

УДК [911.2:551.5]:656.7

UDC [911.2:551.5]:656.7

ВЛИЯНИЕ ТУМАНОВ НА ВИДИМОСТЬ ПРИ ПОСАДКЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

EFFECT OF FOG ON VISIBILITY WHEN LANDING AIRCRAFT

Е. С. Бережкова,
*соискатель на звание
кандидата географических наук,
ведущий инженер-синоптик Гидромета*

K. Berezhkova,
*applicant
for the title of PhD,
leading forecaster of Hydromet*

Поступила в редакцию 11.04.18.

Received on 11.04.18.

Статья посвящена обеспечению безопасности гражданской авиации. Было рассмотрено влияние туманов на видимость. Используются фактические метеорологические данные за 1989–2016 гг. и построены карты пространственного распределения.

Ключевые слова: авиация, туман, видимость, метеорология, безопасность полетов.

The article is devoted to ensuring the safety of civil aviation. The influence of fogs on visibility was considered. The actual meteorological data for 1989–2016 were used and maps of spatial distribution were constructed.

Keywords: aviation, fog, visibility, meteorology, flight safety.

Введение. Статья написана на основе работ как национальных, так и зарубежных исследователей. В Республике Беларусь вопросом распределения туманов, их происхождением и закономерностями занимались В. Ф. Логинов, В. И. Мельник, А. А. Волчек, И. Н. Шпока. Однако следует отметить, что их исследования касались в основном сельского хозяйства и не проводилась оценка видимости. Влияние туманов на видимость изучал белорусский работы И. И. Леонович в работах по дорожной метеорологии. Изучением видимости, туманов и их влияния на движение воздушных судов в комплексе занимались зарубежные исследователи (А. М. Баранов, З. М. Маховер, П. Д. Астапенков, В. А. Гаврилов и др.). Однако их работы не касались территории Республики Беларусь. В связи с этим возникает необходимость исследований в данной предметной области с акцентом влияния туманов на работу авиации.

В статье исследовано влияние туманов на видимость при посадке воздушных судов на территории Беларуси. Проанализированы среднемесячная и среднегодовая динамика видимости и закономерности пространственного распределения за период фактических наблюдений по территории республики с 1989 по 2016 г. [10]. Для построения карт была использована графическая программа ArcGIS, для графиков – MS Excel.

Видимость – один из основных параметров, влияющих на безопасность посадки воздушного судна. Она в гражданской авиации определяется как степень различимости удаленных предметов или огней и является одним из важных для авиации метеорологических элементов. К основным явлениям, ухудшающим видимость, относятся туманы (видимость менее 1 км), дымка (видимость от 1 км до 6 км для малой авиации), метели, ливневые осадки. В большей или в меньшей степени недостаточная видимость оказывает негативное влияние на малую и высотную авиацию, в зависимости от параметров воздушного судна [2; 6; 9]. Дальность видимости определяется рядом факторов следующего характера: геометрического, освещенности, цвета и яркости предмета и фона, прозрачности атмосферы, которые действуют в совокупности и обуславливают сложный характер дальности видимости. Под метеорологической горизонтальной видимостью в дневное время понимается то предельно большое расстояние, на котором при данных условиях абсолютно черный объект больших угловых размеров проектируется на фоне неба вблизи горизонта или на фоне воздушной дымки сливается с фоном и становится невидимым [1; 3; 7; 11]. Для обеспечения безопасности полетов необходимо знать дальность видимости на взлетно-посадочной полосе, в пределах которой пи-



Рисунок 1 – Пространственное распределение среднегодового количества дней с видимостью менее 1 км по республике (1989–2016)

лот воздушного судна, находящегося на осевой линии взлетно-посадочной полосы, может видеть маркировку покрытия взлетно-посадочной полосы или огни. На каждом аэродроме составляется схема ориентиров, которые обозначают контуры взлетно-посадочной полосы и ее осевую линию. Наблюдения за видимостью производятся вдоль взлетно-посадочной полосы с помощью приборов или почитам, на которых устанавливаются одиночные источники света (лампочки в 60 Вт) для оценки видимости в темное время. С учетом фактора изменчивости видимости приборы для ее измерения устанавливаются у диспетчерского пункта «Старт» обоих курсов и на середине взлетно-посадочной полосы. В сводку погоды включают: а) при длине взлетно-посадочной полосы 2000 м и менее – меньшее из двух значений видимости, измеренной у обоих концов взлетно-посадочной полосы; б) при длине взлетно-посадочной полосы более 2000 м – меньшее из двух значений видимости, измеренной у рабочего старта и середины взлетно-посадочной полосы. На аэродромах, где используются системы огней высокой интенсивности при видимости 1500 м и менее в сумерках и ночью 1000 м и менее днем, производится перерасчет по таблицам в видимости по огням высокой интенсивности, которая также включается в авиопогоду. Перерасчет видимости в видимости по огням малой интенсивности только в ночное время суток. В сложных метеоусловиях, особенно в момент посадки самолета, важно знать наклонную видимость. Наклонная видимость (посадочная) – это такое предельное расстояние по наклону вдоль глиссады снижения, на котором пилот приземляющегося

воздушного судна при переходе от пилотирования по приборам к визуальному пилотированию может обнаружить начало взлетно-посадочной полосы. Она не измеряется, а оценивается. Экспериментально установлена следующая зависимость наклонной видимости от величины горизонтальной видимости при разной высоте облаков: при высоте нижней границы облаков меньше 100 м и ухудшению видимости из-за дымки, осадков у земли наклонная видимость составляет 25–45 % от горизонтальной видимости; при высоте нижней границы облаков 100–150 м она равна 40–50 % от горизонтальной; при высоте нижней границы облаков 150–200 м наклонная составляет 60–70 % от горизонтальной; при высоте нижней границы облаков больше 200 м наклонная видимость близка или равна горизонтальной видимости у земли. Необходимо эту зависимость учитывать при посадке, когда погодные условия близки к минимуму, чтобы не допустить преждевременного снижения [5; 8]. Для более наглядного представления пространственного распределения видимости по территории республики представлена карта видимости менее 1 км (рисунок 1), на которой ярко выражен район «Новогрудок – Воложин», где наблюдается наибольшее число дней с видимостью менее 1 км (более 122 дней в год), а также 4 района с наименьшим числом дней: Березино – Бобруйск, Сенно, Нарочь – Вилейка и район Бреста (не более 47).

Среднегодовой хронологический ход изменения видимости менее 1 км отражен на рисунке 2, из которого следует, что месяцем с наибольшим числом дней с видимостью менее 1 км является ноябрь (15,4 дня), а меся-

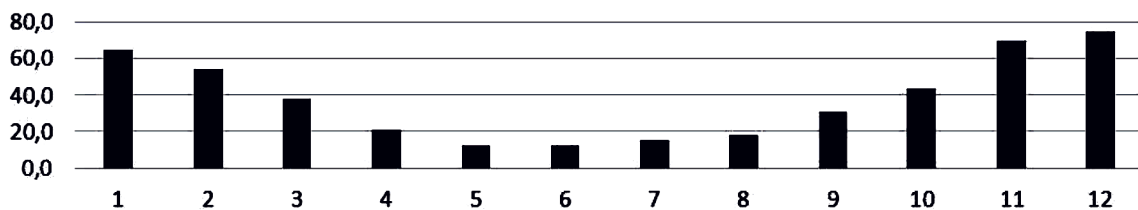


Рисунок 2 – Хронологический ход среднемесячного количества дней с видимостью менее 1 км по республике (1989–2016)

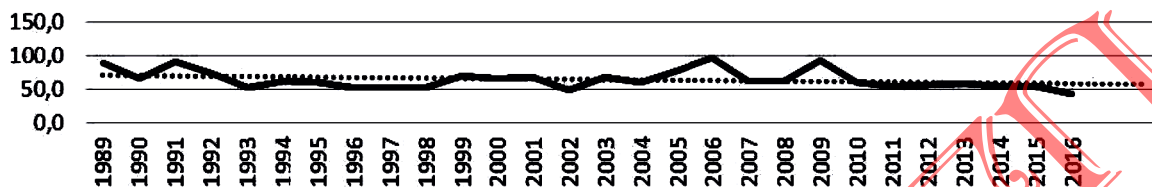


Рисунок 3 – Хронологический ход среднегодового количества случаев с видимостью до 1 км по республике (1989–2016)

цем с минимальным числом – июнь (1,09 дня). Среднемесячный показатель составляет 5,5 дня. Хронологический ход за период наблюдения с 1989 по 2016 г. отражен на рисунке 3.

Проанализировав рисунок 3, необходимо отметить, что в 2006 г. было зафиксировано максимальное число дней с видимостью менее 1 км – 98 дней, а в 2016 г. – минимальное (43,8 дня). Среднегодовой показатель составляет 65,3 дня. Линия тренда, проведенная на графике, показывает тенденцию к снижению числа дней с видимостью менее 1 км.

Туман образуется в результате охлаждения приземного слоя воздуха и конденсации водяного пара в непосредственной близости от земной поверхности и уменьшает дальность видимости до 1 км и менее. Когда туман приподнимается, то он преобразуется в низкие разорванно-слоистые облака. В зависимости от метеобстановки туманы делятся на три ча-

сто встречающихся типа – радиационные, адвективные, фронтальные. Наблюдаются также адвективно-радиационные, туманы склонов, туманы испарений, морозные, или ледяные, туманы. Туман представляет большую опасность при посадке воздушного судна. На территории республики наибольшее число случаев возникновения тумана фиксируется осенью и весной. В суточном ходе максимум отмечается перед восходом Солнца. Туманы получили наибольшее распространение в районах небольших низин, между возвышенными участками рельефа, над водоемами. Среднегодовое количество дней с туманом по территории республики представлено на рисунке 4.

Из данных рисунка следует, что среднегодовое количество дней с туманом варьируется от 17 (район Нарочь – Вилейка, район Сенно) до 68,5 дня (район Воложин – Новогрудок). Прямую зависимость между тумана-



Рисунок 4 – Пространственное распределение среднегодового количества дней с туманом по республике (1989–2016)

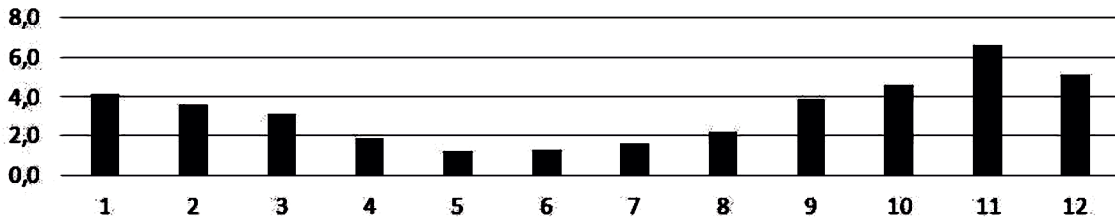


Рисунок 5 – Хронологический ход среднегодового количества дней с туманом по республике (1989–2016)

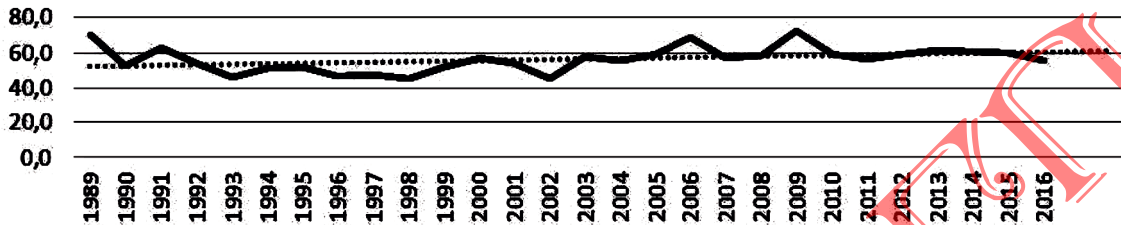


Рисунок 6 – Хронологический ход среднегодового количества дней с туманом по республике (1989–2016)

ми и видимостью менее 1 км можно увидеть на рисунке 4. Общая картина пространственного распределения количества дней с туманом по республике схожа с картиной, полученной при исследовании распределения туманов за 1975–2008 гг. И. Н. Шпока [4; 7; 8].

На рисунке 5 отражен хронологический ход среднегодового количества дней с туманом. При его анализе можно отметить месяц с ярко выраженным максимумом числа дней с туманом – ноябрь (6,6 дня) и минимумом – май (1,19 дня). Выделяется также 2 максимума в течение года – это весна и осень при среднемесечном показателе 3,3 дня. Картина распределения числа дней с туманом немного отличается от распределения видимости менее 1 км в течение года, что свидетельствует о влиянии других явлений на видимость.

На рисунке 6 отражен хронологический ход среднегодового количества дней с туманом. Можно отметить год с максимальным числом дней с туманом (2009), оно составляет 72,9 дня, и минимальным (2002) – 45,6 дня при среднем показателе 56,6 дня. Линия тренда отмечает тенденцию роста числа случаев с туманом, что прямо противоположно тенденции видимости менее 1 км и свидетельствует о потеплении климата.

В зависимости от времени года меняются условия образования туманов. В разное время года преобладают радиационные, адвективные или фронтальные туманы. Поэтому необходимо отдельно рассмотреть пространственное распределение туманов в весенне-летний и осенне-зимний периоды по территории республики (рисунки 7 и 8).

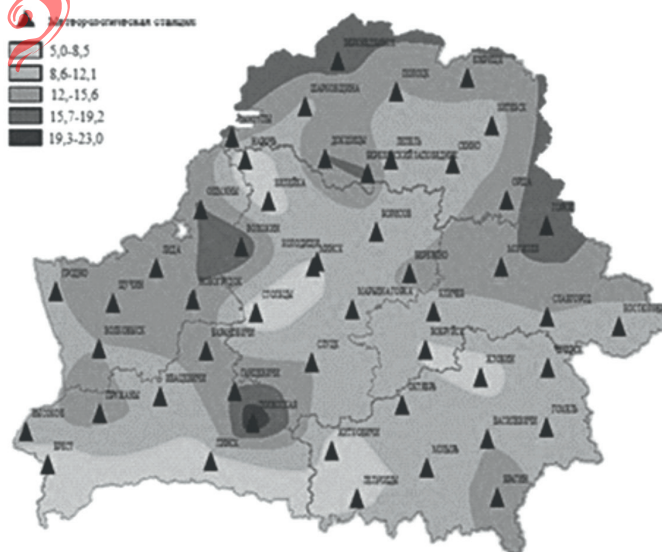


Рисунок 7 – Пространственное распределение среднегодового количества дней с туманом в весенне-летний период по республике (1989–2016)

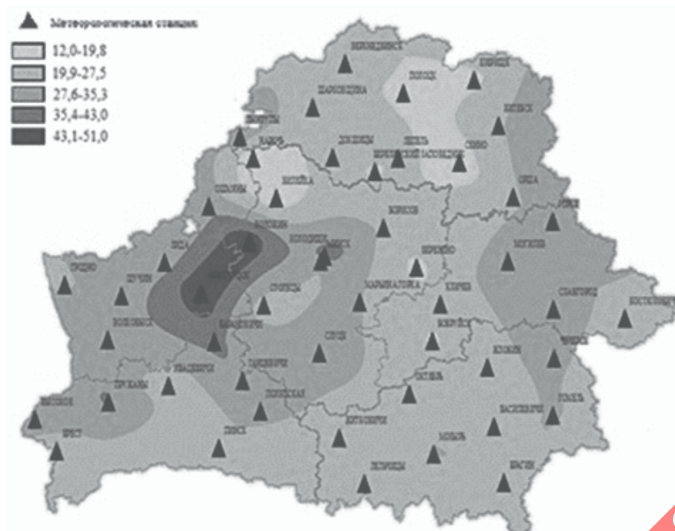


Рисунок 8 – Пространственное распределение среднегодового количества дней с туманом в осенне-зимний период по республике (1989–2016)

Из рисунка 7 следует, что распределение туманов в весенне-летний период напоминает рисунок пространственного распределения туманов в течение года. Максимальное количество дней с туманом зафиксировано на метеорологической станции Полесская (23,2 дня), что обусловлено болотистой местностью. Высокие значения туманов зафиксированы также на севере республики, где отмечается большое количество озер и рек. Минимальное количество дней с туманов зафиксировано на метеорологической станции Нарочь и Вилейка и составляет 5,0 и 6,0 дней соответственно. В целом распределение туманов условно можно назвать «подковообразным», которое распространяется с севера-запада на юго-восток и юго-запад Беларуси.

Из рисунка 8 следует, что пространственное распределение туманов в весенне-летний период различается с картосхемой распределения туманов в течение года. Максимальные значения зафиксированы в большей степени на западе республики. Абсолютный максимум отмечен на метеорологической станции Новогрудок (51,1 дня), чуть ниже на метеорологической станции Воложин – 50,5 дня, а минимальные значения зафиксированы на метеорологических станциях Вилейка и Нарочь, 12,2 и 12,3 дня соответственно. В целом количество туманов в

осенне-зимний период в 2 раза выше, чем в весенне-летний период.

Заключение. Видимость является одним из наиболее важных метеорологических составляющих, влияющих на посадку воздушных судов. В истории авиации совершалось немало авиационных происшествий по причине недостаточной видимости, а следовательно, эта проблема требует более пристального изучения.

В результате проведенного анализа фактических материалов установлено, что 2/3 от общего количества туманов приходится на холодное время года. Общая картина пространственного распределения видимости менее 1 км, включая максимумы и минимумы, совпадает с пространственным распределением туманов по территории республики и свидетельствует о ярко выраженном влиянии туманов на видимость. Динамика видимости менее 1 км показывает обратную тенденцию, что связано с влиянием и других метеорологических составляющих, таких, как ливневые осадки, метель и т. д. Среднегодовая динамика количества дней с туманом имеет положительную динамику, что свидетельствует о заметном влиянии потепления климата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астапенко, П. Д. Авиационная метеорология / П. Д. Астапенко, А. М. Баранов, И. М. Шварев. – М. : Транспорт, 1985. – 262 с.
2. Баранов, А. М. Авиационная метеорология / А. М. Баранов, С. В. Солонин. – Л. : Гидрометеоздат, 1981. – 384 с.
3. Богаткин, О. Г. Анализ и прогноз погоды для авиации / О. Г. Богаткин, В. Д. Еникеева. – Л.: Гидрометеоздат, 1992. – 272 с.
4. Волчек, А. А. Туманы на территории Беларуси и их изменчивость / А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Сахаровские чтения 2008 ч.: экол. проблемы XXI века: материалы 8-й междунар. науч. конф., 22–23 мая 2008 г., Минск, Республика Беларусь; под ред. С. П. Кундаса, С. Б. Мелехнова, С. С. Позняка. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2008. – С. 269–270.
5. Гаврилов, В. А. Видимость в атмосфере / В. А. Гаврилов. – Л. : Гидрометеоздат, 1966. – 324 с.
6. Леонович, И. И. Дорожная климатология: учебник / И. И. Леонович. – Минск : БНТУ, 2005. – 485 с.
7. Логинов, В. Ф. Пространственно-временные изменения повторяемости туманов на территории Беларуси и их причины / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование: сб. науч. тр. Вып. 16. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования НАН Беларуси; гл. ред. А. К. Карабанов. – Минск, 2009. – С. 41–48.
8. Логинов, В. Ф. Сравнение пространственно-временных особенностей изменений опасных метеорологических явлений в характерное и нехарактерное для них время года / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование: сб. науч. тр. Вып. 19 / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования НАН Беларуси; гл. ред. А. К. Карабанов. – Минск, 2011. – С. 5–21.
9. Матвеев, Л. Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы / Л. Т. Матвеев. – Л. : Гидрометеоздат, 1984. – 752 с.
10. Материалы многолетних наблюдений Гидромета за 1989–2016 годы.
11. Маховер, З. М. Методические рекомендации для АМСГ (АМЦ) по выявлению местных климатических особенностей аэродромов / З. М. Маховер, А. П. Пенков. – М. : Гидрометеоздат, 1981. – 28 с.

REFERENCES

1. Astapenko, P. D. Aviatsionnaya meteorologiya / P. D. Astapenko, A. M. Baranov, I. M. Shvarev. – M. : Transport, 1985. – 262 s.
2. Baranov, A. M. Aviatsionnaya meteorologiya / A. M. Baranov, S. V. Solonin. – L. : Gidrometeoizdat, 1981. – 384 s.
3. Bogatkin, O. G. Analiz i prognoz pogody dlya aviatsii / O. G. Bogatkin, V. D. Yenikayeva. – L. : Gidrometeoizdat, 1992. – 272 s.
4. Volchek, A. A. Tumany na territorii Belarusi i ikh izmenchivost / A. A. Volchek, I. N. Shpoka // Sakharovskiye chteniya 2008 ch.: ekol. problemy XXI veka: materialy 8-y mezhdunar. nauch. konf., 22–23 maya 2008 g., Minsk, Respublika Belarus; pod red. S. P. Kundasa, S. B. Melekhnova, S. S. Poznyaka. – Minsk : MGEU im. A. D. Sakharova, 2008. – S. 269–270.
5. Gavrilov, V. A. Vidimost v atmosfere / V. A. Gavrilov. – L. : Gidrometeoizdat, 1966. – 324 s.
6. Leonovich, I. I. Dorozhnaya klimatologiya: uchebnik / I. I. Leonovich. – Minsk : BNTU, 2005. – 485 s.
7. Loginov, V. F. Prostranstvenno-vremennyye izmeneniya povtoryayemosti tumanov na territorii Belarusi i ikh prichiny / V. F. Loginov, A. A. Volchek, I. N. Shpoka // Prirodopolzovaniye: sb. nauch. tr. Vyp. 16. / Nats. akad. nauk Belarusi, In-t prirodopolzovaniya NAN Belarusi; gl. red. A. K. Karabanov. – Minsk, 2009. – S. 41–48.
8. Loginov, V. F. Sravneniye prostranstvenno-vremennykh osobennostey izmeneniy opasnykh meteorologicheskikh yavleniy v kharakternoye i nekharakternoye dlya nikh vremya goda / V. F. Loginov, A. A. Volchek, I. N. Shpoka // Prirodopolzovaniye: sb. nauch. tr. Vyp. 19 / Nats. akad. nauk Belarusi, In-t prirodopolzovaniya NAN Belarusi; gl. red. A. K. Karabanov. – Minsk, 2011. – S. 5–21.
9. Matveyev, L. T. Osnovy obshchey meteorologii. Fizika atmosfery / L. T. Matveyev. – L.: Gidrometeoizdat, 1984. – 752 s.
10. Materialy mnogoletnikh nablyudeniy Gidrometa za 1989–2016 gody.
11. Makhover, Z. M. Metodicheskiye rekomendatsii dlya AMSG (AMTS) po vyyavleniyu mestnykh klimaticheskikh osobennostey aerodromov / Z. M. Makhover, A. P. Penkov. – M. : Gidrometeoizdat, 1981. – 28 s.