

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ

Том 108

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”
FACULTY OF PHYSICS

Volume 108

МЪГЛИ НАД ЛЕТИЩЕ БУРГАС ПРЕЗ ПЕРИОДА 2008–2014 г.

ЕЛЕНА ТОПУЗОВА^{1,2}, НИКОЛАЙ РАЧЕВ²

¹ ДП „РВД“, ЛЦ за ОВД Бургас, РПЦ

² Катедра „Метеорология и геофизика“

Елена Топузова, Николай Рачев. МЪГЛИ НАД ЛЕТИЩЕ БУРГАС ПРЕЗ ПЕРИОДА 2008–2014 г.

За седем годишен период от 2008 до 2014 г. са разгледани и анализирани сто двадесет и осем синоптични обстановки с мъгла над летище Бургас. Базирайки се на типизации на мъгли, предложени в предишни изследвания, се правят изводи за най-често срещаните синоптични обстановки с образуване на мъгли за летище Бургас. Показано е, че адвективните фактори имат определящ принос при възникването на мъгли над летището. Изследвана е междугодишната и сезонната изменчивост на броя и видовете мъгли. Разгледани са няколко конкретни случая на формиране на дълготрайни мъгли над летище Бургас.

За контакти: Елена Топузова, Катедра „Метеорология и геофизика“, Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“, бул. „Джеймс Баучър“ 5, София 1164, телефон: +359 2 9623157, факс: +359 2 962 52 76; E-mail: elipeter780@yahoo.com

For a period of seven years from 2008 to 2014 we examine and analyze one hundred and twenty-eight synoptical situations with fogs over Burgas airport. According to the previous fog classifications, we draw conclusions about the most frequent synoptic situations with fogs over Burgas airport. It is shown that the advection plays most important role during the fog formation over the airport. The interannual and seasonal variability of the fogs are studied. Some actual cases of fog formation over Burgas airport are examined.

Keywords: fog

PACS numbers: 92.60.-e

1. УВОД

Постоянното усъвършенстване на летателните апарати, подобряването на наземното техническо оборудване на летищата и надеждното метеорологично обслужване са необходими предпоставки за повишаване сигурността на полетите. Съществуват редица атмосферни процеси и явления, които могат да доведат до увеличаване на риска при извършване на полетите, а в редица случаи и до невъзможност за провеждането им. Доказано е, че най-опасните за авиацията метеорологични явления са тези, свързани с намаляване на видимостта и снижаване на долната граница на облаците. Авиационната практика показва, че намаляването на хоризонталната видимост в зоната на летищата най-често е свързана с формирането на мъгла (намаляние на хоризонталната видимост в приземния слой под 1000 m). Успешната прогноза за продължителността и интензивността на мъглите през зимните и преходните месеци е важна част от оперативната работа на синоптика и е от съществено значение за планирането и изпълнението на полетите.

Формирането на мъгла зависи от множество фактори – наличието на достатъчно кондензационни ядра в атмосферата, температурата и влажността в атмосферата, състоянието на подложната повърхност, количеството и вида на облачността, вятъра и турбулентността в приземния слой, особеностите на релефа и др. До голяма степен изброените фактори са свързани със синоптичните процеси в атмосферата и затова основна задача при прогноза на мъглите е да се установят най-благоприятните синоптични условия за формирането им. В изследването на Годев [1] са анализирани синоптичните условия, благоприятстващи формирането на мъгли в България, и е направена тяхната типизация. Последната ще бъде използвана в настоящата работа, като е важно да се отбележи, че тя е валидна предимно за мъгли, формиращи се във вътрешността на страната, но не и за района на българското черноморско крайбрежие. Изследванията на редица автори [2] показват, че използваните методи за успешна прогноза на мъгли в даден район не са подходящи за дру-

ги райони, доколкото е от голяма важност и отчитането на редица локални фактори. Конкретно за летище Бургас това са близостта му до: 1) голям воден басейн (Черно море); 2) няколко по-малки водоема (Бургаските езера) и 3) голям промишлен център.

Именно с цел отчитане и на локалните фактори, водещи до образуване на мъгли, е проведено изследването на Иванов [3]. В него са анализирани условията за възникване на мъгли на летище Бургас за периода 1981–1995 г. и са определени характеристиките им.

Основните цели на настоящото изследване е чрез анализ на синоптичните условия да се установят главните причини за формиране на мъгли на летище Бургас за периода 2008–2014 г., да се проследи междугодишната и сезонната изменчивост на броя им и да се направи типизация на мъглите за конкретното летище, като се използват типизациите, предложени в предишните изследвания [1, 3]. В последния раздел на статията са разгледани три случая на формиране на мъгла над летище Бургас.

2. СИНОПТИЧНИ УСЛОВИЯ ЗА ОБРАЗУВАНЕ НА МЪГЛИ НАД БЪЛГАРИЯ

В изследването на Годав [1] е установено, че над територията (която не е в близост до Черно море) на България най-често се формират мъгли на охлаждане, от които превес имат радиационните мъгли, следвани от два типа адвективно-радиационни мъгли. Мъглите на изпарение са по-редки и не са включени в предложената от автора типизация. В изследването на Иванов [3] е показано, че за района на черноморското крайбрежие на България по-често са адвективните мъгли.

Според Годав [1] над България има две характерни синоптични обстановки, при които се създават благоприятни условия за адвективно-радиационни мъгли, наречени адвективно-радиационни мъгли от 1^{-ви} тип и адвективно-радиационни мъгли от 2^{-ри} тип. Третият тип мъгла е радиационната.

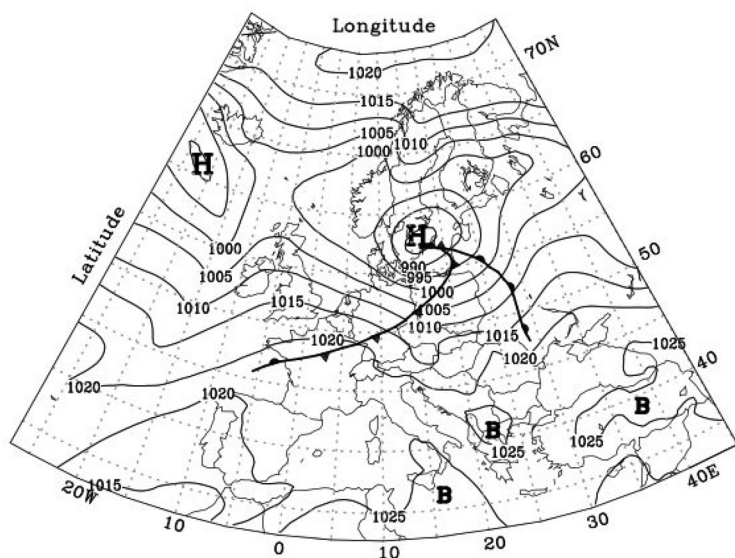
При адвективно-радиационна мъгла от първи тип (фиг.1) южните райони на Европа се намират в обширен топъл сектор на циклон с център над северната част на континента. Над Черно море и България се обособяват центрове на високо атмосферно налягане и над страната ни нахлува топъл океански въздух. При тези обстоятелства времето е почти безоблачно, което благоприятства за допълнителното радиационно изстиване на приземния въздух и формирането на мъгла. В случаите, при които централният циклон е над Скандинавския полуостров и Прибалтика, през страната ни преминава така наречената „опашка“ на топъл фронт от запад на изток. Когато това се случва в сутрешните часове, тогава се образуват най-гъстите адвективно-радиационни мъгли [1].

При адвективно-радиационна мъгла от втори тип по Гоев (фиг. 2) България попада в югозападната част на обширен антициклон с център над североизточна Русия. Над Атлантическия океан при Западна Европа е обособен централният циклон и от югозапад/юг се осъществява адвекция на топъл и влажен въздух с океански произход. През страната не преминава добре очертана граница на топъл атмосферен фронт и мъглите са с комбиниран произход – адвективно-радиационни [1].

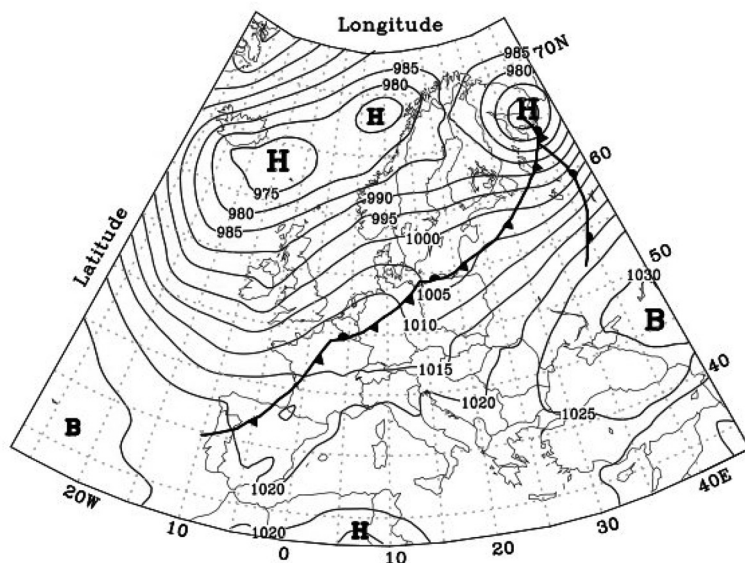
При мъгла от трети тип по Гоев [1] синоптичната обстановка е обширен антициклон, разположен над централна Европа, чийто център е обособен над България. Това осигурява тихо и почти безоблачно време и чувствително изстиване на приземния въздух.

На югозапад от България е разположен бавно движещ се средиземноморски циклон, като мъглите започват да се формират тогава, когато във височина под негово влияние настъпва адвекция на топъл въздух. Мъглата дисипира след разрушаване на баричния гребен и изчезване на приземната температурна инверсия [1]. Поради споменатата по-горе причина радиационната мъгла не представлява особен интерес в настоящата работа.

Изследването на Иванов [3] разглежда образуването на мъгли на летище Бургас и след отчитане на локалните особености за района на черноморското крайбрежие на България и основните причини за формиране, мъглите са разделени на 6 вида: 1) радиационна; 2) адвективна; 3) адвективна морска; 4) адвективно-радиационна при ясно небе; 5) фронтална; 6) мъгла при снижение на ниски облаци.



Фиг. 1. Схема на приземното барично поле при мъгла от тип 1 [1]



Фиг. 2. Схема на приземното барично поле при мъгла от тип 2 [1]

В настоящото изследване е използвана друга класификация на типовете мъгли над летище Бургас, която, от една страна, съответства на широко използваната синоптична класификация на Гоев [1], а от друга страна, подчертава особеностите при формирането на крайбрежни мъгли. Основната цел на използването на тази класификация е да се сравнят резултатите от настоящото и предишните две [1, 3] изследвания. Образованите мъгли над летище Бургас са разделени на 6 вида: 1) радиационна; 2) адвективна; 3) адвективно-радиационна от 1-ви тип по [1]; 4) адвективно-радиационна от 2-ри тип по [1]; 5) фронтална; 6) адвективно-радиационна при различни синоптични условия от тези при адвективно-радиационна от 1-ви и 2-ри тип.

3. ИЗПОЛЗВАНА МЕТЕОРОЛОГИЧНА ИНФОРМАЦИЯ

Изследваният в настоящата работа период е от 01.01.2008 – 11.09.2014 г. Тази продължителност от близо 7 години е избрана, за да съответства на периода в изследването на Иванов [3]. За идентифициране на моментите на формиране и разсейване на мъгли на летище Бургас са използвани редовните авио-метеорологични съобщения METAR на Световната организация за гражданска авиация (ICAO) [4]. Съобщенията METAR се излъчват на всеки 30 минути и съдържат данни за вятъра, видимостта, метеорологичните явления в момента на наблюдението, облачността, температурата, точката на оросяване, атмосферното налягане и др. Използването на информацията от

съобщенията METAR позволява да бъдат определени моментите на падане и вдигане на мъглата с точност до половин час и да се определят приземните метеорологични условия по време на мъглата. За случай с мъгла се смятат ситуацияите с намалена хоризонтална видимост под 1 km, независимо дали мъглата е повсеместна, частична или на вълма. За край на мъглата се счита моментът, в който тя е преминала в димка или хоризонталната видимост е над 10 km.

За определяне на синоптичната обстановка за формирането на мъгла над летище Бургас и за определяне на нейния вид са анализирани синоптични карти на Европа по архивни данни от числени модели за прогноза на времето (GFS [5, 6]), атмосферни реанализи (ECMWF [7], NCEP [8]), а също така и архивни данни от измервания [9], приземни синоптични карти [10, 11] и анализирани данни от сондажи на атмосферата [12]. Всички данни и карти са свободно достъпни в интернет.

За всяка една от метеорологичните обстановки с мъгла над летище Бургас са анализирани редица карти и е получена следната информация. От приземните карти (атмосферен анализ) на Европа на метеорологичните служби на Германия [10] и Великобритания [11] се определят баричните образувания при земята и свързаните с тях фронтални системи. От комбинираните карти на приземното барично поле, на баричната топография на 500 hPa и на относителната топография 500–1000 hPa [5] се определят баричните образувания във височина, както и адвекцията на студ или топлина, а също и влажността на въздушната маса на ниво 700 hPa. От поредицата карти от атмосферни анализи [6] и реанализи [7, 8] се допълва информацията, необходима за анализ на обстановките с комбинираните карти на приземно барично поле и геопотенциал на 500 hPa и температура на 850 hPa. Определя се типът на въздушната маса – топла или студена, както и нейната стратификация – устойчива или неустойчива въздушна маса. Наличието на приземни и приповдигнати инверсии на температурата се определя по данните от атмосферния сондаж [12]. Използването на няколко източника на метеорологична информация се налага поради факта, че различните данни са архивирани през интервали от 3, 6 или 12 часа.

4. МЪГЛИ НАД ЛЕТИЩЕ БУРГАС ЗА ПЕРИОДА 2008–2014 Г.

4.1. ВИДОВЕ МЪГЛИ НАД ЛЕТИЩЕ БУРГАС

През разглеждания 7-годишен период над летище Бургас са регистрирани общо 128 случая с мъгла. След анализа на условията за формиране на мъглите, описан в раздел 3, и при използване на класификацията, предложена в раздел 2, са получени следните резултати за реализацията на шестте типа мъгли:

1) адвективно-радиационни, които не подлежат на типизация по [1] – 42 случая;

2) адвективни – 35 случая;

3) адвективно-радиационни от 1-ви тип по [1] – 14 случая;

4) адвективно-радиационни от 2-ри тип по [1] – 22 случая;

5) фронтални – 9 случая;

6) радиационни – 6 случая.

На фиг. 3 е представен относителният дял (в проценти) на шестте типа мъгла, формирувани над летище Бургас, през разглеждания период.



Фиг. 3. Типове мъгла над летище Бургас през периода 2008–2014 г.

От фиг. 3 се вижда, че само една трета от образуваните мъгли могат да бъдат класифицирани по Гоев [1]. Това ясно показва преобладаващата роля на адвективните фактори, водещи до образуване на мъгли по черноморското крайбрежие. За вътрешността на страната определящи са радиационните фактори [1].

За настоящата работа особен интерес представляват четиридесет и два от разглежданите случаи, които съществено се различават от предложената по Гоев [1] типизация за адвективно-радиационни мъгли. След направения анализ се стига до извода, че при тях синоптичните обстановки се характеризират с размито барично поле от антициклонален или циклонален тип. Преобладаваща е адвекцията на топъл и влажен въздух с черноморски произход, вятърът е от изток-югоизток до източен, който в съчетание с нощното радиационно изстиване при слабоградиентно барично поле и преориентиране на вятъра от югозапад способства за формирането на адвективно-радиационен тип мъгла.

Допълнителен принос за образуването на мъгла имат местната орография и промишлените предприятия. На югозапад от летището последните създават по-висока концентрация на кондензационни ядра, които благоприятстват формирането на мъглата. В часовете след полунощ при слабоградиентни барични полета вятърът по денонощен ход се ориентира от югозапад и е слаб

– 2–3 m s⁻¹. Той пренася образувалата се югозападно от летището мъгла над района на летището. От съществено значение в този случай са ориентацията на бреговата линия и разположението на няколко малки водоема югозападно от летището.

Прави впечатление, че при тези ситуации няма добре изразени фронтални системи или ако такива има, то те са разположени на север от страната ни. На синоптичните карти няма и ясно изразен антициклон в близост до територията на страната.

Да направим съпоставка между получените в настоящата работа резултати и изследването на Иванов [3]. И в двете изследвания се разглеждат 7-годишни периоди, съответно 1985–1991 г. и 2008–2014 г. През първия период са регистрирани общо 119 случая с мъгла над летище Бургас, а през втория – 128 случая. Както се вижда, ситуацията с мъгла през годините остават без съществена промяна.

В изследването на Иванов [3] мъглите над летище Бургас са разделени също на шест типа, но са използвани различни критерии от тези в настоящата работа. Иванов [3] разглежда следните видове мъгли: адвективна; радиационна; фронтална; мъгла при снижение на ниски облаци; адвективно-радиационна при ясно небе и адвективна-морска мъгла. Първите три от видовете мъгли и в двете изследвания съвпадат. Ако в изследването на Иванов [3] обединим останалите 3 вида мъгли, а в настоящото изследване обединим адвективно-радиационните, които не подлежат на типизация по Годав [1], адвективно-радиационните от 1-ви и от 2-ри тип и ги наречем за кратко адвективно-радиационни, ще може да направим съпоставка с резултатите от предходния период [3]. Резултатите са представени в табл. 1.

Таблица 1. Брой и относителен дял (в проценти) на случаите с различни видове мъгла над летище Бургас за периодите 2008–2014 г. и 1985–1991 г.

2008–2014 г.			1985–1991 г. [3]		
Вид мъгла	Брой	(%)	(%)	Брой	Вид мъгла
Радиационна	6	4,7	4,2	5	Радиационна
Фронтална	9	7,0	13,5	16	Фронтална
Адвективна	35	27,3	35,3	42	Адвективна
Адв.-рад. 1-ви тип	22	17,2	12,5	15	Снижение на н. обл.
Адв.-рад. 2-ри тип	14	11,0	5,9	7	Адв.-рад. ясно небе
Адв.-рад.	42	32,8	28,6	34	Адв.-морска

Резултатите от настоящото изследване потвърждават основните изводи на Иванов [3]. И в двете работи се стига до заключението, че на летище Бургас най-малко са случаите с радиационна мъгла (4–5 %), следвани от фронталните (7–13 %). Около една трета от всички образували се над летище Бургас мъгли са чисто адвективни (27–35 %). Адвективно-радиационните мъгли са

най-чести (47–61 %). Естествено е да има известни различия в броя на видовете мъгли между двете изследвания, доколкото: 1) определянето на вида на мъглата е до известна степен субективно; 2) използват се две различни класификации; 3) има значителна междугодишна изменчивост на образуването на мъгла. Последното ще бъде разгледано в следващия параграф.

4.2. МЕЖДУГОДИШНА И МЕСЕЧНА ИЗМЕНЧИВОСТ НА МЪГЛИТЕ

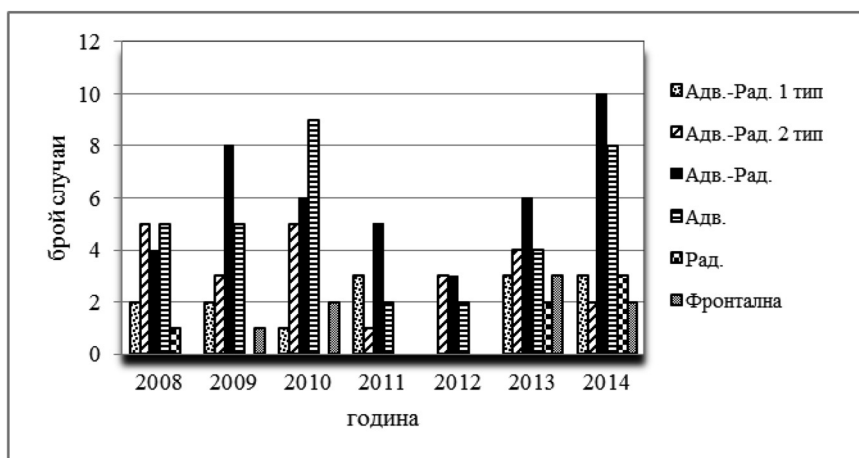
Регистрираните случаи с мъгла на летище Бургас през разглеждания период варират от 8 през 2012 г. до 28 през 2014 г. (табл. 2). Тази съществена междугодишна изменчивост е свързана с преобладаващата през студеното полугодие атмосферна циркулация над Европа, и в частност над Балканския полуостров. Това резултира в съществена междугодишна изменчивост на температурите и количествата валежи, както е показано в [13], и съответно върху условията за образуване на мъглите над България. Ярък пример за това е краят на 2013 и началото на 2014 г., когато преобладаващата атмосферна циркулация над Европа се характеризира с преминаване на серии от дълбоки атлантически циклони с центрове, движещи се по линията Исландия–Скандинавски полуостров, а над югоизточна Европа баричното поле най-често е слабоградиентно антициклонално [5, 10]. Това са едни от най-благоприятните условия за образуване на мъгли над страната [1].

Таблица 2. Брой и процент на случаите с мъгла над летище Бургас за периода 2008–2014 г.

Година	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Брой случаи	17	19	23	11	8	22	28
% от всички случаи	13,3	14,8	18	8,6	6,2	17,2	21,9

На фиг. 4 е показано годишното разпределение на типовете мъгла през разглеждания период. От табл. 1 и фиг. 4 се вижда, че най-малък е броят на мъглите през годините 2011 и 2012. Анализът показва, че малкият брой мъгли през 2012 г. се дължи до голяма степен на пълното им отсъствие през януари и декември – два от месеците, които обикновено са с най-голям брой мъгли [3]. През по-голямата част на януари 2012 г. е бил добре изразен азорският максимум с развитие на гребен или отрог над централна и югозападна Европа, а към края на месеца към страната ни се придвижва и гребен на високо атмосферно налягане от сибирския антициклон [5, 10, 11]. Територията на България остава в периферията на централните на високо атмосферно налягане. При такива синоптични обстановки вятърът на летище Бургас е бил преобладаващо от север-северозапад със средна скорост около 5 m s^{-1} и се е осъществила адвекция на студена и суха въздушна маса с арктичен произход. През по-голямата

част на декември 2012 г. отново са добре изразени азорският и сибирският антициклон и същевременно се активизира и Средиземноморският център на циклогенез. Формираните средиземноморски циклони са обикновено плитки и преминават по т. нар. южен път, а територията на България попада в северната им част [10, 11]. Вятърът над Черноморието е с преобладаваща посока от североизток, север или северозапад и се осъществява адвекция на студен въздух с ниско влагосъдържание [9]. При описаните синоптични обстановки няма благоприятни условия за образуване на мъгли над летище Бургас. Допълнително през месеците от март до ноември 2012 г., средномесечните температури са били средно с около 2 °С над нормалните и е преобладавала адвекция на сравнително топъл и сух въздух.



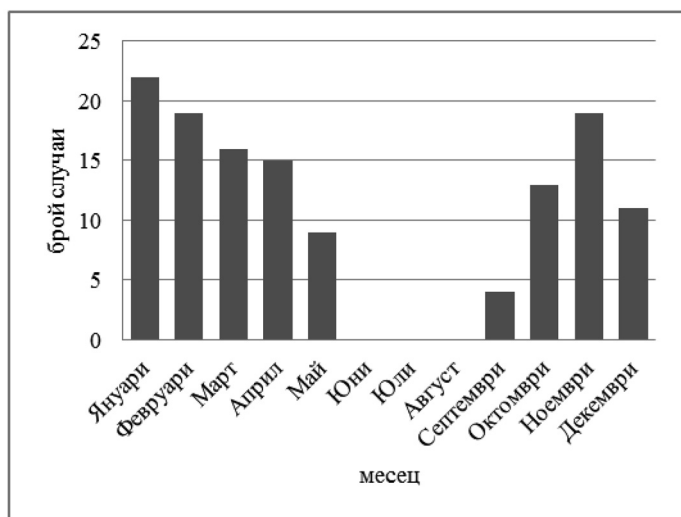
Фиг. 4. Разпределение на типовете мъгла над летище Бургас по години за периода 2008–2014 г.

През 2011 г. са регистрирани мъгли на летище Бургас само през месеците януари, март, май и декември. Една от причините за липсата на мъгли през октомври и ноември отново са синоптичните условия, които се характеризират с честото формиране на антициклони над централна Европа или европейската част на Русия [10]. Над територията на България се осъществява адвекция предимно на студен сух въздух от север. Средно-деноношните температури на летище Бургас са по-ниски от нормалните, а средното атмосферно налягане е над нормата – 1020,2 hPa през октомври и 1026,7 hPa през ноември. Валежите през ноември 2011 г. са само около 1 % от нормата [9].

Максимумът на случаите с мъгла на летище Бургас е през 2014 и 2010 г. През 2010 г. с най-много мъгли е бил ноември, когато над Средиземноморието често се формират циклони, преминаващи над територията на страната. Средномесечното атмосферно налягане в Бургас за ноември 2010 г. е под нор-

мата – 1013,6 hPa, а средномесечната температура е с около 4 °C над нормата и преобладаваща е била адвекцията на топъл и влажен въздух от югозапад и юг [9–11]. През цялата 2010 г. преобладават адвективните мъгли (фиг. 4). Няколко случая на мъгли през 2014 г. са по-подробно разгледани в следващия раздел.

На фиг. 5 е представена хисторама на месечното разпределение на мъглите над летище Бургас за периода 2008–2014 г. Не се наблюдава образуване на мъгли през летните месеци – от юни до август. Най-чести са мъглите през януари, февруари и ноември. Голям е броят на мъглите и през март, април, октомври и декември. Тези резултати в общи линии съответстват на представените от Годав [1] за вътрешните райони на страната, но има и някои разлики. В изследването на Годав [1] честотата на мъглите е максимална през ноември, следвана от януари, декември и февруари, като максимумите са много добре изразени. В настоящото изследване е съществен и броят на мъглите през март и април. Анализът на данните показва, че най-често срещаната причина за образуване на мъгли над летище Бургас през март е адвекцията на топъл и влажен въздух от юг. През март температурата на повърхностните води на Черно море обикновено е по-ниска от тази на височината на метеорологичната клетка и при адвекция от морето рядко се образуват мъгли. През април средната температура на въздуха на 2 m височина е почти колкото тази на морската вода и мъгли се формират при адвекция от юг или от изток и радиационно охлаждане на въздуха през нощните часове.

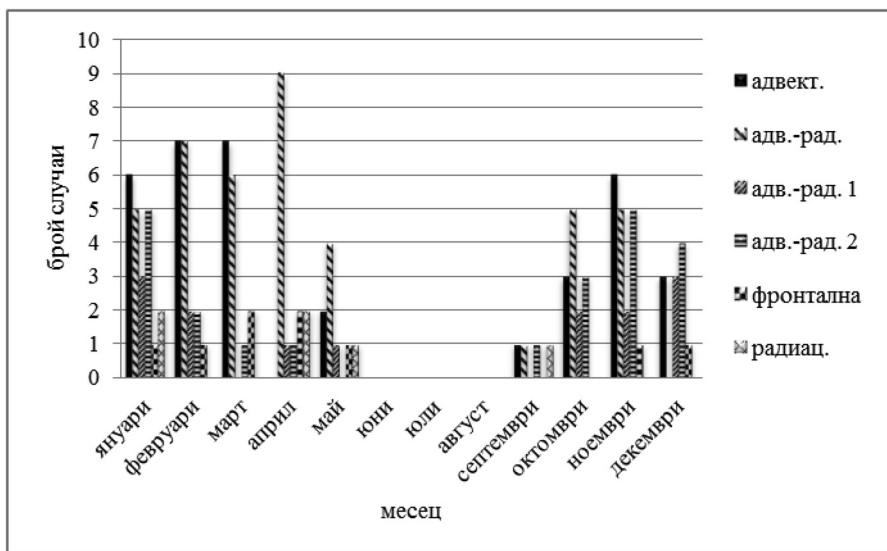


Фиг. 5. Месечно разпределение на броя на мъглите над летище Бургас за периода 2008–2014 г.

Резултатите за разпределението по месеци на мъглите над летище Бургас от настоящото изследване се съгласуват по-добре с тези от работата на Ива-

нов [3]. И тук обаче има известно разминаване, доколкото според [3] максимумът на броя на мъглите е през декември. Причина за това несъответствие най-вероятно са късите периоди на изследване.

На фиг. 6 е представено месечното разпределение на различните типове мъгли над летище Бургас. Адвективните мъгли над летището са най-чести през януари, февруари, март и ноември, като през тези месеци те са и преобладаващият тип мъгли. Единствено през месец април не са регистрирани чисто адвективни мъгли.



Фиг. 6. Разпределение на типовете мъгла над летище Бургас по месеци за периода 2008–2014 г.

Адвективно-радиационните мъгли са най-много през април, но преобладават и през май и октомври. Адвективно-радиационните от 1-ви тип са най-чести през декември и януари, но техният брой е винаги по-малък или равен на този от 2-ри тип. Адвективно-радиационните от 2-ри тип имат максимум през ноември и януари, а са преобладаващ тип мъгла през декември. Фронтални мъгли се формират по 1–2 пъти месечно с изключение през октомври и ноември. Чисто радиационните мъгли са най-малко на брой и през разглеждания период са се образували по два пъти през януари и април.

5. ТРИ СЛУЧАЯ НА ОБРАЗУВАНЕ НА МЪГЛИ НАД ЛЕТИЩЕ БУРГАС

От изложеното в предишния раздел е ясно, че най-чести са мъглите над летище Бургас през януари. През разглеждания период най-много случаи с

мъгла през януари на летището е имало през 2008 и 2014 г., съответно 6 и 5 случая. Затова са избрани за анализиране три случая с мъгла от тези години. Именно през януари 2008 и 2014 г. над България е имало най-благоприятни условия за образуване на мъгли през последното десетилетие. Например над София през тези години са регистрирани мъгли през 15 дни от месеца, като е имало интервали от по 4 дни без вдигане на мъглата [9]. Над летище Бургас броят на дните с мъгла е бил по-малък и обикновено през деня мъглата е преминавала в димка.

Първият случай е адвективната мъгла на 8.01.2014 г. На предишния ден 07.01.2014 г. през интервала 12–18 UTC вятърът е ориентиран от морето (ESE–E), скоростта му е 2–3 m s⁻¹, облачността е разкъсана до плътна, слоеста с долна граница 30–90 m. Хоризонталната видимост варира от 1600 до 4500 m (димка). Температурата на въздуха е 5–6 °C, относителната влажност е 100 %, атмосферното налягане е 1025–1026 hPa. От 18 до 02 UTC на 08.01 вятърът се преориентира от NEE 1–2 m s⁻¹ до слаб неориентиран 1 m s⁻¹. Видимостта се променя от 2 до 5 km. Облачността е плътна, слоеста с издигане на долната граница до 120–150 m. Температурата остава непроменена – 6 °C, относителната влажност и атмосферното налягане също.

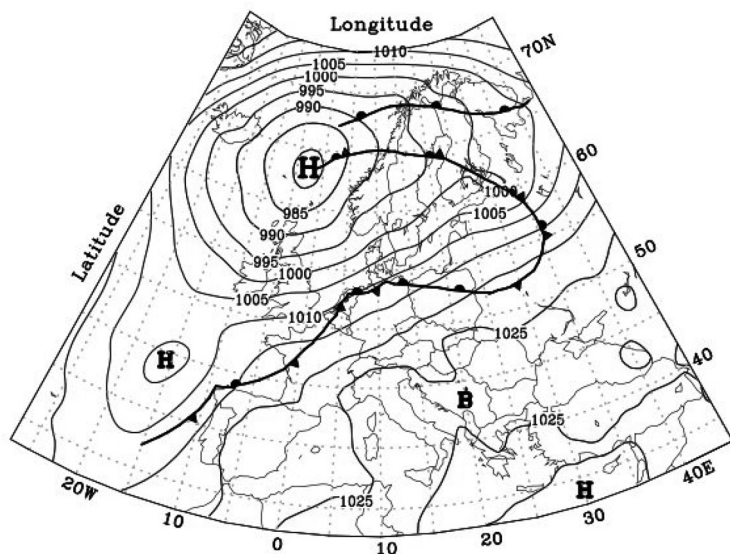
На фиг. 7 е представена карта на приземното налягане в 00 часа на 8.01.2014 г.

Синоптичната обстановка над територията на България (фиг. 7) е обусловена от размито барично поле от антициклонален тип. На северозапад от страната ни е разположен оклюдиращ атлантически циклон. На ниво 500 hPa над южните райони на страната е разположена северната част на бавноподвижен средиземноморски циклон с приземен център южно от България.

В интервала от 02:00 до 09:30 UTC на 8.01.2014 г. приземният вятър се преориентира от SW–W със скорост 2 m s⁻¹ и на летище Бургас се формира адвективна мъгла с хоризонтална видимост 300–700 m и вертикална видимост 30 m. Температурата е 5 °C, атмосферното налягане се повишава до 1027 hPa.

От 09:00 до 13:00 UTC настъпва временно подобрене на хоризонталната видимост до 1300–3500 m, намалена от димка. Вятърът е слаб, неориентиран 1 m s⁻¹. Температурата и относителната влажност остават без промяна, съответно 4–5 °C и 100 %, атмосферното налягане се понижава с 2 hPa.

На 08.01 от 13:30 UTC до 23:30 UTC отново се установява адвективна мъгла с хоризонтална видимост 400–700 m и вертикална видимост 30 m, като температурата остава без промяна – 4–5 °C, а вятърът е от NW–W 1–2 m s⁻¹. След 23:30 UTC на 08.01 мъглата преминава в адвективно-радиационен тип, вплътнява се до 200 m, температурата на въздуха се понижава до 1 °C, а вятърът е от W–SW със скорост 2–4 m s⁻¹.



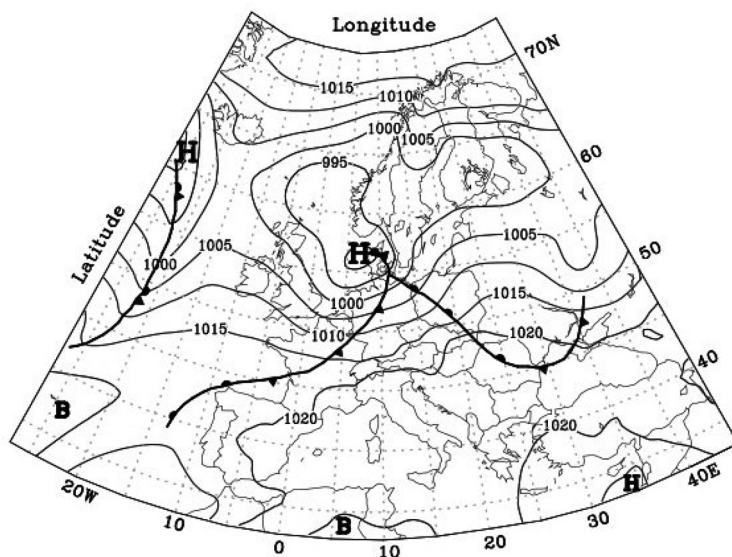
Фиг. 7. Карта на приземното барично поле на 08.01.2014 г. в 00 UTC

След 09 UTC на 09.01 настъпва рязко подобрение на видимостта до 6–8 km вследствие на бързото повишаване на температурата от 2 °C до 4 °C и достигане на максимална такава от 8 °C в 12:30 UTC.

На фиг. 8 е представена карта на приземното налягане на 9.01.2014 г., 12:00 UTC. От нея се вижда, че над територията на страната ни се е формирала барична седловина. На северозапад от България е разположен многоцентров атлантически циклон, а на югоизток – депресия. Местоположенията на баричните образувания на фиг. 7 и фиг. 8 почти съвпадат, но съществуват и някои съществени различия, довели до промяна на условията за формиране на мъгли над летище Бургас в периода 08–10.01.2014 г. Анализът на поредицата синоптични карти от 08.01 и 09.01 [6, 7, 10] показва, че се е осъществила регенерация на оклюдиращия дълбок циклон с център между Исландия и Скандинавския полуостров (фиг. 7), осъществена от бързото придвижване на североизток на вторичния циклон с център западно от Пиринейския полуостров. За около 36 часа вторичният циклон заема мястото на стария бавноподвижен запълващ се циклон, но центърът му е с около 1000 km южно. При това се активизират атмосферните фронтове и територията на България се оказва в топлия сектор на задълбочаващия се млад циклон. Доколкото развитието на новия циклон се извършва на фона на стария, то новият циклон от самото начало е високо барично образувание [14].

През следващите часове времето над Балканския полуостров остава динамично, доколкото при бавното изтегляне на циклона над източното Средиземноморие (фиг. 8) от югозапад и от изток към територията на България

се изграждат барични гребени, по перифериите на които се пренасят топли въздушни маси с различно влагосъдържание. Синоптичната обстановка се усложнява допълнително от наличието на квазистационарен фронт над северозападната част на Черно море, който е част от оклюзионния фронт на запълващия се стар циклон.



Фиг. 8. Карта на приземното барично поле на 09.01.2014 г. в 12 UTC

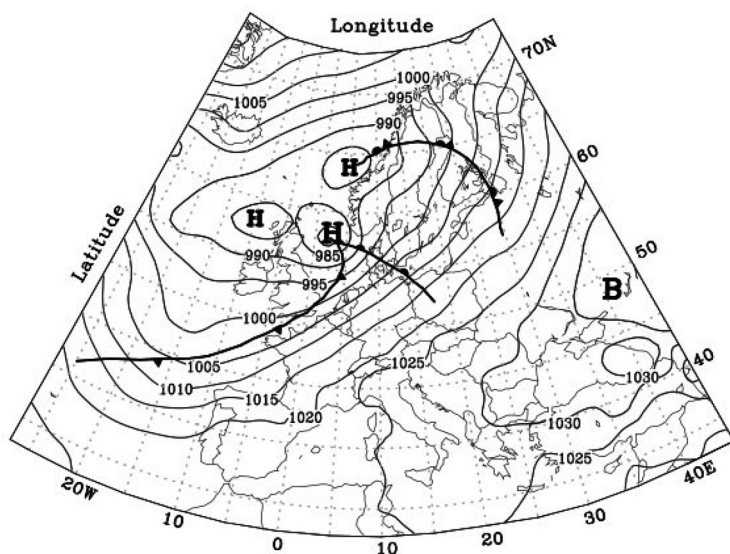
Динамиката на времето на 09 и 10.01.2014 г. по данни от съобщенията METAR на летище Бургас е, както следва. От 09:30 до 13:30 UTC на 09.01 вятърът е слаб, неориентиран $1\text{--}2\text{ m s}^{-1}$ до ориентиран от морето ESE, 2 m s^{-1} . Облачността е разкъсана слоеста с долна граница 60 m, намаляваща до частична слоеста на 270 m. Максималната температура е $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, хоризонталната видимост – 7–8 km. Атмосферното налягане се понижава от 1023 до 1021 hPa.

След 14 UTC на същия ден до 08 UTC на 10.01 над летището се формира адвективно-радиационна мъгла от 1-ви тип по [1] с хоризонтална видимост 200–450 m и вертикална такава 30 m. Температурата на въздуха от $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 14 UTC се понижава до $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сутрешните часове. Вятърът от североизточен в 18 UTC (2 m s^{-1}) се преориентира в югозападен ($2\text{--}4\text{ m s}^{-1}$) след 23:30 UTC. Атмосферното налягане се понижава до 1017 hPa. След 08:30 UTC на 10.01 настъпва рязко подобрение на видимостта до 6–9 km вследствие засилването на вятъра от югозапад-запад ($5\text{--}6\text{ m s}^{-1}$), който към 10 UTC достига 10 m s^{-1} . Подобрението на видимостта настъпва с попадането на страната ни в барична долина.

Последният случай, който се разглежда, е формирането над летище Бургас на адвективно-радиационна мъгла от 2-ри тип по Гоев [1], която се е задържала близо седмица и е предизвикала съществени проблеми при изпълнение на полетите. Най-продължителният период с мъгла без прекъсване е от 15 UTC на 10.01.2008 до 11 UTC на 12.01.2008 г. Преди това, на 3.01 и 4.01, от север-северозапад над страната нахлува студен сух арктичен въздух в югозападната част на антициклон с център над североизточна Европа. Температурите в Бургас падат до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. След изтеглянето на антициклона на изток и преминаването на 7.01 на топъл фронт над страната се адвектира от югозапад по-влажен въздух и на 8.01 над летище Бургас се образува адвективно-радиационна мъгла от 2-ри тип. Тя се задържа до 10.01, когато в 4 UTC преминава в димка. Една от причините за разсейване на мъглата е появата още на 09.01 на плътна, ниска стратокумулусова облачност.

На 10.01.2008 г. след 15 UTC отново се образува адвективно-радиационна мъгла от 2-ри тип над летището. Синоптичната обстановка е представена на фиг. 9.

България попада в югозападната част на обширен антициклон с център над североизточна Русия, а над северозападна Европа е разположен многоцентров циклон (фиг. 9). Във височина на 500 hPa е разположен висок баричен гребен, а на по-ниските нива от северозапад-запад се осъществява адвекция на по-топъл и сух въздух. Това са благоприятни условия за създаване на приземни и приповдигнати инверсии. Синоптичната обстановка остава почти без промяна през следващите два дни.



Фиг. 9. Карта на приземното барично поле на 10.01.2008 г. в 18 UTC

На 10.01 преди обяд вятърът е от SW–WSW $3\text{--}4\text{ m s}^{-1}$, хоризонталната видимост е между 2100–5000 m, намалена от димка. Облачността е етажна, частична слоеста с долна граница 60 m и разкъсана слоестокупеста на 900 m. Постепенно облачността се разкъсва до незначителна слоестокупеста с долна граница 600 m. Максималната температура е $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, атмосферното налягане – 1030 hPa.

След 15 UTC на същия ден температурата се понижава до $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в сутрешните часове на 11.01 достига до $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$, вятърът остава почти без промяна, ориентиран от WSW, $2\text{--}4\text{ m s}^{-1}$, като на летището се образува преохладена адвективно-радиационна мъгла от 2^{-ви} тип по Годев с вертикална видимост 30 m. Атмосферното налягане остава също без промяна – 1030 hPa. Хоризонталната видимост в по-голямата част от периода с мъгла варира от 50 до 250 m.

След 20 UTC на 11.01 налягането постепенно започва да се понижава, като в 11 UTC на 12.01 достига до 1026 hPa. На 12.01 в 11:00 UTC настъпва временно подобрене на видимостта до димка 1300–3500 m, времето е ясно. В 17:30 UTC отново се установява преохладена мъгла с вертикална видимост 30 m. Мъглата се задържа и на 13.01 и след 00:30 UTC на 14.01. дисипира до димка. Причината е приближаващ към страната ни топъл фронт на средиземноморски циклон, който води до нахлуване от WSW на по-топъл въздух и до поява на плътна ниска облачност. Трайно подобрене на видимостта настъпва, когато над югоизточните райони на страната ни преминава плитък средиземноморски циклон.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направения анализ на 128 случая с образуване на мъгли над летище Бургас през периода 2008–2014 г. се стига до заключението, че формирането на мъглите до голяма степен е свързано със синоптичните обстановки над Европа, но трябва да се отчита и влиянието на локалните особености на разглеждания район. Именно на последното се дължи фактът, че голям брой мъгли, образувани над летище Бургас, не се включват в класификацията, предложена от Годев [1]. Анализът на синоптичните обстановки показва, че адвективните фактори са определящи за образуване на мъгли над летището, а на второ място са радиационните.

Наблюдава се съществена междугодишна и месечна изменчивост на броя и видовете мъгли над летище Бургас. Най-чести са мъглите през януари, февруари и ноември, но значителен брой мъгли са регистрирани и през ранната пролет – март и април. Сравнението на резултатите от настоящото изследване с тези от периода 1985–1991 г. показва, че съществена промяна в броя със случаите с мъгла и техния вид през годините над летище Бургас не е настъпила.

От направения анализ на три конкретни синоптични обстановки с образуване на мъгла над летище Бургас следва, че близостта на района до голе-

ми водни басейни е определяща при създаването на благоприятни условия за формиране на мъгли.

Благодарности. Настоящото изследване е осъществено с подкрепата на проект BG051 PO001-3.306-0057 „Изграждане на съвременна образователна и научно-изследователска среда за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски” .

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Годав, Н. Синопична метеорология. София, 1976.
- [2] COST 722. Short range forecasting methods of fog, visibility and low clouds, 2003.
- [3] Иванов, Г. Л. Мъглите на летище Бургас за периода 1985–1991 г., СДК, 1993.
- [4] WMO. Manual on Codes – International Codes, Volume I.1, 2014, **306**.
- [5] www.wetter3.de/Archiv.
- [6] www.wetterzentrale.de/topkarten.
- [7] www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-interim.
- [8] www.meteociel.fr/modeles/archives.php.
- [9] www.stringmeteo.com/synop/bolc_map.php.
- [10] www2.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html.
- [11] www.wetter3.de/Archiv/archiv_ukmet.html.
- [12] www.ready.noaa.gov/READYamet.php.
- [13] Peneva, E. L., N. H. Rachev. *Ann. de l'Univ. "St. Kl. Ohridski"*, 2008, **101**, 39.
- [14] Зверев, А. С. Синопическая метеорология, Ленинград, 1977.