдались непродолжительные грозы. Примерно одинаковое количество гроз наблюдалось в июне и в июле. Минимальное количество – в мае.

Кроме продолжительности и повторяемости также был проведен анализ приземных синоптических карт на предмет синоптических ситуаций, при которых отмечается грозовая деятельность.

Гроза наблюдалась 21 июня с 9 до 14 часов с перерывами. В 00 часов 21 июня (в соответствии с рисунком 1) Саратов находился в области барической ложбины, с юга приближался теплый фронт, с которым и была связана грозовая деятельность в этот день.

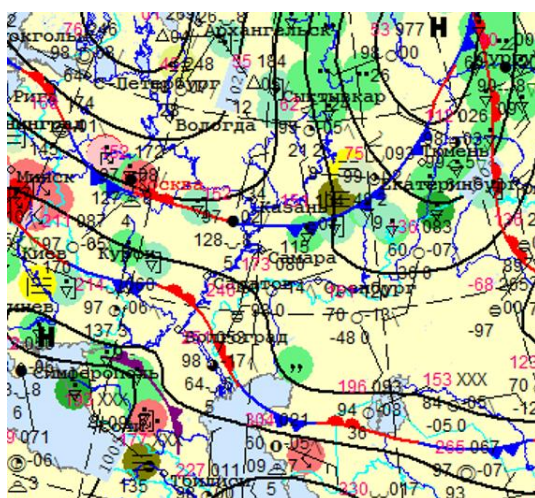


Рисунок 1 – Карта за 00 часов 21.06.2020

Гроза наблюдалась 12 июля с 17 до 18:30 часов. В 00 часов 12 июля (в соответствии с рисунком 2) Саратов располагался в малоградиентном поле повышенного давления. Фронтальные разделы влияния не оказывали. Соответственно, гроза была внутримассового характера.

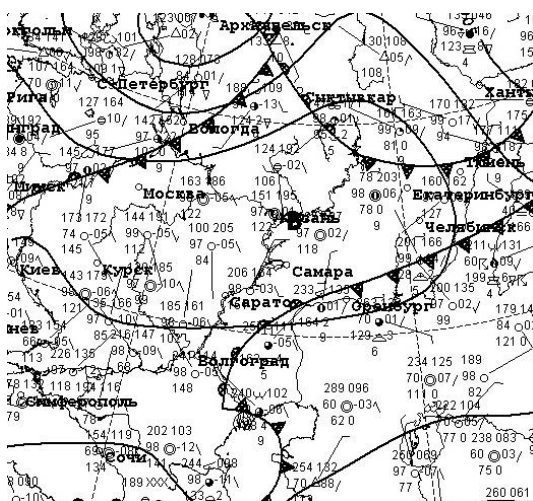


Рисунок 2 – Карта за 00 часов 12.07.2020

Из 26 случаев грозовой деятельности 10 (38,5%) были связаны с прохождением через Саратов холодного фронта, 5 (19,2%) – с прохождением теплого фронта, 2 (7,7%) – с фронтом окклюзии и 9 (34,6%) случаев грозы внутримассового характера.

Анализ случаев грозовой деятельности на аэродроме «Гагарин» за 2021 год. В 2021 году грозовая деятельность отмечалась с апреля по сентябрь. Всего было отмечено 36 дней с грозой, из которых 13 случаев грозы только вблизи аэродрома, 1 случай – только на аэродроме и 22 случая грозы и на аэродроме, и вблизи него. В целом, грозы вблизи аэродрома отмечаются чаще, чем на аэродроме.

Для определения времени, в которое наиболее часто наблюдалось возникновение грозовой деятельности, были составлены таблицы повторяемости гроз вблизи аэродрома и на аэродроме по часам за 2021 год.

Наиболее часто грозовая деятельность вблизи аэродрома в 2021 году возникала в 9 (10,66%), 10 (11,48%) и 11 (11,48%) часов. Вообще не отмечалось

возникновение грозовой деятельности в 2 часа. Наибольшая повторяемость возникновения гроз вблизи аэродрома отмечалась в июне.

На аэродроме наиболее часто в 2021 году возникновение грозы наблюдалась в 9 часов (10,78%), достаточно часто в 8 (9,24%), 11 (9,24%), 15 (9,24%) часов. Вообще не наблюдалось возникновения гроз в промежутки времени 2 – 3 часа и в 23 часа. Наибольшая повторяемость приходится на июль.

Для оценки общей, средней и максимальной продолжительности гроз на аэродроме «Гагарин» в 2021 году были составлены таблицы продолжительности гроз вблизи аэродрома и на аэродроме.

Общая продолжительность гроз вблизи аэродрома за 2021 год составила 55 часов 51 минута. Максимальная продолжительность грозы вблизи – 7 часов. Чаще наблюдались небольшие по продолжительности грозы (≤ 30 минут). Грозы продолжительностью более 2 часов наблюдались в июне и в июле. На июнь приходятся самые большие значения общей (28 ч 41 мин), средней (1 ч 4 мин) и максимальной (7 ч) продолжительности гроз вблизи аэродрома.

Общая продолжительность гроз на аэродроме за 2021 год составила 19 часов 8 минут. Максимальная продолжительность (2 ч 17 мин) наблюдалась в июне, наибольшее значения общей (8 ч 25 мин) продолжительности – в июле, а наибольшее значение средней (41 мин 20 сек) продолжительности – в августе. Грозы продолжительностью более 2 часов также наблюдались в июне и в июле.

Кроме продолжительности и повторяемости также был проведен анализ приземных синоптических карт на предмет синоптических ситуаций, при которых отмечается возникновение грозовой деятельности.

Из 36 случаев, в которые отмечалась гроза, 4 (11,1%) были связаны с прохождением через Саратов теплого фронта, 15 (41,7%) – с прохождением холодного фронта, 6 (16,7%) – с фронтом окклюзии и 11 (30,6%) имели внутримассовый характер.

Оценка данных о грозовой деятельности за 2020 – 2021 гг. За два исследуемых года было отмечено 62 дня, в которые наблюдалась грозовая

деятельность. Больше дней с грозой отмечено в 2021 году (36 дней), меньше – в 2020 году (26 дней). Большая часть случаев приходится на фронтальные грозы, а именно грозы на холодном фронте – 25 случая (40,3%). Внутримассовые грозы вторые по повторяемости – наблюдались в 20 случаях (32,3%). Грозы на теплом фронте отмечались в 9 случаях (14,5%). Меньше всего случаев у фронтальных гроз, связанных с прохождением фронта окклюзии – 8 случаев (12,9%).

Для определения времени, в которое наиболее часто наблюдалось возникновение грозовой деятельности, была составлена таблица средней повторяемости гроз вблизи аэродрома (таблица 4) по часам за 2020 – 2021 гг.

Таблица 4 – Средняя за 2020-2021 гг. повторяемость гроз вблизи аэродрома (в %) [составлено автором]

Время UTC, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
0	-	-	-	-	-	1,01	1,42	-	-	-	-	-	2,42
1	-	-	-	-	-	0,60	1,01	-	-	-	-	-	1,60
2	-	-	-	-	-	0,60	1,19	-	-	-	-	-	1,79
3	-	-	-	-	-	0,60	0,41	0,60	-	-	-	-	1,60
4	-	-	-	-	-	-	0,82	-	-	-	-	-	0,82
5	-	-	-	-	-	0,60	0,82	-	-	-	-	-	1,42
6	-	-	-	-	-	-	0,41	-	0,41	-	-	-	0,82
7	-	-	-	-	0,41	2,01	-	-	-	-	-	-	2,42
8	-	-	-	-	-	2,83	0,41	-	-	-	-	-	3,24
9	-	-	-	0,41	-	4,84	1,64	0,82	-	-	-	-	7,71
10	-	-	-	-	-	3,06	3,47	0,41	-	-	-	-	6,93
11	-	-	-	-	-	3,65	3,06	2,01	-	-	-	-	8,72
12	-	-	-	0,60	-	5,25	2,42	1,60	-	-	-	-	9,87
13	-	-	-	-	-	4,43	3,84	1,01	-	-	-	-	9,28
14	-	-	-	-	1,01	4,02	3,43	2,20	-	-	-	-	10,66
15	-	-	-	-	1,01	3,20	1,60	2,42	0,41	-	-	-	8,64
16	-	-	-	-	1,01	2,79	0,60	0,82	-	-	-	-	5,21
17	-	-	-	-	1,42	2,61	0,60	0,41	-	-	-	-	5,03
18	-	-	-	-	0,60	1,01	0,60	-	-	-	-	-	2,20
19	-	-	-	-	-	1,42	0,41	-	0,41	-	-	-	2,24
20	-	-	-	-	-	1,60	0,82	-	-	-	-	-	2,42
21	-	-	-	-	-	1,01	1,42	-	-	-	-	-	2,42
22	-	-	-	-	-	1,01	-	-	-	-	-	-	1,01
23	-	-	-	-	-	1,01	1,01	-	-	-	-	-	2,01
среднее значение	-	-	-	0,50	0,91	2,23	1,43	1,23	0,41	-	-	-	

Наиболее часто грозы вблизи аэродрома в 2020 – 2021 гг. возникали в дневное время, а именно с 12 до 14 часов (29,8% случаев). Наименьшая повторяемость возникновения гроз в утренние часы: в 4 (0,82%) и 6 (0,82%) часов. В июне не наблюдалось гроз вблизи аэродрома только в 4 и 6 часов, в июле – в 7 и 22 часа.

Подобная таблица была составлена по повторяемости гроз на аэродроме. Наибольшая повторяемость гроз на аэродроме в 2020 – 2021 гг. наблюдалась с 12 до 13 часов (24,7% случаев). Наименьшая повторяемость – в промежутки 4 – 6 (0,77%), 21 – 22 (0,77%) часов. Вообще не наблюдалось гроз на аэродроме в 23 часа.

Для оценки продолжительности гроз на аэродроме «Гагарин» была составлена таблица средней за 2020 – 2021 гг. продолжительности гроз вблизи аэродрома (таблица 5).

Таблица 5 – Средняя за 2020 – 2021 гг. продолжительность гроз вблизи аэродрома [составлено автором]

Месяцы	Продолжительность, ч				Всего случаев, %	Общая продолж.	Средняя продолж.	Максим. продолж.
	≤0.5	от 0,5 до 1	от 1 до 2	≥2				
I	-	-	-	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-	-	-	-
III	-	-	-	-	-	-	-	-
IV	1,64	-	-	-	1,64	19мин	9мин30сек	16мин
V	2,90	-	0,64	1,00	4,54	5ч46мин	1ч6мин	2ч30мин
VI	27,76	4,53	2,27	5,53	40,09	52ч15мин	1ч3мин	7ч30мин
VII	33,99	2,27	1,00	1,27	38,52	26ч17мин	30мин30сек	2ч
VIII	10,43	1,90	-	1,00	13,33	9ч21мин	34мин15сек	2ч15мин
IX	1,90	-	-	-	1,90	1ч25мин	14мин10сек	30мин
X	-	-	-	-	-	-	-	-
XI	-	-	-	-	-	-	-	-
XII	-	-	-	-	-	-	-	-
год	78,61	8,70	3,90	8,80	100,00	95ч23мин	45мин15сек	7ч30мин

Общая продолжительность гроз вблизи аэродрома за 2020 – 2021 гг. составила 95 часов 23 минуты. Максимальная продолжительность грозы – 7 часов 30 минут. Чаще наблюдались небольшие по продолжительности грозы

(≤30 минут). На июнь приходятся самые большие значения общей (52 ч 15 мин), средней (1 ч 3 мин) и максимальной (7 ч 30 мин) продолжительности.

Подобная таблица была составлена по продолжительности на аэродроме. Общая продолжительность гроз на аэродроме за 2020 – 2021 гг. составила 29 часов 58 минут. Максимальная продолжительность – 2 ч 17 мин. Грозы продолжительностью более 2 часов наблюдались в июне и в июле. Наибольшее значение средней продолжительности (45 мин 10 сек) приходится на август, хотя в августе всего 10,5% из всей продолжительности. Это говорит о том, что в этом месяце гроз мало, но они более продолжительны.

Также можно сделать вывод, что грозы вблизи аэродрома отмечаются более чем в три раза чаще, чем грозы на аэродроме.

Заключение. В общем за 2020-2021 годы в Аэропорту «Гагарин» отмечалось 62 дня, в которые наблюдалась грозовая деятельность. Самая ранняя гроза отмечалась 24 апреля, самая поздняя – 14 сентября. Наиболее часто гроза наблюдалась в промежуток с 12 до 14 часов. Максимальная продолжительность грозы за весь период составила 7 часов 30 минут. Самым «грозовым» месяцем является июнь. Чаще всего грозовая деятельность была связана с прохождением холодного фронта, реже всего – с фронтом окклюзии. Внутримассовые грозы практически во всех случаях являлись конвективными. Орографических гроз в «Гагарине» наблюдаться не может.

Наиболее часто грозовая деятельность наблюдалась на фоне низкого давления (периферия циклона), достаточно часто – в области малоградиентного поля, реже – на периферии антициклона, дважды гроза наблюдалась в условиях деформационного поля.