

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

Кафедра метеорологии и климатологии

**Анализ случаев возникновения низкой облачности на аэродроме
«Гагарин»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента _____ 4 _____ курса _____ 411 группы _____
направления _____ 05.03.05 Прикладная гидрометеорология _____
_____ географического факультета _____
_____ Назарова Владислава Сергеевича _____

Научный руководитель

к.г.н., доцент

М.Ю. Червяков

Зав. кафедрой

к.г.н., доцент

М.Ю. Червяков

Саратов 2024

Введение. Распределение облачности, ее годовой и суточный ход, повторяемость различных высот ее нижней границы все еще остаются изучены не в полной мере. С другой стороны, данные о низкой облачности и ее характеристиках необходимы для изучения и моделирования процессов пограничного слоя, для проверки численных моделей, а также для предоставления метеорологической информации авиации и разработки методов прогнозирования авиационной погоды.

Выполнение взлета, полета, посадки, пилотирования самолетов и вертолетов затруднено при низкой облачности. Высота облачности – это довольно сложное метеорологическое условие погоды, прямо или косвенно влияющее на полеты и посадку самолетов.

В данной курсовой рассматривались случаи возникновения облачности с высотой нижней границы ниже 200 метров на территории аэродрома «Гагарин». Выявлялись сложные условия различной степени по низкой облачности, а также определялась повторяемость этих параметров погоды, затрудняющих или исключающих взлет и посадку самолетов на аэродроме «Гагарин».

Актуальность исследования обусловлена тем, что нижняя граница высоты облачности является важным комплексным метеорологическим элементом, и ее прогноз и оценка имеет огромное значение при обеспечении безопасности полетов, особенно при взлете и посадке воздушного судна на аэродроме «Гагарин».

Объект исследования – случаи возникновения низкой облачности на аэродроме «Гагарин» в период 2019-2023 гг.

Предмет исследования:

Закономерности формирования и влияние низкой облачности на безопасность и регулярность полетов.

Цель данной работы – провести анализ высоты нижней границы облачности период 2019-2023 гг. для повышения эффективности метеорологического обеспечения полетов на аэродроме «Гагарин».

Определены следующие задачи:

- Собрать и систематизировать данные о случаях низкой облачности (с высотой нижней границы ниже 200 м) на аэродроме «Гагарин» за период 2019-2023 гг.

- Проанализировать изменение высоты нижней границы облачности по определенным градациям.

- Исследовать взаимосвязь между возникновением низкой облачности и метеорологическими параметрами, такими как скорость и направление ветра, видимость и т.д.

Методы исследования:

- Анализ синоптических карт и данных метеорологических наблюдений.
- Статистические методы обработки данных.
- Моделирование метеорологических условий

Научная новизна:

В работе впервые будет проведен комплексный анализ случаев возникновения низкой облачности на аэродроме «Гагарин» в период 2019-2023 гг. с использованием современных методов метеорологических исследований.

Практическая значимость:

Результаты исследования будут использованы для повышения безопасности полетов в условиях низкой облачности на аэродроме "Гагарин".

Основное содержание работы. Облако – видимое скопление взвешенных в атмосфере продуктов конденсации и/или сублимации водяного пара, т.е. капель воды и/или кристаллов льда на некоторой высоте от поверхности земли. Характеристикой облака является его водность.

Главной причиной образования облаков является адиабатическое понижение температуры в поднимающемся влажном воздухе. В зависимости от вида восходящего движения, в результате конденсации и сублимации водяного пара, образуются облака различных форм с различными физическими характеристиками (микроструктурой, водностью). Восходящие движения, в зависимости от причин образования, подразделяются на следующие виды: конвекция (термическая, вынужденная и орографическая), восходящее скольжение, динамическая турбулентность и волновые движения [1].

В зависимости от условий образования все облака подразделяются на 3 класса: волнистообразные, слоистообразные и кучевообразные.

Влияние низкой облачности на полеты. Уровень развития современной авиации позволяет в настоящее время выполнять полеты в облаках, за облаками, под облаками, в туманах и т.д.

Сложность пилотирования самолета в облаках или при плохой видимости заключается в том, что, во-первых, отсутствует визуальная ориентировка и ухудшаются условия видимости из кабины самолета. Во-вторых, пилотирование можно выполнять только по приборам. В-третьих, при полете в облаках или зоне плохой видимости чаще, чем при полете вне облаков, возникает или сильная турбулентность, или обледенение воздушных судов, или другие опасные явления погоды, а также возможны миражи и цветные дымки, которые очень затрудняют полет [15].

Облака представляют собой своеобразное лицо погоды и являются свойственным определенной погоде метеорологическим элементом, наблюдение за которым позволяет командиру воздушного судна верно

оценивать метеорологическую обстановку в воздухе, осмысливать состояние атмосферы и делать вывод об ожидаемой погоде на ближайшее время.

Несмотря на развитие авиационной техники и оснащение самолетов и аэродромов современными приборами и оборудованием, облака и туманы по сей день остаются явлениями, которые в наибольшей степени влияют на взлет, посадку и полет самолета, на деятельность авиации в целом. Проводить полет в облаках значительно сложнее, чем вне облаков, вследствие:

- 1) сильного ухудшения видимости;
- 2) наличия обледенения (при отрицательных температурах);
- 3) более сильно развитого турбулентного обмена, вызывающего болтанку самолетов.

Для гарантированности безопасности полетов в авиации установлены минимумы погоды. Они определяются высотой нижней границей облаков и видимостью, на которую оказывают влияние все виды осадков и туманов [16].

Итоги исследования случаев наблюдения облачности с нижней границей 200 м и менее. Для анализа случаев наблюдения облачности с нижней границей 200 м и ниже на аэродроме «Гагарин» использовались данные метеорологических наблюдений за период с 2019 по 2023 годы. Данные включали в себя информацию о времени наблюдения, типе и количестве облаков, нижней границе облаков, скорости и направлении ветра, и других метеорологических параметров.

Для каждого случая были построены таблицы, которые позволили определить устойчивость атмосферы.

Таблица 1 – Все случаи низкой облачности за 2019-2023 г. (составлено автором)

День	Месяц												Всего
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	35	25						19		9	45	115	248
2	6	88	17			6		1	3	10	10	31	172
3	25	68	67	6					20	37		62	285

4		43	19	1		12				79		20	174	
5	21	26	7			12				1	23	34	124	
6	69	6	1	3		32					14	34	159	
7	34	9	10		9	26					58	45	191	
8	57		14		23	19					12	116	241	
9	86	57	3	70	6	1			8	18		95	344	
10		15	29	33							18	3	98	
11	19	28	1	16	34					18	73	50	239	
12	7	74	30	9	11	1				5	33	11	181	
13	5	26	4		6						1	41	83	
14	7		17	22			3			11	19	46	129	
15	9	9				3				15	17	46	162	
16		6								38	8	11	113	
17	19	19	5							29		58	167	
18	21	29	27							4		29	191	
19	3	33										35	12	83
20	59	6	23	6								62	1	157
21	32		10	25						14	13	22	42	158
22	38	38	44	24			6			4		1	5	160
23	32	52	31	13	5	1				9		27	47	217
24		23	33	10						13	25	44	43	191
25	24	24		10						27	25	67	16	193
26	54	73		3						20	31	38	72	291
27	33	16									81	22	14	166
28	19		17								106	69	6	217
29	92		12			1				4	7	54	69	239
30	11		8			15				3	17	115	43	212
31	83		67								15		46	211
Всего	900	793	496	251	94	12 9	9	20	222	541	103 3	130 8	5796	

На таблице 1 видно, что за 2019-2023 год было 5796 случаев возникновения НГО. Чаще всего возникновение НГО происходило в декабре (1308), реже всего возникновение НГО было в июле (9).

Таблица 2 – Повторяемость непрерывной продолжительности облачности с нижней границей менее 200 м за 2019-2023 г. (составлено автором)

Месяцы	Продолжительность, ч					Всего случаев	Общая продолж.	Средняя продолж.	Максим. продолж.
	=<1	1-3	3-6	6-12	12-18				
I	255	645	0	0	0	900	1731 час.	1 час. 55 мин.	3 час.
II	163	630	0	1	0	794	1665 час. 30 мин.	2 час.	10 час. 30 мин.
III	128	365	1	0	0	494	984 час.	1 час. 59 мин.	5 час. 30 мин.
IV	99	153	0	0	0	252	440 час.	1 час. 45 мин.	3 час.
V	20	74	0	0	0	94	201 час. 30 мин.	2 час. 9 мин.	3 час.
VI	49	80				129	215 час. 30 мин.	1 час. 40 мин.	3 час.
VII	2	7				9	19 час. 30 мин.	2 час. 10 мин.	3 час.
VIII		20				20	53 час.	2 час. 39 мин.	3 час.
IX	72	150			1	223	429 час.	1 час. 55 мин.	17 час.
X	154	386				540	1061 час.	1 час. 58 мин.	3 час.
XI	286	745		1		1032	2046 час.	1 час. 59 мин.	10 час. 30 мин.
XII	185	1123				1308	2712 час. 30 мин.	2 час. 4 мин.	3 час.
Всего	1413	4378	1	2	1	5796	11558 час. 30 мин.	2 час.	17 час.

В таблице 2 видно, что в период за 2019-2023 год было всего 5796 случаев возникновения НГО, которое длилось 11558 часов 30 минут, средняя продолжительность была 2 часа, максимальная продолжительность была 17 часов.

Таблица 3 – Повторяемость низкой облачности при различных направлениях и скорости ветра за 2019-2023 г. (в %) (составлено автором)

Направление ветра, °	Скорость ветра, м/с								всего
	0-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	
350-010	402	48	15	2					467
020-040	55	68	22	19	3	1			168
050-070	110	130	63	24	11	14	2		354
080-100	261	503	276	80	9				1129
110-130	199	523	395	106	11	2		3	1239
140-160	124	345	207	70	6				752
170-190	81	198	147	78	29	4			537
200-220	29	16	14	5					64
230-250	48	29	10	7					94
260-280	139	131	44	9	1				324
290-310	185	134	17	3	1	4	1		345
320-340	60	46	3		1		4		114
переменное	209								209
Всего	1902	2162	1213	403	72	25	7	3	5796

В таблице 3 видно, что было всего 5796 случаев, чаще всего НГО наблюдалась при скорости ветра от 3 до 4 м/с, с направлением 110-130°, меньше всего НГО наблюдалась при скорости ветра 15-16 м/с, с направлением ветра 110-130°. НГО реже было замечено при скорости ветра >11 м/с. Реже всего НГО наблюдалось при направлении ветра в 200-220°

Таблица 4 – Повторяемость высоты НГО за 2019-2023 г. (в %) (составлено автором)

Нижняя граница облачности							
месяцы	<60 м	≥60	≥90	≥120	≥150	≥180	Всего
		<90 м	<120 м	<150 м	<180 м	<200 м	
II	29	134	91	162	169	208	793
III	17	113	77	74	96	118	495
IV	15	84	44	29	32	48	252
V	1	19	8	20	16	30	94
VI	24	25	18	25	19	17	128
VII		2	2		1	4	9
VIII			1	2	7	10	20
IX	12	60	38	32	32	49	223
X	35	119	67	74	118	127	540
XI	70	217	99	194	217	235	1032
XII	18	166	222	351	295	255	1307
Всего	263	1151	818	1087	1175	1298	5796

Из данной таблицы можно сделать вывод:

Общее количество наблюдений за весь год составляет 5796, с наибольшим количеством наблюдений в декабре (1307). Так же можно увидеть, что чаще всего НГО была на высоте 180 метров (1298).

Таблица 5– Повторяемость высоты НГО при различной видимости за 2019-2023 г. (составлено автором)

Видимость, м	Высота НГО						Всего
	30	60	90	120	150	180	
Менее 100	10	1	1				12
100-300	70	154	9	1	2		236
300-500	28	135	11	3	1	1	179
500-1000	52	191	37	27	23	18	348
1000-2000	48	219	87	50	94	93	591
2000-6000	39	336	426	393	351	305	1850

Более 6000	20	115	247	613	704	882	2581
Всего	267	1151	818	1087	1175	1299	5796

При анализе таблицы 5 выясняется, что при увеличении видимости увеличивается повторяемость высоты НГО так наибольшая повторяемость наблюдается при видимости более 6000 метров (2581), а наименьшая повторяемость при видимости менее 100 метров (12).

Заключение. В данной работе был проведен всесторонний анализ случаев возникновения низкой облачности на аэродроме «Гагарин». Основной целью исследования было анализ высоты нижней границы облачности за период 2019-2023 гг. для повышения эффективности метеорологического обеспечения полетов на аэродроме «Гагарин».

Анализ случаев возникновения низкой облачности на аэродроме «Гагарин» за период 2019-2023 гг. позволил установить следующие закономерности:

Частота возникновения низкой облачности: Было установлено, что наиболее частыми периодами возникновения низкой облачности являются осенние и зимние месяцы. В эти сезоны наблюдается наибольшее количество дней с низкой облачностью, что связано с особенностями климатических условий региона.

Временные закономерности: Было выявлено, что низкая облачность чаще всего образуется в утренние и ночные часы, что связано с ночным охлаждением поверхности земли и последующим конденсационным процессом.

Влияние ветрового режима: Направление и скорость ветра также влияют на частоту и продолжительность случаев низкой облачности. Восточные и северо-восточные ветры способствуют более частому образованию низкой облачности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Астапенко, П.Д. Авиационная метеорология - М. Транспорт 1985г.
2. Баранов А. М. Облака и безопасность полетов Л. Гидрометеиздат 1983г. с.100
3. Баранов А. М. Солонин С.В. Авиационная метеорология Л. Г. гидрометеиздат 1981г.
4. Баранов, А.М., Лещенко, Г.П. Белоусова, Л.Ю. Авиационная метеорология и метеорологическое обеспечение полетов «Транспорт» Москва 1993
5. Беспалов, Д.П., Девяткин, А.М., Довгалюк, Ю.А. и др. Атлас облаков – СПб.: Гидрометеиздат, 2006.
6. Биркина З. М. Учебное пособие по авиационной метеорологии. 1996г.
7. Воронина Л.И. Ярошевич Л.В. Практическое применение современной метеорологической информации на международных воздушных линиях М-1999 АО «ЭКОС»
8. Глазунов В.Г. Типичные авиационные происшествия (АП), связанные с условиями погоды. Москва 2004
9. Ермакова А. И. Особенности анализа и оценки метеорологических условий для обеспечения безопасности полетов на международных воздушных линиях Л. Гидрометиздат 1987г.
10. Заболотников Г.В. Влияние облачности и видимости на деятельность авиации: метод. Пособие / Заболотников Г.В.; РГГМУ. – Санкт-Петербург, 2006. – С.28
11. Зак, М. Е., Мазурин, И. А. Метеорологические условия полетов летательных аппаратов М. Транспорт 1978г.
12. Как добраться // Сайт «СарАэро-Инвест». [Электронный ресурс] URL: <https://terkv.ru/gazeta-kazachij-terek/> (дата обращения 17.05. 2024).
13. Матвеев. Л.Т. Курс общей метеорологии – Физика атмосферы. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984.
14. Метеорологическое обеспечение международной аэронавигации. Приложение 3 к Конвенции о международной гражданской авиации. Издание пятнадцатое. Июль 2004
15. Полякова Л.С., Кашарин Д.В. Метеорология и климатология Издательство: Новочеркасск: НГМА, 2004, 107 с.

16. Пчелко И.Г. Авиационная метеорология Л.Гидрометеоиздат 1963г.
17. Сторм Данлоп Атлас погоды: Атмосферные явления и прогнозы [пер. с англ. Курдыбайло, Д.]. - Спб.: Амфора. ТИД Амфора, 2010. - 191 с.: ил. - (Серия "Амфора - Атлас").
18. Хромов, С.П., Петросянц, М.А. Метеорология и климатология: учебник. - 7-е изд. / - М.: Изд-во Моск. Ун-та: Наука, 2006. - 582 с.: илл. - (Классический университетский учебник).
19. Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н., Ветрова Е.И., Иванова А.Р., Желнин А.А. Повторяемость низкой облачности на европейской территории бывшего СССР по данным наблюдений на аэродромах // Труды Гидрометцентра России. – 2012. – Вып. 348 19.
20. Шишкин Н. С. Облака, осадки и грозовое электричество. Гостехиздат, М., –1954. –280 С. 20.
21. Аэропорт Гагарин / [Электронный ресурс]: [сайт] – URL: <https://gsv.aero/> (дата обращения 30.04.2022). Загл. С экрана. – Рус.яз
22. Карта аэропорта «Гагарин» / [Электронный ресурс]: [сайт] – URL: https://yandex.ru/maps/?l=sat&ll=46.186620%2C51.710221&utm_source=main_stripe_big&z=14 (дата обращения 05.05.2024). Загл. с экрана. – Рус.яз.