

# Методика расчета времени рассеивания адвективного тумана в южных районах Приморского края

Д. В. Черепанов, email:cherepanov.77@yandex.ru,  
Н. Е. Барсуков, А. А. Гордеев

ВУНЦ ВВС «ВВА им проф. Н.Ю. Жуковского и Ю.А. Гагарина  
(г. Воронеж)

***Аннотация.** В статье представлена методика расчета времени рассеивания адвективных туманов в весенне-летний период для прибрежных районов юга Приморского края.*

***Ключевые слова:** адвективные туманы, прогноз туманов, рассеяние тумана.*

## Введение

Туманы и густые дымки создают условия очень сложные для посадки самолетов из-за резкого ухудшения видимости, а включение бортовых фар при полете в тумане ночью приводит к возникновению светового экрана, к потере пространственного положения. При полете внутри тумана становится затруднительным сохранение горизонтального положения самолета и есть опасность скольжения на крыло при сильном крене. Также затрудняется ориентировка, так как земли не видно, а пользование компасом в этом случае затруднительно и требует обязательного применения в дополнение к нему, указателей искусственного горизонта. Трудность полета в тумане в основном заключается в трудности сохранения равновесия самолета при невидимой земной поверхности. Видя землю и горизонт, летчик все время имеет возможность судить о нахождении самолета относительно горизонта по видимому положению самого самолета относительно земли и, следовательно, может вовремя предупредить действием управления непроизвольное нарушение равновесия самолета. При полете в тумане эта возможность пропадает и выступает весь риск внезапной потери равновесия самолета [2].

Значения метеорологической дальности видимости определяют минимумы аэродромов и возможность влета и посадки воздушных судов, а также возможность выполнения авиационных работ. От точности прогноза времени рассеивания тумана зависит оперативность выполнения поставленных задач, особую актуальность прогноз видимости приобретает при проведении авиационных работ на морских

направлениях с привлечением авиации базирующейся на прибрежных аэродромах[3].

### **1. Условия образования адвективных туманов**

Образованию адвективного тумана, часто предшествует безоблачная или малооблачная погода в области повышенного давления со слабыми ветрами. Чем продолжительнее был период выхолаживания почвы и нижнего слоя воздуха, тем интенсивнее происходит следующее за выхолаживанием повышение температуры в данном месте, когда начинается адвекция теплого влажного воздуха на холодную подстилающую поверхность. В результате охлаждения происходит насыщение теплого воздуха и возникает низкая облачность, переходящая в туман.

Вероятность возникновения адвективного тумана тем больше, чем больше разность между значениями температуры и точки росы перемещающегося теплого воздуха и воздуха в пункте прогноза в исходный срок, дефицит точки росы в теплом воздухе при этом не должен превышать  $2^{\circ}\text{C}$  при положительной температуре воздуха. Указанные значения дефицита точки росы в начале траектории характерны для случаев образования тумана при скорости ветра у поверхности земли не более 10 м/с. Чем больше скорость ветра, тем интенсивнее турбулентный обмен в нижнем слое и, следовательно, перенос продуктов конденсации в подинверсионный слой. Именно этот фактор является решающим для ответа на вопрос, возникнет ли в результате адвекции теплого воздуха туман или слоистые облака[4].

С синоптической точки зрения адвективные туманы наблюдаются преимущественно в западной части антициклона, в восточной части и теплом секторе циклона, где барический градиент имеет достаточную величину для адвекции влажного теплого воздуха[5].

Целью настоящей работы является создание методики расчета времени рассеивания адвективного тумана (улучшения метеорологической дальности видимости до значений более 1000 метров). В качестве примера рассматривались адвективные туманы, образующиеся на южном побережье Приморского края.

При разработке методики рассматривались только синоптические ситуации благоприятные для образования адвективного тумана (передняя часть циклона, теплый сектор циклона и западная периферия антициклона) в период с апреля по август месяц включительно.

Количество случаев возникновения адвективного тумана по месяцам, представлены на рисунке 1.

Анализ рисунка 1 показывает, что наибольшая повторяемость адвективных туманов, наблюдается в июле.

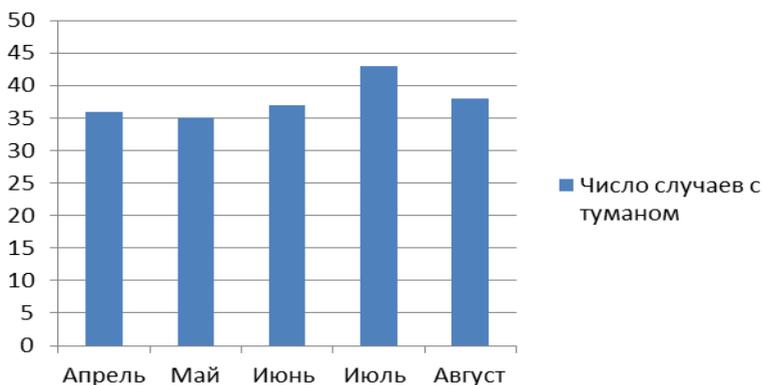


Рис. 1. Повторяемость дней с наличием адвективного тумана

## 2. Методика расчета времени рассеивания адвективного тумана

В основу методики было положено уравнение регрессии для расчета времени рассеивания тумана на прибрежных аэродромах[1]. Для его построения была сформирована архивная выборка объемом 189 случаев по результатам наблюдений в 2015-2019 гг. После отбора предикторов методом просеивания было получено уравнение регрессии для случаев образования тумана до восхода Солнца.

$$Y = 3,33 + 0,67 \Delta t + 0,001 S - 0,05 T_o \quad (1)$$

где  $Y$  – время существования тумана с момента образования;  $\Delta t$  – промежуток времени от образования тумана до восхода Солнца;  $S$  – толщина слоя инверсии;  $T_o$  – температура воздуха в момент образования тумана.

Для случаев, когда туман образовался после восхода Солнца уравнение регрессии имеет вид.

$$Y = -0,09 - 0,0005 S + 0,01 T_o + 0,13 \Delta T + 0,19 N \quad (2)$$

где  $Y$  – время существования тумана с момента образования;  $S$  – толщина слоя инверсии;  $T_o$  – температура воздуха в момент образования тумана;  $\Delta T$  – разница температур на нижней и верхней границах инверсии;  $N$  – количество облачности нижнего яруса.

Результаты прогноза времени рассеивания тумана за 2015 год представлены на рисунках 2 и 3.

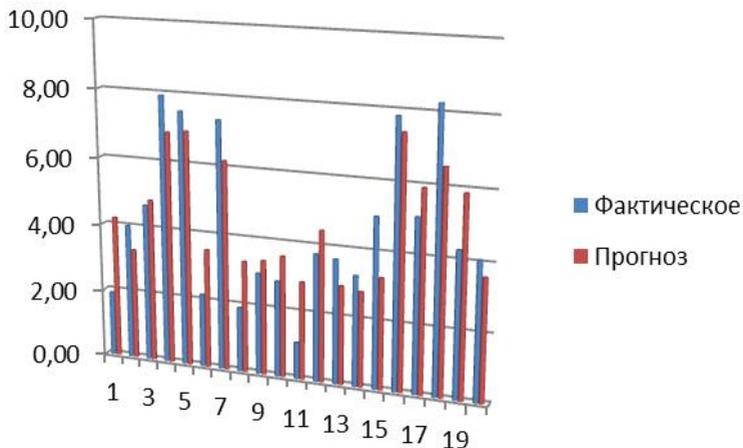


Рис. 2. Значения времени рассеивания тумана в случаях его образования до восхода Солнца за 2015 год.

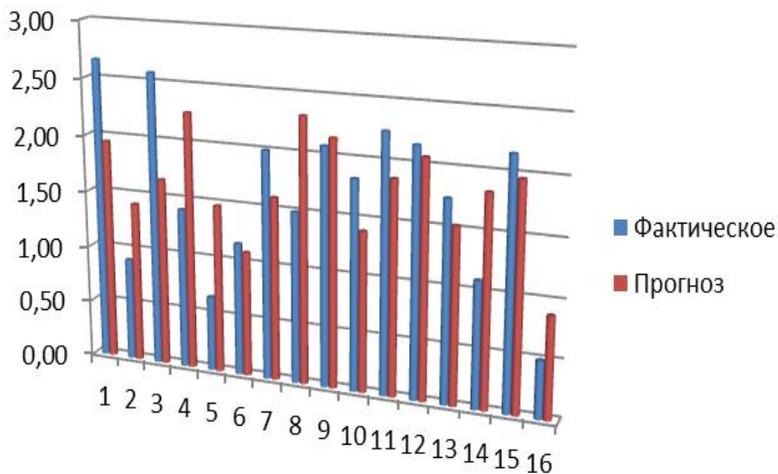


Рис. 3. Значения времени рассеивания тумана в случаях его образования после восхода Солнца за 2015 год.

Критерии успешности прогноза

Тип выборки	Обучающая выборка		Контрольная выборка	
Критерии успешности	Туман образовался до восхода Солнца	Туман образовался после восхода Солнца	Туман образовался до восхода Солнца	Туман образовался после восхода Солнца
СКО	1,01	0,47	0,98	0,53
САО	1,16	0,55	1,17	0,63

### Заключение

Оценка качества разработанной методики сводится к расчету критериев успешности количественных прогнозов.

В качестве оценки были выбраны такие критерии успешности, как: средняя абсолютная ошибка ( $\delta$ ), среднеквадратическое отклонение ( $\sigma$ ) и коэффициент корреляции между прогнозируемыми и фактическими значениями. Рассчитаны следующие критерии точности: для случаев образования тумана до восхода Солнца ( $\delta - 59$  мин;  $\sigma - 1$  час 10 мин;  $r=0,85$ ), для случаев образования тумана после восхода Солнца ( $\delta - 32$  мин;  $\sigma - 34$  мин;  $r=0,81$ ).

Так же, очень важным фактором является то, что в ходе разработки прогноза были минимизированы ошибки пропуска по отношению к ошибкам ложной тревоги, что существенно улучшает возможность применения разработанного способа при обеспечении полетов.

Подводя итог проделанной работы, можно сделать вывод о том, что разработанная методика позволяет достаточно точно прогнозировать время рассеивания адвективного тумана и может быть применена метеорологическими подразделениями при обеспечении полетных заданий.

### Список литературы

1. Ульшин И.И. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебное пособие. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. 187 с.
2. Баранов А.М., Солонин С.В. Авиационная метеорология. Гидрометеиздат, 1981, – 186 с.

3. Дорофеев В.В., Готцев Д.В., Гедзенко Д.В., Сумин А.Н. «Методика оценки соответствия метеорологических условий выполнению полетов на авиационные работы». Естественные и технические науки № 11, 2017, С.137 -140
- Баранов А.М., Солонин С.В. Авиационная метеорология. Гидрометеиздат, 1981, – 186 с.
4. Швер У.А. Климат Владивостока. – Л.: Гидрометеиздат, 1978, – 250 с.
5. Полякова О.О., Каплуненко Д.Д. Типы атмосферной циркуляции над северной частью Тихого океана и их изменчивость. // Изучение глобальных изменений на Дальнем Востоке/ ТИГ ДВО РАН. Владивосток, 2007, С. 141-150.