

ISSN 1563-0234  
ИНДЕКС 75868; 25868

ӘЛ-ФАРАБИ Атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

# КазҰУ ХАБАРШЫСЫ

ГЕОГРАФИЯ СЕРИЯСЫ

---

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

# ВЕСТНИК КазНУ

СЕРИЯ ГЕОГРАФИЯ

---

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

# KazNU BULLETIN

GEOGRAPHY SERIES

№2 (35)

Алматы  
"Қазақ университеті"  
2012

## МАЗМУНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

### 1-бөлім ФИЗИКАЛЫҚ, ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК ГЕОГРАФИЯ

### Раздел 1 ФИЗИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ

<i>Г.Н. Нұсупова, А.М. Катимурзина</i> Использование системно-динамической программы Powersim для построения модели показателей населения ..... 3
<i>Р.Т. Бексемитова, А.М. Жұмайдулова</i> Экологикалық-геоморфологиялық ортандык антропогендік күрүші факторы (Орталық, Қазақстан мысалында) ..... 8
<i>А.М. Сергеева, А.С. Снасатина</i> Монокола ретінде Хромтау каласының алеуметтік-экономикалық, заму бағыттары мен заңдылықтары ..... 12
<i>Д. Шокирова</i> Ландшафттық, карталардың кұрастырудагы және технологиясын іс-жүзінде колдану ..... 17

### 2-бөлім МЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ГІДРОЛОГИЯ

### Раздел 2 МЕТЕОРОЛОГИЯ И ГИДРОЛОГИЯ

<i>К.Г. Макаревич, С.Е. Полякова, А.Ю. Смирнова</i> Исследование современного состояния ледника Туксусу ..... 24
<i>Г.К. Тұрутіна, А.А. Останова</i> Низкие температуры воздуха зимой на западе Казахстана ..... 36
<i>С.Е. Полякова, Е.А. Таланов</i> Климатические и энергетические показатели процесса опустынивания для Казахстана ..... 45
<i>М.М. Молдасметов, Л.К. Махмудова, А.К. Мусина</i> Жетісу Алатауында жүріш еткен сел тасқындарын ретроспективальық түркіздін талдау ..... 54
<i>С.Е. Полякова, А.Н. Барабошина</i> Метеорологические условия образования туманов в аэропорту города Алматы и их влияние на работу авиации ..... 59

### 3-бөлім ГЕОЭКОЛОГИЯ

### Раздел 3 ГЕОЭКОЛОГИЯ

<i>Р.Ш. Абдиев, С.С. Нұржин, Р. Сильвестри</i> Природоохранные мероприятия при эксплуатации полигонов твердых бытовых отходов Казахстана ..... 72
---

УДК 551.575

\*С.Е. Полякова, А.Н. Барабошина  
 Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы  
 \*E-mail: svetlana.polyakova@kaznu.kz

**Метеорологические условия образования туманов в аэропорту города Алматы и их влияние на работу авиации**

В данной статье рассмотрены метеорологические характеристики возникновения туманов на аэродроме города Алматы за периоды 1998-2007, 2010-2012 гг. Рассчитаны статистические показатели туманов, а также повторяемость метеорологических величин (относительной влажности, температуры воздуха, направления и скорости ветров) при туманах. Проанализированы данные о повторяемости и продолжительности туманов, даты первых и последних туманов. Выбраны частные случаи наиболее продолжительных непрерывных туманов и проанализированы карты приземного анализа и АТ-500. Для рассмотрения режима аэропорта Алматы в сложных метеорологических условиях изучены данные о прерванных рейсах пассажирских воздушных судов в аэропорту в результате неблагоприятных явлений погоды за 2008-2012 гг. Сделан вывод о влиянии туманов на режим аэропорта Алматы.

**Ключевые слова:** туман, повторяемость, метеорологические условия, аэропорт Алматы, ограниченная видимость.

S. E. Polyakova, A.N. Baraboshina

**Weather conditions of fog at the airport in Almaty and their impact on aviation**

This article describes the meteorological characteristics of fog at the airport in Almaty for the periods 1998-2007, 2010-2012. Calculated statistics mists, as well as repeatability of meteorological variables (relative humidity, air temperature, wind speed and direction) in the mists. The data on the frequency and duration of fog, the first and last dates of the fog. Selected special cases the longest continuous fog and analyzed maps of surface analysis and AT-500. For consideration regime Almaty airport in bad weather conditions examined data on the interrupted flights passenger aircraft at the airport as a result of adverse weather in 2008-2012. It is concluded that the impact on the fog mode Almaty airport.

**Keywords:** fog, repeatability, weather conditions , airport Almaty, limited visibility.

С.Е. Полякова, А.Н. Барабошина

**Алматы каласының азияттық миңнедір тұмандарының пайдада болуының метеорологикалық жағдайы мен олардың авиация жүмыстарына тәғамзарлар**

1998-2007 ж. Алматы каласы аэроромындағы тұмандардың пайдада болуының метеорологикалық сипатташылары көрсетілген. Статистикалық машифтер бойынша тұмандардың метеорологикалық шамалардың қыталаңушылығы (салыстырмалы ылғалдылық, ауа температурасы, жағдай жылданың жылдық, жүрісі, тұмандар көзіндегі жөн ерінгі графикалар тұрғызылып, спектралы, алғашы және соңғы тұмандар дағысы анықталды. Тұмандардың қыталаңушылығы, көзіндегі арнайы жағдай тәнділік және жер беті картасы талдауды. 2008-2012 жылдар арасында болған ауа-райымынан колайсыздығынан байланыста ауеклидига рейстардың пұстьыруларының себептері көрсетілген.

**Тұмандардың сөздөрі:** тұман, қыталаңушылық, метеорологиялық жағдай, Алматы азияттық, шарталын көрініс.

Туманы как опасные для авиации явления погоды во многих местах, в том числе и в Алматы, наносят наибольший ущерб авиапредприятиям. Они – наиболее частая причина нарушений регулярности полетов. Поэтому изучение особенностей образования туманов как основной причины, приводящей к значительному ограничению дальности видимости, в том или ином районе, где имеют место аэроромы, явля-

ется актуальным вопросом в метеорологическом обеспечении авиации.

Современный международный аэропорт гражданской авиации Алматы, расположенный на северо-восточной окраине города, на высоте 681,12 м над уровнем моря. Хребет Илейского Алатау опоясывает окрестности аэропорта полукольцом с юго-юго-запада, юга и юго-юго-востока. Режим работы – круглосуточный.

До сентября 2008 г. на аэродроме взлет и посадка производились с одной полосы. С сентября 2008 г. на аэродроме введена в эксплуатацию вторая взлётно-посадочная полоса длиной 4500 м. Воздушное пространство района аэропорта охватывает радиус в 100 км от КТА и до высоты 6000 м над уровнем моря. Оборудование, установленное на АМЦ Алматы, соответствует самым последним требованиям международных стандартов и позволяет производить посадку воздушных судов по минимумам 2 и 3А категорий ИКАО. Минимум для посадки по 3А категориям: высота облаков 15 м, видимость ВПП – 200 м. Аэродром Алматы работает минимум по двум категориям (метеоминимум второй категории – высота принятия решения от 60 до 30 м, дальность видимости на взлётно-посадочной полосе (ВПП) от 800 до 400 м), но характер местных синоптических процессов и орографические особенности аэродрома благоприятствуют образованию настолько густых туманов, что и взлет, и посадка всех типов самолетов полностью исключается [1, 2].

Изучением особенностей образования туманов на аэродроме Алматы и разработкой методики их прогноза занимались М.И. Кулабухова, Т.А. Есеркепова, И.П. Гуминская, Н.А. Калло, Р.С. Голубов, К.А. Кан и др. [3-12].

Целью исследования является изучение

условий образования туманов в аэропорту города Алматы и их влияние на режим аэропорта.

Для изучения метеорологических условий, способствующих образованию тумана на аэродроме Алматы, были использованы данные за период с 1998 по 2007 гг., а также сводки фактической погоды METAR по срокам (каждые полчаса) за период 2010-2012 гг. Кроме того, для анализа использовались материалы многолетних данных из климатических справочников [13] и данные аэропорта за период 1982-1991 гг. Сделан расчет количества дней с туманами, их повторяемости и выявлена связь с метеорологическими параметрами.

За рассматриваемый период было подсчитано число дней с туманами. Наименьшее число дней с туманами наблюдалось в 2001, 2002, 2005 гг. (63, 64, 62 дня, соответственно), а наибольшее – в 1998, 2010 и 2012 гг. (105, 94, 101 день, соответственно) (рис. 1). В среднем за год в период 1998-2007 гг. отмечалось 79 дней с туманами, что на 20 дней выше среднегодового числа дней с туманами за 1982-1991 гг. (59 дней). В данном случае учитывались дни с туманами, имеющими продолжительность полчаса или меньше. Максимальное количество дней с туманами за весь рассматриваемый период имело место в 1998 г. (105 дней).

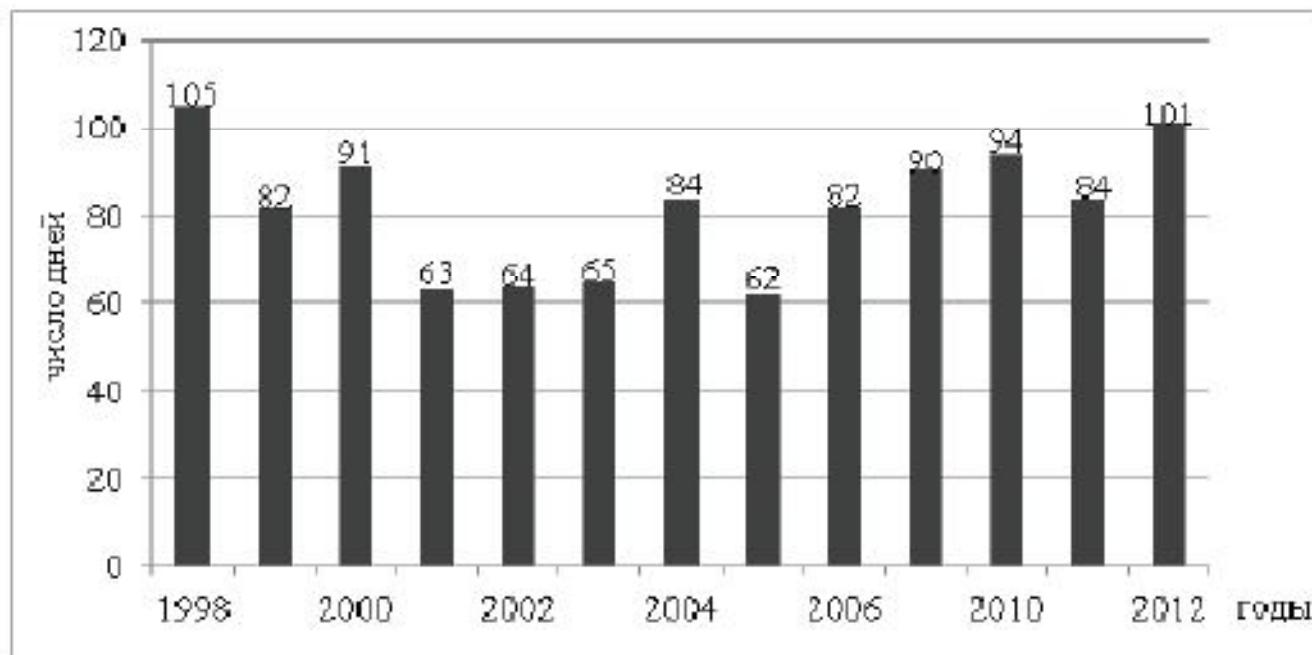


Рисунок 1 – Число дней с туманами за периоды 1998-2007, 2010-2012 гг.

На рисунке 2 представлен годовой ход числа дней с туманами за периоды 1998-2007, 2010-2012 гг.

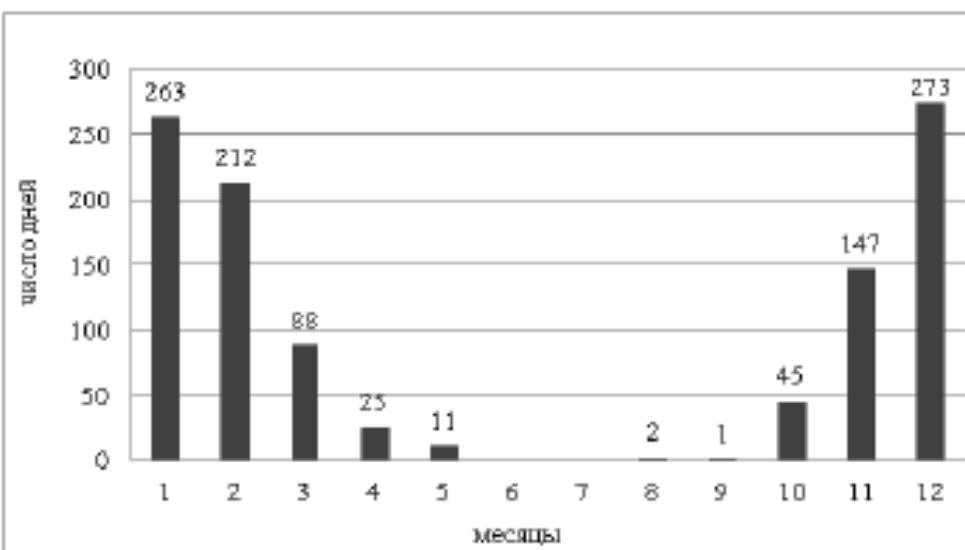


Рисунок 2 – Годовой ход числа дней с туманами за периоды 1998-2007, 2010-2012 гг.

В соответствии с рисунком 2 максимальное количество дней с туманами приходится на зиму (декабрь-февраль) – 70,1% всех туманов, минимальное – на лето (июнь-август) – 0,2%, в переходные

месяцы (март-май, сентябрь-ноябрь) – 29,7%,

На рисунке 3 показано внутригодовое распределение повторяемости числа дней с туманами за весь рассматриваемый период.

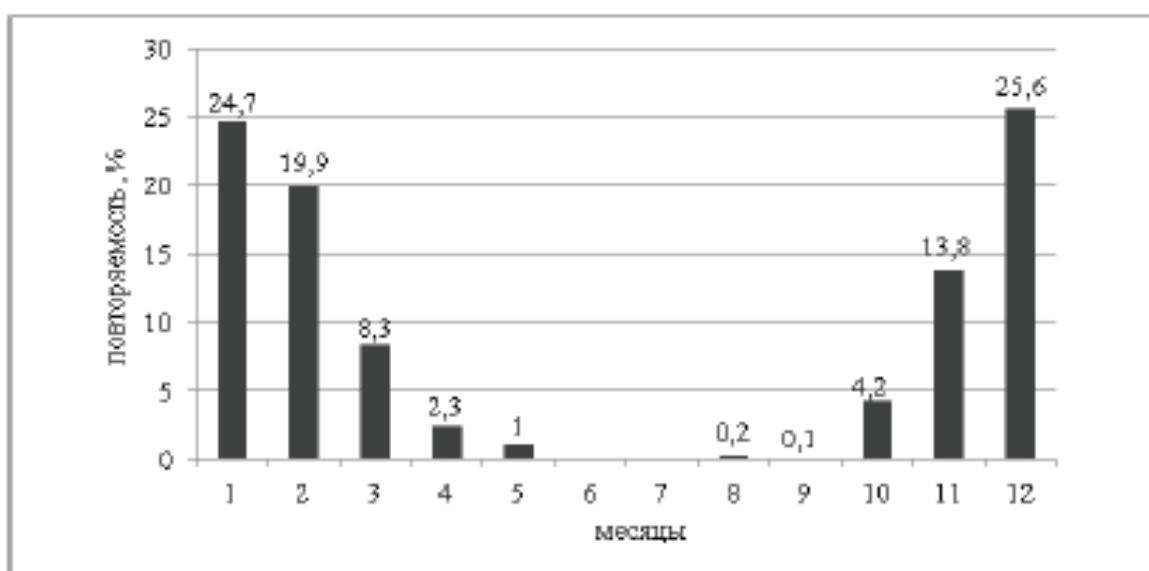


Рисунок 3 – Внутригодовая повторяемость (%) числа дней с туманами за 1998-2007, 2010-2012 гг.

Годовое распределение повторяемость туманов показало, что максимальные значения приходятся на зиму (24,7% в январе и 25,6% в декабре), а минимальные – отмечаются летом (рис. 3). При этом в августе 1999 г. и в сентябре 2004 г. были отмечены редкие случаи тумана, поэтому при подсчете общая повторяемость

числа дней с туманами в эти месяцы составила 0,2% и 0,1%, соответственно.

Результаты исследования показали, что в исследуемые периоды, по сравнению с 1982-1991 гг. [14], число дней с туманами увеличилось зимой и в теплое полугодие, а в переходные месяцы холодного периода уменьшилось.

Туманы на аэродроме Алматы наблюдаются преимущественно в холодное время года (98% всех случаев), в летние месяцы они не образуются, либо образуются крайне редко, что обусловлено длительным, очень сухим теплым периодом

с высокими температурами подстилающей поверхности. Полученные данные согласуются с [15].

Также были рассмотрены даты первого и последнего тумана (табл. 1).

Таблица 1 – Даты первого и последнего тумана за 1998-2007, 2010-2012 гг.

Годы	Дата первого тумана	Дата последнего тумана
1998	06.10	24.04
1999	02.08	23.04
2000	16.10	05.03
2001	21.10	01.04
2002	15.10	20.04
2003	01.11	24.04
2004	10.09	23.04
2005	13.10	05.04
2006	17.10	19.03
2007	21.10	07.05
2010	21.10	27.03
2011	05.10	03.04
2012	05.11	21.03

За рассматриваемый период самая ранняя дата первого тумана отмечалась 2 августа 1999 г., а поздняя дата – 1 ноября 2003 г. В остальные годы дата первого тумана в основном пришлась на октябрь. Ранняя дата последнего тумана наблюдалась 5 марта 2000 г., а поздняя дата имела место 7 мая

2007 г. Чаще всего дата последнего тумана приходилась на апрель (табл. 1).

Все месяцы туманы имели хорошо выраженный суточный ход. При анализе суточного хода были рассмотрены случаи туманов по срокам (рис. 4).

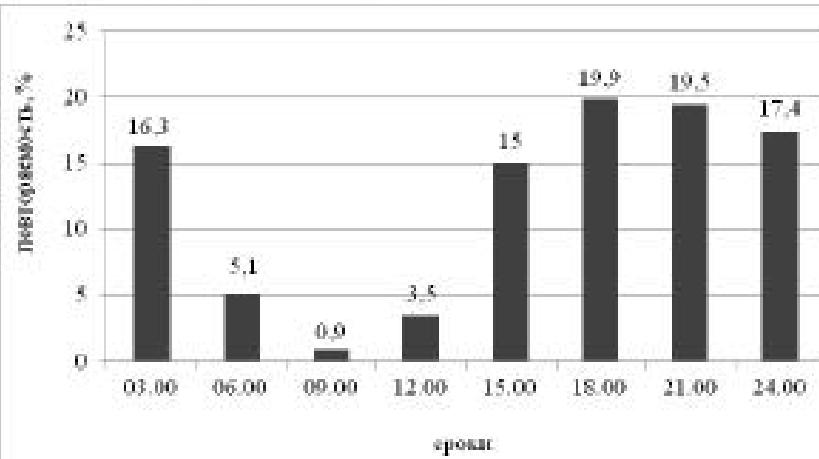


Рисунок 4 – Постоенность (%) случаев тумана по срокам за 1998-2007, 2010-2012 гг.

Суточный ход повторяемости тумана за период исследования показал наличие максимума в 18.00 ч – 19,9% и минимума в 9.00 ч – 0,9%. Так же отмечалась высокая повторяемость случаев тумана в ночные часы, что объясняется благоприятными условиями для возникновения радиационных туманов.

Посчитано число случаев тумана различной непрерывной продолжительности по градациям. При подсчете за продолжительность отдельного

периода принималось время от начала до конца тумана, когда внутри этого промежутка времени туман прерывался не более чем на 15 минут. В результате анализа выявлено, что в аэропорту Алматы отмечались как туманы небольшой продолжительности (менее 1-2 часов), так и туманы значительной продолжительности (более 24 часов).

В таблице 2 показана повторяемость тумана различной продолжительности по месяцам.

Таблица 2 – Повторяемость (%) тумана непрерывной продолжительности за периоды 1998-2007, 2010-2012 гг.

Часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
<1	6	4,6	2,2	0,3	0,2	-	-	0,1	0,1	1,4	3,8	6,4	25,1
1-2	3,7	3,1	2,1	0,4	0,1	-	-	0,1	0,1	0,9	2,5	4,2	18,5
2-4	4,3	4,1	1,9	0,3	0,1	-	-	-	-	0,6	2,7	4,3	17,2
4-6	2,6	2,3	0,9	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1	1,2	2,6	9,9
6-8	2,1	1,7	0,4	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1	0,9	1,9	7,3
8-10	1,9	1	0,3	-	-	-	-	-	-	0,1	0,9	1,5	5,7
10-12	1,9	1,3	0,4	-	-	-	-	-	-	0,1	0,5	1,3	5,5
12-14	0,9	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	0,4	0,7	2,7
14-16	1,2	0,9	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3	0,7	3,2
16-18	0,6	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	1,4	2,7
18-20	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,7
20-22	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,5
22-24	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2
>24	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,4	0,8
Всего	25,4	20,3	8,3	1,2	0,6	-	-	0,2	0,2	3,8	13,7	26,3	100

В аэропорту Алматы наиболее часто отмечались туманы продолжительностью 6 часов и менее, составляющие 70,7% всех туманов. Особенность повторяемости туманов продолжительностью менее одного часа – 25,1%). Наименьшая повторяемость туманов (0,2%) пришлась на продолжительность 22-24 часа. За периоды 1998-2007, 2010-2012 гг. отмечалась большая повторяемость туманов (60,4%) продолжительностью до 4 часов. Данные расчеты согласуются с [15], где авторы указывают те же интервалы максимальной повторяемости туманов, при этом они отмечают, что 80% туманов имеют продолжительность 6 часов и менее, а 35% – от 1 до 3 ч. За период исследования 7-8

февраля 2007 г. и 25-26 ноября 2010 г. зафиксированы случаи тумана продолжительностью 41 час.

Туманы продолжительностью более 24 часов за исследуемый период отмечались в январе, феврале, ноябре и декабре. В период с марта по октябрь туманы продолжительностью более 16 часов не отмечались, в сентябре непрерывная продолжительность не превышала 2 часов.

Поскольку условия конденсации связаны с изменениями температуры и влажности воздуха, возникновение туманов обусловлено определенным соотношением между изменениями этих метеорологических элементов [16]. Для рассмотрения вопроса о метеорологических условиях,

при которых образуются туманы в аэропорту Алматы, была рассчитана повторяемость туманов при различных значениях температуры воздуха, относительной влажности, скорости и направлении ветра, видимости в туманах.

При анализе повторяемости туманов при

различных значениях относительной влажности были использованы данные за период 1998-2007 гг. Период 2010-2012 гг. не рассматривался за отсутствием необходимой информации.

На рисунке 5 показана повторяемость туманов при различных значениях относительной влажности.

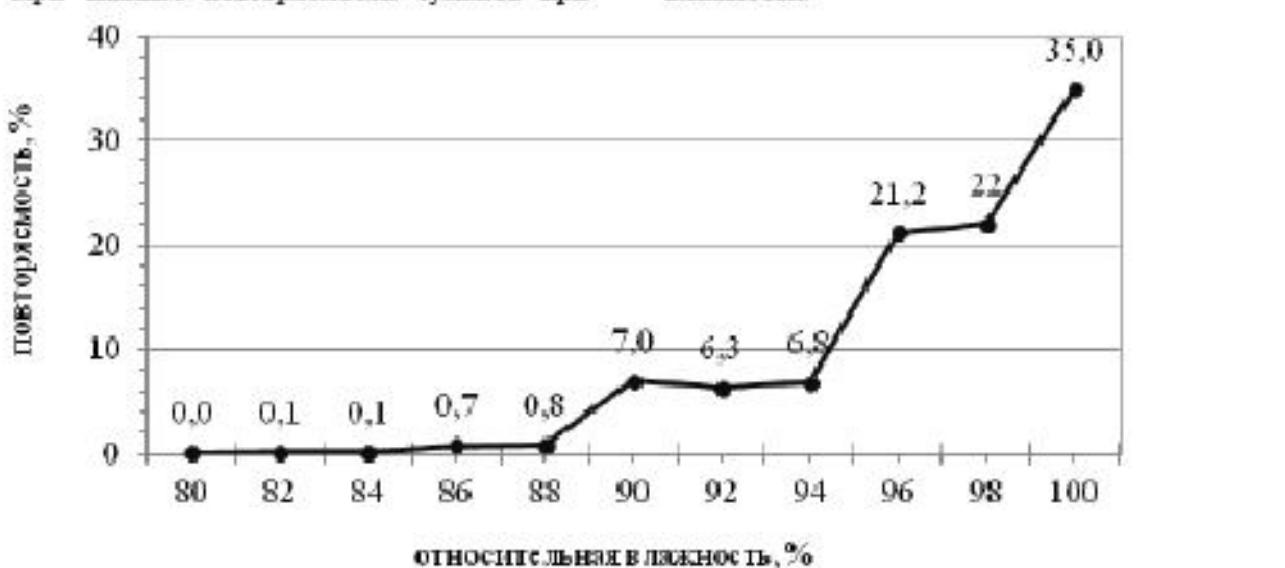


Рисунок 5 – Повторяемость (%) туманов при различных значениях относительной влажности за 1998-2007 гг.

В результате расчетов было выявлено (рис. 5), что чаще всего (98,3% всех случаев) туман образовывался при относительной влажности 90-100%, на диапазон относительной влажности 80-90% пришлось лишь 1,7%. В 78,2% всех рассмотренных случаев туман образовывался при относительной влажности 96-100%. При этом максимум повторяемости тумана пришлось на относительную влажность равную 100% и составило 35% случаев, минимум повторяемости

– на относительную влажность 82% (0,1% случаев).

За весь рассматриваемый период (1998-2007, 2010-2012 гг.) образование тумана в аэропорту Алматы отмечалось при температуре воздуха от минус 30 °С до плюс 15 °С. При минус 30 °С было зафиксировано один случай образования тумана – 20 декабря 2012 г.

В таблице 3 показана повторяемость туманов в диапазоне температур от минус 30 до плюс 15 °С.

Таблица 3 – Повторяемость туманов при различных значениях температуры за периоды 1998-2007, 2010-2012 гг.

			Диапазон температур, °С						
	-30 ÷ -26	-25 ÷ -21	-20 ÷ -16	-15 ÷ -11	-10 ÷ -5	-5 ÷ 0	0 ÷ 5	5 ÷ 10	11 ÷ 15
P, %	0,4	3,7	5,5	9,4	17,8	34,9	24,4	3,3	0,6

В соответствии с таблицей 3, при отрицательных температурах воздуха за исследуемый период наблюдалось наибольшее количество туманов (71,7%), наиболее часто (34,9%) из них – при отрицательных температурах от 0 до минус 5 °С. При морозах ниже 20 °С образовывалось 4,1% всех зафиксированных туманов. При по-

ложительных температурах выше 10 °С так же отмечалась невысокая повторяемость туманов – 0,6%. При сравнении с периодом 1982-1991 гг. отмечается небольшое увеличение повторяемости туманов по градациям, за исключением диапазонов температуры воздуха от минус 6 до минус 15 °С и от 0 до 5 °С.

Так как чаще всего туманы в аэропорту Алматы образуются зимой, было рассмотрено их рас-

пределение в декабре, январе и феврале при различных значениях температуры воздуха (рис. 6).

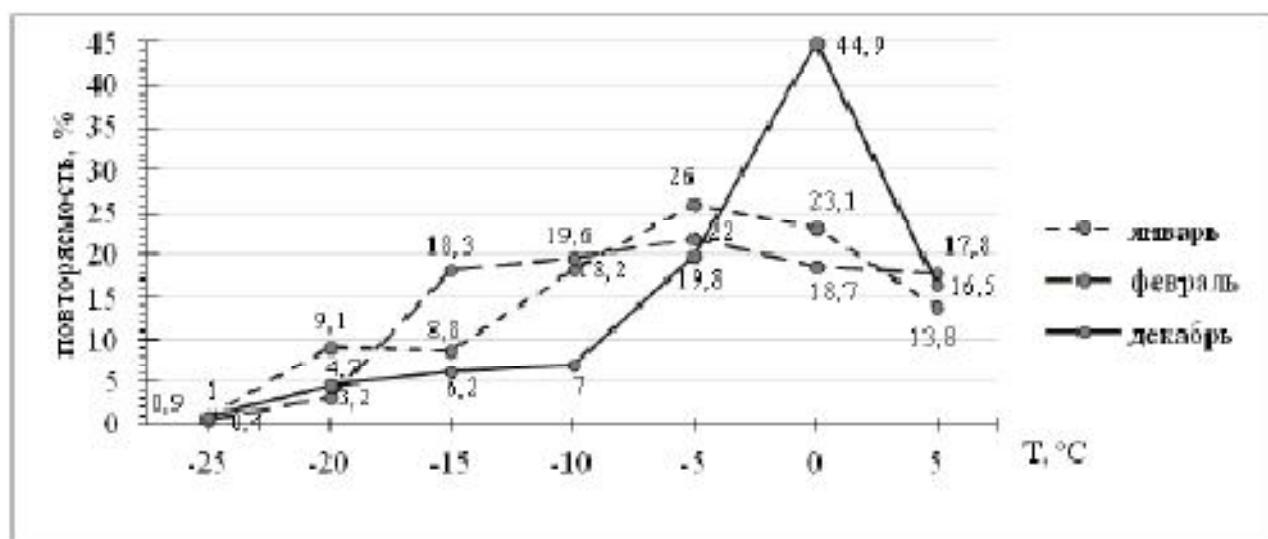


Рисунок 6 – Повторяемость (%) туманов в зимний период при различных значениях температуры воздуха за 1998-2007, 2010-2012 гг.

В соответствии с рисунком 6, в декабре наибольшая повторяемость туманов наблюдалась при диапазоне температур от 0 до минус 5 °C и составила 44,9%, в январе и феврале пик сместился на диапазон температур от минус 5 до минус 10 °C (26 и 22%, соответственно). Наименьшее число дней с туманами наблюдалось при низких отрицательных температурах (минус 20 °C).

Для анализа метеорологических особенностей возникновения туманов в аэропорту Алматы были рассмотрены скорость и направление ветра при туманообразовании (рис. 7 и 8). Роза ветров при туманообразовании в аэропорту Алматы за периоды 1998-2007, 2010-2012 гг. представлена на рисунке 7. При этом показана повторяемость (%) направлений ветра при возникновении тумана.

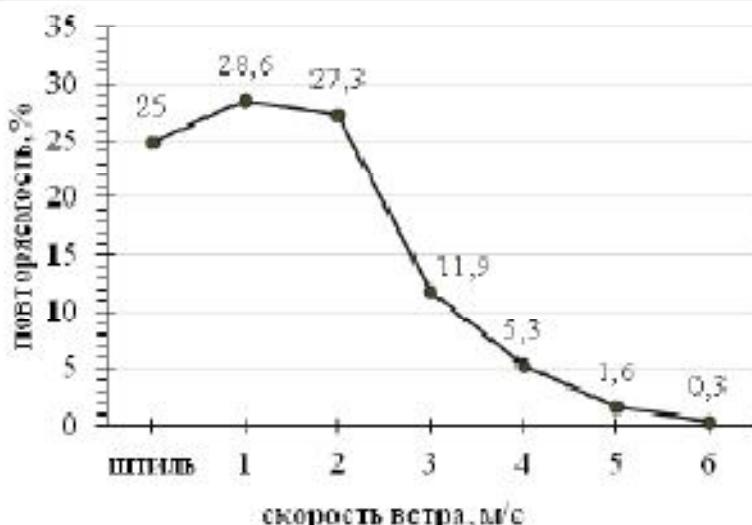
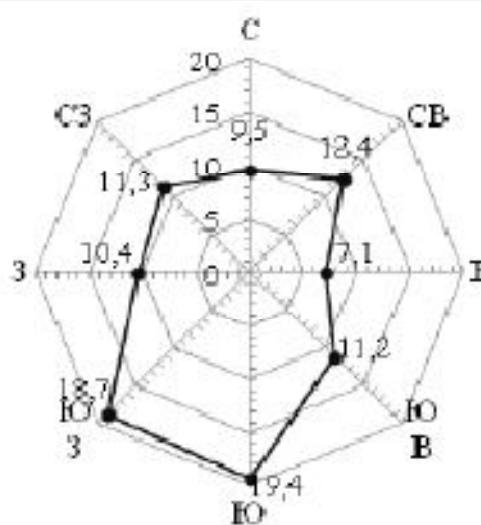


Рисунок 7 – Роза ветров при туманообразовании в аэропорту Алматы за 1998-2007, 2010-2012 гг.

Рисунок 8 – Повторяемость случаев возникновения тумана при различных скоростях ветра за 1998-2007, 2010-2012 гг.

Согласно рисунку 7, в аэропорту Алматы за рассматриваемый период туманы наблюдались при всех направлениях ветра. Преобладающими были южный (19,4%) и юго-западный румбы (18,7%), что согласуется с [15], где авторы отмечают, что повторяемость туманов при юго-западном ветре особенно велика. Реже всего при туманах отмечались восточные (7,1%) и северные (9,5%) ветры.

При анализе данных за исследуемый период была также выявлена высокая повторяемость туманов при слабых ветрах (рис. 8). За 1998-2007, 2010-2012 гг. из доли штилевой погоды пришлось 25% всех туманов. Наибольшая (28,6%) повторяемость случаев начала тумана наблюдалась при скорости ветра 1 м/с, по мере увеличения скорости повторяемость уменьшается. В 80,9% случаев возникновения тумана скорость ветра не превышала 1-2 м/с, 17,2% всех случаев она составила 3-4 м/с, и только 1,9% туманов были отмечены при скоростях 5-6 м/с. При более сильных ветрах туманы на аэродроме Алматы не наблюдались.

Ограниченнная видимость, вызываемая различными погодными условиями, такими, как туман, дымка, мгла, пыльная или песчаная буря и др. явления погоды, сильно затрудняют посадку и взлет самолета, а иногда и делают их невозможными. Плохая видимость также препятствует или затрудняет визуальные полеты на малых высотах, создавая угрозу столкновения самолета с землей или возвышающимися над ней препятствиями. Видимость, являясь для авиации весьма важным элементом, включена в определение минимума погоды для летчика и аэродрома. Только при определенных минимальных условиях видимости может быть обеспечена безопасность посадки и взлета самолета в сложных метеорологических условиях [17].

В зависимости от дальности видимости и по интенсивности различают следующие виды туманов: сильный (видимость менее 50 м), умеренный (50-500 м) и слабый

(500-1000 м) [18]. Дальность видимости за периоды 1998-2007, 2010-2012 гг. имеет следующее распределение: сильный туман наблюдался лишь в 3,2% всех случаев, умеренный – в 38,3%, слабый – 58,5%. Чаще всего видимость в туманах колебалась от 500 до 1000 м.

Для изучения синоптических условий образования туманов в аэропорту Алматы были выбраны частные случаи непрерывных наиболее продолжительных туманов за исследуемый период. Рассмотрены случаи туманов за осенний (25-27 ноября 2010 г.), зимний (17-19 декабря 2010 г.) и весенний (2-3 марта 2012 г.) периоды. Для синоптического анализа были использованы синоптические карты приземного анализа и карты барической топографии.

В качестве примера рассмотрим непрерывный туман продолжительностью 41 час, который наблюдался 25-27 ноября 2010 г. Образование этого тумана произошло 25 ноября в 13.30 по местному времени, а рассеивание – только 27 ноября в 06.30 утра. При этом

27 ноября в 16.00 наблюдалось образование еще одного тумана, который длился 5 часов. За рассматриваемый период самый продолжительный непрерывный туман в зимние месяцы наблюдался 17-19 декабря 2010 г. Его продолжительность составила 34,5 часа. Он начался 17 декабря в 14.00 по местному времени и закончился только 19 декабря в 00.30.

В результате синоптического анализа было выявлено, что образование данных туманов произошло при типичной синоптической обстановке. Аэропорт Алматы перед образованием и во время тумана находился в области западного отрога мощного антициклона с частным центром к северо-востоку от Алматы (в районе западного Китая). Согласно [19], такая синоптическая обстановка создает благоприятные условия для сильного выхолаживания почвы путем излучения и образования радиационных туманов. Образование таких туманов (на юго-западной периферии сибирского антициклона) наиболее типично для Алматы. Рассматриваемые случаи тумана имели все признаки радиационного.

При рассмотрении осеннего случая было отмечено сохранение антициклональной погоды в районе Алматы 25 и 26 ноября, которая благоприятствовала образованию длительного тумана и температурной инверсии. 27 ноября, в 6.30 утра по местному времени туман на аэродроме Алматы рассеялся в результате продвижения циклона, наблюдавшегося над ЕТР днем ранее, на восток. При этом район Алматы ока-

зался в зоне холодного фронта (рис. 9). С утра в Алматы наблюдалась интенсивная туманность, а днем, когда туман

рассеялся, стояла малооблачная погода (1-2 балла) с порывистым ветром от 2 до 7 м/с.

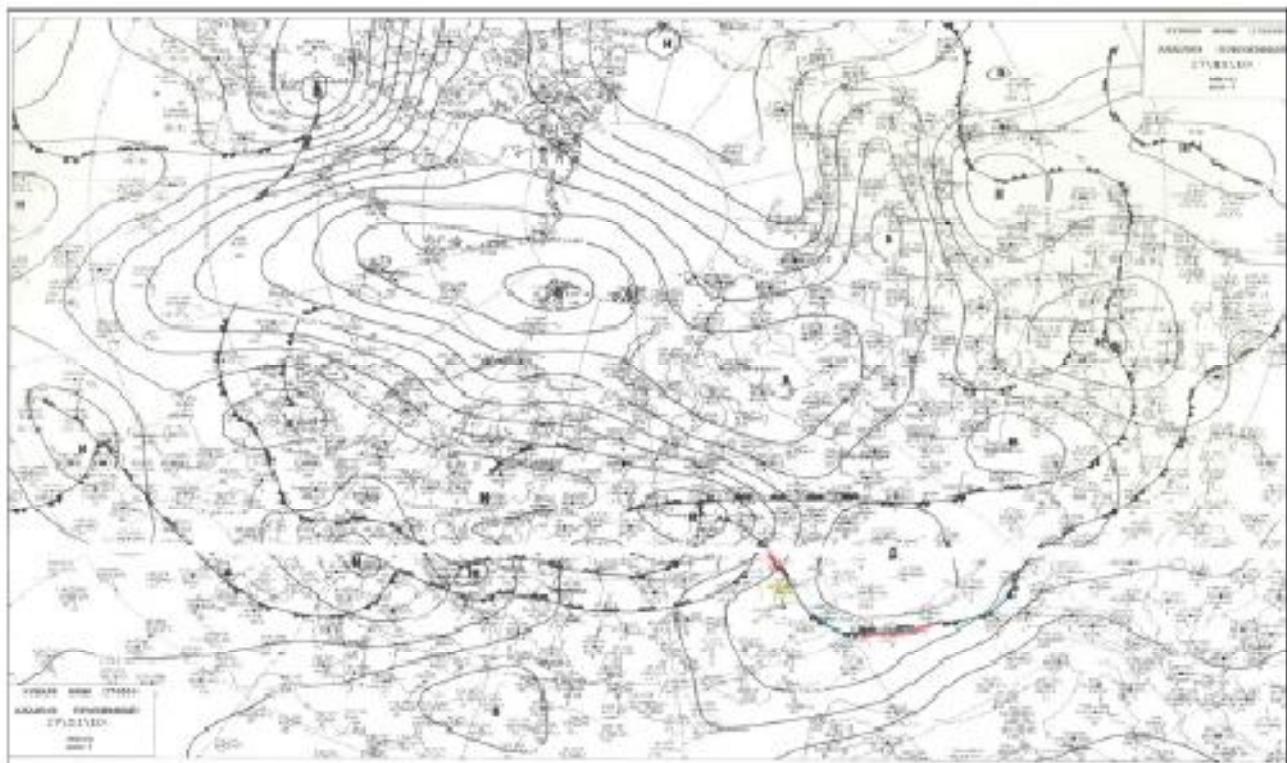


Рисунок 9 – Приземная карта за 27.11.2010 г.

Рассмотренные случаи туманов являются типичными для аэропорта Алматы. Благоприятные условия способствовали их большой продолжительности.

Различают простые и сложные условия погоды, при которых может выполняться взлет и посадка воздушных судов. Простыми метеорологическими условиями называют погоду, при которой возможен визуальный полет на безопасной высоте и визуальная посадка. Сложные условия погоды – это такие, при которых полет выполняется полностью или частично по приборам в условиях отсутствия видимости земли или естественного горизонта, или визуальный полет при низкой облачности и ограниченной видимости. Сложные условия погоды могут определяться следующими факторами: наличие опасных явлений погоды, сильной болтанки, умеренного или сильного обледенения, гололеда, облачности высотой ниже 200 м и горизонтальной видимости менее 2 км.

Сложные условия погоды на аэродроме Ал-

маты могут наблюдаться в период с октября по май. Наибольшая повторяемость условий погоды с низкой облачностью и ограниченной видимостью отмечается зимой. Погода по минимуму 2 категории ИКАО (400/30) чаще всего отмечается в декабре (14,5% по сравнению с 12,5% в январе-феврале), по минимуму 1 категории ИКАО (800/60) – несколько больше повторяемость в январе (19,6%). В декабре и феврале повторяемость условий погоды по минимуму 1 категории ИКАО составляет соответственно 19,2% и 18,9%. Практически во все зимние месяцы на аэродроме наблюдается высокая повторяемость сложных условий погоды. Резко сокращается повторяемость сложных условий погоды в марте: по 1 категории ИКАО 5,6%, по 2 категории ИКАО – 4,8% [14]. В апреле, мае и октябре сложные условия погоды наблюдаются очень редко. В суточном ходе наиболее сложные условия погоды тогда, когда видимость составляет менее 800 м, а высота облачности – ниже 60 м, и для всех более низких пределов макси-

мум повторяемости отмечается в утренние часы в период 0-3 часа. Максимальная повторяемость условий погоды по пределам минимумов 1 и 2 категорий ИКАО отмечается в 3-5 часов.

Чаще всего наиболее сложные условия погоды по дальности видимости и высоте нижней границы облаков наблюдаются в зоне малоподвижного фронта или гребне антициклона. Условия погоды, когда видимости менее 800 м и/или облачность ниже 60 м, в 52% случаев отмечается, когда над районами Юго-Восточного Казахстана располагается малоподвижный фронт с волнами, а отрог антициклона вытянут на районы Восточного Казахстана, или центр антициклона располагается над районами Балхаш-Караганды. В этих случаях ухудшение погоды обусловлено образованием облачности фронтальных туманов, слабых моросящих осадков. В 36% случаев ухудшение видимости менее

800 м и понижение облачности менее 60 м имеет внутримассовый характер и возникает в 29% случаев в гребне антициклона и только 7% в размытом барическом поле. В 12% случаев вышеуказанные пределы видимости и облачности обусловлены прохождением холодных основных и вторичных фронтов [14].

Для рассмотрения режима аэропорта Алматы в сложных метеорологических условиях были проанализированы данные о прерванных рейсах пассажирских воздушных судов в аэропорту в результате неблагоприятных явлений погоды за последние 5 лет (2008-2012 гг.).

За рассмотренные годы было подсчитано количество дней, в которые были прерваны рейсы и количество самих прерванных рейсов. На рисунке 10 показан график количества дней с прерванными рейсами за исследуемый период.

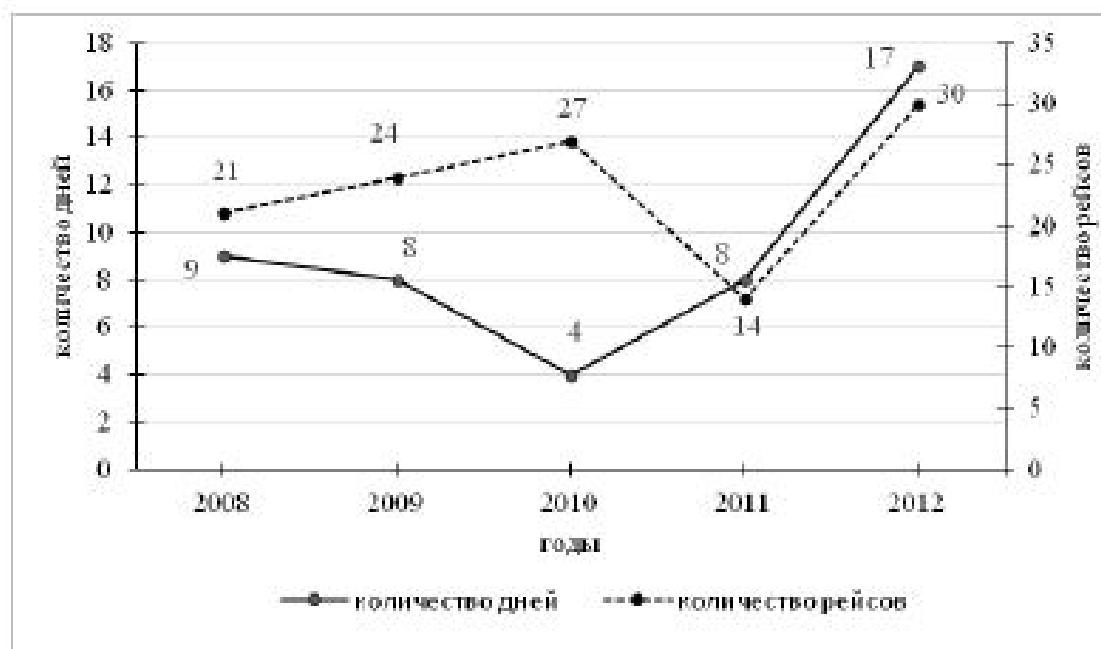


Рисунок 10 – Годовое количество дней с прерванными рейсами и количество прерванных рейсов в аэропорту Алматы в период 2008-2012 гг.

В соответствии с рисунком 10, максимальное количество дней с прерванными рейсами приходится на 2012 г. и составляет 17 дней, а минимальное – на 2010 г. (4 дня). При этом 2012 год был одним из тех лет за весь исследуемый период (1998-2007, 2010-2012 гг.), когда количество дней с туманами было максимальным. Всего же количество

дней с прерванными рейсами за 5 лет составило 46 дней.

Кроме того, подсчитано внутригодовое распределение повторяемости количества дней с неблагоприятными метеорологическими условиями для взлета и посадки пассажирских воздушных судов, в которые были прерваны рейсы в аэропорту Алматы (рис. 11).

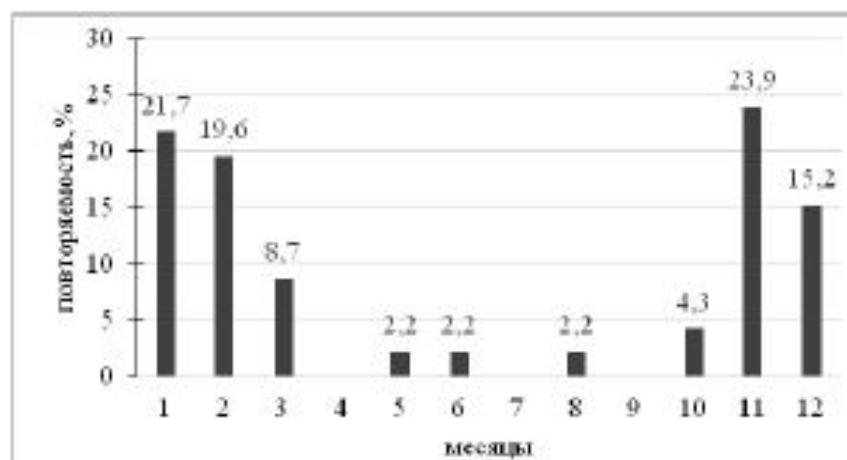


Рисунок 11 – Внутригодовое распределение повторяемости количества дней с прерванными рейсами за 2008-2012 гг.

В результате расчетов было выявлено, что максимальное количество дней пришлось на ноябрь и составило 23,9%, минимальное – на май, июнь и август (2,2%). При этом максимальная повторяемость наблюдалась в холодный период года (с ноября по март) и составила 89,1%. При сравнении с данными о повторяемости дней с туманами отметим, что внутригодовые распределения схожи между собой. Исключением является июнь, в который туманов не наблюдалось вовсе, а при рассмотрении количества дней с прерванными рейсами был отмечен один день. Это объясняется тем, что в некоторых случаях взлет или посадка пассажирских рейсов была прервана не в результате сильного тумана, а по причине других неблагоприятных явлений погоды. Так, из подсчитанных 46 дней один день отмечался ливневый дождь (в июне), два дня

– гроза (в мае, с дождем – в августе) и один день – дождь со снегом (в ноябре). В остальных случаях рейсы были прерваны по причине тумана.

Наибольшая повторяемость прерванных рейсов в период 2008-2012 гг. в аэропорту Алматы отмечалась при туманах с горизонтальной видимостью 50 м и менее и составила 71,4% от общего количества случаев прерванных рейсов при туманах. С видимостью 100-200 м имела место повторяемость 26,5%, а больше 200 м – 2,1% (был отмечен один случай прерванного рейса при тумане с видимостью 400 м).

Также за период 2008-2012 гг. было подсчитано количество прерванных рейсов по годам. Максимальное количество приходится на 2012 г. (26%). Всего же количество прерванных рейсов за все 5 лет составило 116 (рис. 12).

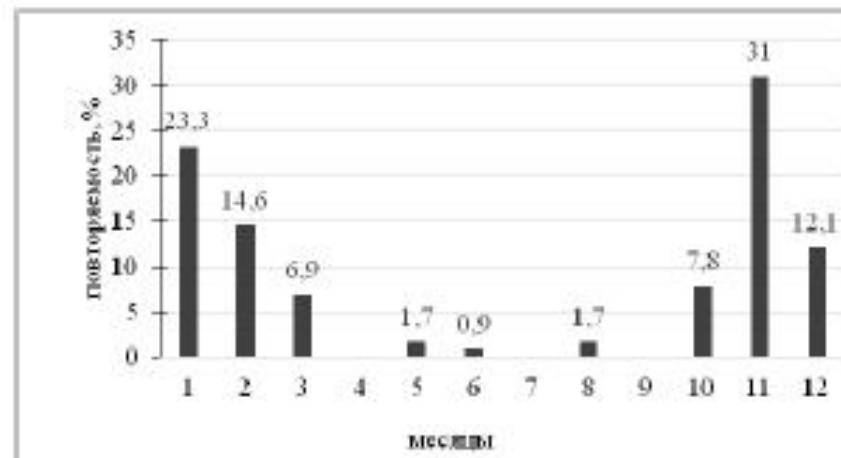


Рисунок 12 – Внутригодовое распределение повторяемости количества прерванных рейсов за 2008-2012 гг.

Максимальное количество прерванных рейсов пришлось на ноябрь (31%) и январь (23,3%), при этом повторяемость в холодный период года (с ноября по март) составила 95,7%. Минимальное количество было отмечено в теплый период года (с апреля по октябрь) и составило в общей сложности 4,3%. При этом выделяется ноябрь с максимальным количеством дней и прерванных рейсов. Такая особенность связана с тем, что за последние 5 лет ноябрь 2010 года явился исключительным по части туманов. Лишь в один этот месяц было прервано 27 рейсов за 4 дня. 24-26 ноября 2010 г. наблюдались несколько прерывающихся туманов и один непрерывный туман, длившийся 41 час. 16 рейсов 25 ноября были перенесены на 27 ноября из-за тумана с горизонтальной видимостью менее 50 м.

Таким образом, туманы, наблюдающиеся нередко в холодное время года в районе Алматы, являются основной причиной сбоя в режи-

ме аэропорта, задержки отправления и отказа в приеме воздушных судов. При этом большое значение имеет явление сильного тумана, при котором горизонтальная видимость составляет 50 метров и менее. На долю же других неблагоприятных явлений погоды приходится лишь 8,7% случаев прерванных рейсов.

В результате проделанной работы была достигнута основная цель: изучены условия образования туманов в аэропорту города Алматы за рассматриваемый период, а также выявлено их влияние на режим аэропорта.

Данные результаты являются важными при рассмотрении вопроса об образовании туманов как наиболее опасных и неблагоприятных метеорологических явлений для авиации. Полученные в результате исследования материалы и выводы могут быть использованы в качестве данных для последующего анализа и прогноза туманов в аэропорту Алматы.

#### Литература

- 1 Междунородный аэропорт Алматы. Об аэропорте. – Электронный ресурс <http://www.alaport.com/ru/about.html>
- 2 АО «Казаэросервис». История Авиационного метеорологического центра Алматы. – Электронный ресурс: <http://www.kazairservice.kz/terezatives/almaty/>
- 3 Кулабухова М.И. Статистические характеристики низкой облачности в аэропорту Алма-Ата и связь ее с метеорологическими элементами // Географический сборник. – 1975. – Вып. 2. – С. 116-122.
- 4 Есеркапова Т.А. Влияние подстилающей поверхности на образование тумана // Географический сборник. – 1975. – Вып. 2. – С. 88-92.
- 5 Методическое письмо (методы прогноза температуры, тумана, гололеда, осадков) / под ред. Отдела службы погоды УГМС Казахской ССР. – Алма-Ата: Гидрометеоиздат, 1975. – С. 10-17.
- 6 Гуминская И.П. Повторяемость образования низкой облачности на аэродроме Алма-Ата // Труды КазНИГМИ. – 1978. – Вып. 71. – С. 33-44.
- 7 Голубов Р.С., Боголюбова Е.В. Метод прогноза туманов в северных районах Казахстана на 6 ч. // Труды КазНИГМИ. – 1978. – Вып. 71. – С. 10-17.
- 8 Голубов Р.С. Метод прогноза тумана с указанием видимости на 6 ч для аэропорта Алматы // Труды КазНИГМИ. – 1984. – Вып. 86. – С. 17-26.
- 9 Калло Н.А. О туманах в аэропортах юго-восточного Казахстана // Труды КазНИГМИ. – 1985. – Вып. 92. – С. 35-42.
- 10 Голубов Р.С., Калло Н.А. Метод прогноза тумана и низкой облачности для районов Мугоджар с помощью линейки // Труды КазНИГМИ. – 1986. – Вып. 94. – С. 11-16.
- 11 Кан К.А. Метеорологические условия образования низкой облачности в аэропорту Алма-Аты и их статистические характеристики // Труды КазНИГМИ. – 1986. – Вып. 94. – С. 38-49.
- 12 Кан К.А. Синоптические процессы, приводящие к образованию низкой облачности в районе Алма-Аты // Труды КазНИГМИ. – 1983. – Вып. 100. – С. 121-127.
- 13 Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные. – Алматы, 2004. – Вып. 14. – Раздел 1. Температура воздуха. Раздел 2. Атмосферные осадки. Раздел 3. Атмосферные явления. – 563 с.
- 14 Климатическая характеристика аэропрома Алматы. – Алматы, 2001. – С. 175-182.
- 15 Климат Алма-Аты / Под ред. Х.А. Ахметжанова, И.А. Швер. – Л: Гидрометеоиздат, 1985. – 266 с.
- 16 Туманы / Под ред. В.Я. Никандрова. – Л: Гидрометеоиздат, 1961. – 388 с.
- 17 Ямалов А.М. Авиационная метеорология. – М: Транспорт, 1971. – 248 с.
- 18 Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – Л: Гидрометеоиздат, 2000. – 777 с.
- 19 Хромов С.П. Основы синоптической метеорологии. – Л: Гидрометеоиздат, 1948. – 696 с.

## Reference

- 1 Mezhdunarodnyj aeroport Almaty. Ob aeroporte. – Elektronnyj resurs <http://www.alaport.com/ru/about.html>
- 2 AO «Kazaieroservis». Istorija Aviacionnogo meteorologicheskogo centra Almaty. – Elektronnyj resurs: <http://www.kazairservice.kz/representatives/almaty/>
- 3 Kulabuhova M.I. Statisticheskie harakteristiki nizkoj oblačnosti v aeroportu Alma-Ata i sviaz' ee s meteorologicheskimi jelementami // Geograficheskiy sbornik. – 1975. – Vyp. 2. – S. 116–122.
- 4 Eserkepova T.A. Vlijanie podstilajushhej poverhnosti na obrazovanie tumanov // Geograficheskiy sbornik. – 1975. – Vyp. 2. – S. 88–92.
- 5 Metodicheskoe pis'mo (metody prognoza temperatury, tumanov, gololeda, osadkov) / Pod ruk. Otdela sluzhby pogody UGMS Kazahskoj SSR. – Alma-Ata: Gidrometeoizdat, 1975. – S. 10–17.
- 6 Gumin'skaja I.P. Povtoraemost' obrazovaniya nizkoj oblačnosti na aerodroone Alma-Ata // Trudy KazNIGMI. – 1978. – Vyp. 71. – S. 33–44.
- 7 Golubov R.S., Bogolyubova E.V. Metod prognoza tumanov v severnyh rajonah Kazahstana na 6 ch. // Trudy KazNIGMI. – 1978. – Vyp. 71. – S. 10–17.
- 8 Golubov R.S. Metod prognoza tumanov s ukazaniem vidimosti na 6 ch dlja aeroporta Almaty // Trudy KazNIGMI. – 1984. – Vyp. 86. – S. 17–26.
- 9 Kallo N.A. O tumanah v aeroportakh jugo-vostochnogo Kazahstana // Trudy KazNIGMI. – 1985. – Vyp. 92. – S. 35–42.
- 10 Golubov R.S., Kallo N.A. Metod prognoza tumanov i nizkoj oblačnosti dlja rajonov Miagochhar s pomoshch'ju laplasiana // Trudy KazNIGMI. – 1986. – Vyp. 94. – S. 11–16.
- 11 Kan K.A. Meteorologicheskie uslovija obrazovaniya nizkoj oblačnosti v aeroportu Alma-Aty i ih statisticheskie harakteristiki // Trudy KazNIGMI. – 1986. – Vyp. 94. – S. 38–49.
- 12 Kan K.A. Sinopticheskie processy, privodjashchie k obrazovaniyu nizkoj oblačnosti v rajone Alma-Aty // Trudy KazNIGMI. – 1988. – Vyp. 100. – S. 121–127.
- 13 Spravochnik po klimatu Kazahstana. Mnogoletnie dannye. – Almaty, 2004. – Vyp. 14. – Razdel 1. Temperatura vozduha. Razdel 2. Atmosfernye osadki. Razdel 3. Atmosfernye javleniya. – 563 s.
- 14 Klimaticheskaja harakteristika aeroporta Alma-Aty. – Alma-Ata, 2001. – S. 175–182.
- 15 Klimat Alma-Aty / Pod red. H.A. Ahmetzhanova, I.A. Shver. – L.: Gidrometeoizdat, 1985. – 266 s.
- 16 Tuman / Pod red. V.Ja. Nikandrova – L.: Gidrometeoizdat, 1951. – 388 s.
- 17 Jakovlev A.M. Aviacionnaja meteorologija. – M.: Transport, 1971. – 248 s.
- 18 Matveev L.T. Fizika atmosfery. – L.: Gidrometeoizdat, 2000. – 777 s.
- 19 Hromov S.P. Osnovy sinopticheskoy meteorologii. – L.: Gidrometeoizdat, 1948. – 696 s.