

## РЕЦЕНЗИЯ

**на дисертационен труд за получаване на научна и образователна степен „Доктор“  
по специалност „метеорология“, шифър 01.04.11**

**автор:** Боряна Иванова Маркова

**тема:** Влияние на условията в околната среда върху развитието на гръмотевични облаци над Източна България

**рецензент:** доц. д-р Боряна Ценова, НИМХ-БАН

### 1. Обща характеристика и актуалност на темата

Проблемът за образуването и развитието на гръмотевични облаци се е появил в научната литература още от 18 век. Въпреки големия интерес към тези общоприети за опасни и особено опасни явления, отговорите на редица въпроси, свързани с тях все още не са еднозначни. Изясняването на процесите, водещи до образуването на гръмотевични облаци е необходимо както поради фундаменталното им значение, така и за по-точното им прогнозиране, което би спомогнало намаляването на пораженията, свързани с тях (като повреди и селскостопански загуби вследствие на паднала градушка; наводнения, причинени от проливни дъждове; пожари и други щети, причинени от мънии; ...). През последните години се забелязва увеличаване броя на развиващите се мощни конвективни облаци, придружени от интензивна гръмотевична дейност над Източна България. Установяването на предиктори за развитието на този тип облаци може да подобри прогнозирането им и своевременното предупреждение за вероятността за опасните явления, свързани с тях. Подобни предиктори могат да бъдат определени основно на базата на наличната метеорологична информация, което показва необходимостта от подробно изследване на влиянието на околната среда върху развитието на гръмотевични облаци.

### 2. Осведоменост за състоянието на проблема и литературата по него

В дисертацията са цитирани 180 литературни източници, от които 21 са на български или руски език (датиращи от 1959 г. до 2012 г.) и 159 – на английски или френски език (датиращи от 1947 г. до 2012 г.). Този богат списък на използваната литература показва както осведомеността на дисертанта, така и актуалността и важността на областта на изследванията в дисертацията.

### 3. Методика на изследването

В глава I е направен необходимият обзор на процесите, водещи до образуване, както и на хипотезите за наелектризиране на летни конвективни облаци. Подробно са описани използваните в научната литература индекси за неустойчивост на атмосферата. Изложени са предложените хипотези за причините за разликата между броя на мълнии, регистрирани над морска и континентална повърхност.

В глава II, с помощта на статистически анализ е обосновано използването на апроксимирани сондажи (в близост до явлението и за всички стандартни синоптични срокове), получени от GFS модела за целите на дисертацията, като са сравнени получените от апроксимирани сондажи CAPE и Li индекси, както и височината на  $-22^{\circ}\text{C}$  изотермата (използвана в оперативната работа на синоптиците, обслужващи авиацията, като критерий за развитие на гръмотевични облаци) със съответните получени стойности от аерологичните сондажи от Букурещ (сондажи, които се използват в оперативната практика на синоптиците за изготвяне на прогнози за Източна България).

От глава III започва фактически изследователската част на дисертацията, като са изследвани условията за развитието на гръмотевични облаци през летния период над Източна България. Представени са използваните данни и методологията на изследването. Въз основа на статистически анализ на термодинамичните характеристики на атмосферата е показано, че не е оправдано поотделното разглеждане на облаци, развили се във вътрешността и по крайбрежието, което обосновава общото разглеждане на целия район на Източна България. Изследвани са метеоелементите на отделни нива и индексите на неустойчивост (които дават груба оценка на вертикалното разпределение на температурата и влажността в атмосферата), както и пресметнати с помощта на числен модел на конвективен облак някои динамични и микрофизични характеристики, зависещи от конкретните профили на температурата и влажността на въздуха, при развитието на гръмотевични и обикновени облаци. От направените изследвания на някои метеоеlementи на отделни нива в атмосферата е установено, че над Източна България гръмотевични облаци спрямо негръмотевичните се развиват: при по-топла (приземна и във височина) атмосфера; при по-ниска приземна относителна влажност в следобедните часове, което е индиректна индикация, че основата на гръмотевичните облаци (ниво на кондензация) е на по-голяма височина, което според докторанта благоприятства действието на неиндуктивния механизъм; при по-високи стойности на температурата на мокрия термометър; при по-високи температури на точката на оросяване на стандартните нива; при по-ниска средна стойност на баричната тенденция в

обедните часове. Също така с помощта на обикновен дискриминантен анализ са определени прагови стойности на разгледаните характеристики на атмосферата за разграничаване на гръмотевичните от негръмотевичните облаци. Показани са и съответните успеваемости за разграничаване на различните прагове. От изследването на следните индекси на неустойчивост при развитието на гръмотевични и обикновени облаци над Източна България: CAPE, Li, K, TT, SWEAT и Ni, е установено, че голяма част от гръмотевичните облаци в сутрешните часове се развиват при слаба по отношение на приетите за района на САЩ прагове за неустойчивост, а следобед – при умерена неустойчивост. Въпреки това, средните абсолютни стойности на всички индекси на неустойчивост при развитие на гръмотевични облаци са по-високи от съответните при развитие на обикновени облаци, както в 0000 UTC, така и в 1200 UTC. Също така са предложени прагови стойности на различните индекси на неустойчивост за разграничаване на гръмотевичните от негръмотевичните облаци, като са представени и съответните успеваемости на праговете. От пресметнатите с помощта на числен модел на конвективен облак някои динамични и микрофизични характеристики, е установено, че средните стойности на максималната водност, на максималната маса на ледените частици, както и средните стойности на максималната скорост на възходящия поток и на височината на максималната вертикална скорост в гръмотевичните облаци развили се в следобедните часове са по-високи от тези на обикновените облаци. В края на главата са представени различни комбинации от метеоеlementи, индекси на неустойчивост и моделни вътрешнооблачни микрофизични и динамични характеристики като са получени класификационни функции, разграничаващи гръмотевичните от негръмотевични облаци.

В глава IV са изследвани връзките между някои радиолокационни параметри на гръмотевични облаци (като височина на радиолокационни отражаемости 15 dBZ, 30 dBZ, 45 dBZ) и мълнии за 9 дни. Изследвани са честотата FR (брой мълнии за 15 мин) и плътността FD (FR на 1 km<sup>2</sup>) на мълниите при сутрешните и следобедните случаи на облаци с максимална отражаемост до и над 45 dBZ, като е установено, че средната стойност на FR и на FD е значително по-голяма за облаци в стадий на развитието с  $Z_{max} > 45$  dBZ в сравнение с тези с  $Z_{max} < 45$  dBZ. Намерена е добра логаритмична зависимост между осреднената в 1 km (от съответните радиолокационни височини) бин честота (а също така и плътност) на мълниите и височините на различните отражаемости при облаци в стадий на развитието с  $Z_{max} > 45$  dBZ. При повечето изследвани гръмотевични облаци първата мълния е регистрирана, когато H40 (височината на радиолокационната отражаемост 40 dBZ) е над 6-7 km MSL и радарният връх на облака е над 10 km, при температури под -40°C. Честотата на мълниите се увеличава с рязкото издигане на H40 над изотерма -20°C и на H15 над -40°C. Друг основен резултат в тази глава е значително по-широкият

слой над  $-40^{\circ}\text{C}$  при облаците с висока честота на мълнии, което предполага влиянието на наелектризирането в облака при по-ниски температури, където няма преохладени водни капчици.

В глава V са разгледани термодинамичните условия за 74 дни от топлото полугодие с наблюдавани гръмотевични облаци над България и Черно море с цел изследване различията на атмосферните условия над континентална или морска повърхност върху развитието на гръмотевични облаци. В подкрепа на така наречената термична хипотеза е получено, че комбинацията от условията в околната среда е съществено различна над морска и над континентална повърхност при развитие на гръмотевични облаци.

#### **4. Същност на приносите в дисертацията**

Представената дисертация предлага нови техники за краткосрочна и свръхкраткосрочна прогноза за развитието на гръмотевични облаци. Определена е класификационна функция – индикатор за развитие на гръмотевични облаци над Източна България в следобедните часове. Друг практически принос в дисертацията е полученото потвърждение, че информацията за вертикалното разпределение на температурата и влажността в атмосферата от апроксимиран сондаж е добро приближение на информацията от реален аерологичен сондаж от Букурещ за територията на Североизточна България при развитие на мощни конвективни облаци през летния период.

Освен практическите приноси на дисертацията, трябва да се отбележи, че тя също така допринася за обогатяването на знанията в научната област, свързана с развитието на гръмотевични облаци. За пръв път е установено, че по-голяма честота на мълнии се наблюдава при по-голяма дебелина на слоя между височината на изотерма  $-40^{\circ}\text{C}$  и върха на облака – индикация за евентуалния принос на неиндуктивното наелектризиране при отсъствие на преохладени облачни капчици. Също така, намерените класификационни функции, разделящи термодинамичните условия при развитие на гръмотевични облаци над България и Черно море, са в подкрепа на термичната хипотеза за контраста на гръмотевична дейност море-суша.

#### **5. Публикации и личен принос на дисертанта**

Общият брой на публикации, на базата на които е построена представената дисертация е 6, от които 1 е в ВМН, 1 в ВГЖ, 1 в Годишник на СУ „Св. Климент Охридски“ Физически факултет, 2 в Proceeding of XIV International Conference on Atmospheric Electricity (сборник с публикации на една от най-престижните международни конференции на тема атмосферно електри-

чество) и 1 в Proceeding of 16<sup>th</sup> International Conference on Clouds and Precipitation (сборник с публикации на една от най-престижните международни конференции на тема облаци и валежи). Личният принос на дисертанта е ясно видим от списъка с публикации – в 4 от тях дисертантът е първи автор, а в останалите 2 – втори.

## **6.Автореферат**

Представеният автореферат от 43 страници отговаря на съдържанието на дисертацията и следва необходимата форма.

## **7. Други въпроси (включително критични забележки)**

Като единствена забележка бих посъветвала в бъдещата си научна работа и най-вече писменото и устното й изложение Боряна Маркова да обосновава по-точно поставените си цели.

## **8. Заключение**

Представеният дисертационен труд напълно отговаря на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението му, Правилника на СУ „Св. Климент Охридски“, както и Препоръчителните изисквания към кандидатите за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности на Физически факултет при СУ „Св. Климент Охридски“. На базата на изложеното дотук убедено препоръчвам на членовете на научното жури да присъдят на Боряна Иванова Маркова научната и образователна степен „Доктор“.

София

08.05.2013

(доц.д-р Боряна Ценова)