

Рецензия

върху дисертационния труд " Мултимасщабно моделиране на пренос на замърсители в атмосферата" с автор асистент Георги Костадинов Гаджев за получаване на научно образователна степен "Доктор" по научна специалност 01.04.08.

Рецензент Проф. д.ф.н. Евгени Д. Сираков, физически факултет на СУ "св. Климент Охридски".

Качеството на атмосферния въздух е основен фактор за комфорта и качеството на живот на европейските граждани. На лице са редица регулации и директиви изискващи информиране на обществеността за качеството на въздуха, оценка степента на замърсяване над цялата територия на страните членки, индикация и контрол на пределните и целеви стойности на замърсяването, прогнозиране на потенциални превишения, спешни мерки за тяхното неутрализиране и др.. С още по-голяма острота тези проблеми стоят и пред нашата страна.

Благоприятно обстоятелство, е че у нас в исторически план примерно от 70-те години на миналия век се провеждат интензивни изследвания в това направление. Това създава благоприятна среда за създаване и развитие на най-съвременна инфраструктура (хардуер, софтуер, научни познания и анализи) за изследване на атмосферното замърсяване. В този аспект представеният дисертационен труд е много актуален, свързан с усвояване и оперативно прилагане на получила широко международно признание от научната общност система US EPA Models - 3 System, чиято три моделна структура включва: MM5- мезомасщабен динамичен модел(метеорологичен пре-процесор), SMOKE - емисионен пре-процесор на системата US EPA Models - 3 System подготвящ емисионния вход на CMAQ - дисперсионен модел, описващ пространствено времевата еволюция на комплекса от химически взаимодействия си примеси.

Следва да се отбележи, че дисертантът е положил многогодишни усилия за усвояване и адаптиране към нашите условия на такава сложна и многокомпонентна система. Представената работа е пряко доказателство за това. Тя съдържа 4 глави, които ще анализираме накратко.

В глава I се дава кратък съдържателен обзор на съществуващите дисперсионни модели, подходи за инвентаризация на емисиите, налични данни от измерване на замърсяването в страната и др.. Очертана е подходящо избраната методика на изследване в работата (модели, методики), входни данни, емисионни процедури, организация на числените експерименти. Проличава едно добро познаване на съвременните подходи и тенденции свързани с тематиката на дисертацията.

Следва да се подчертае, че важния емисионен модул на системата (SMOKE) е силно ориентиран към северноамериканската база данни за инвентаризация на емисиите. Това е наложило разработване на специална процедура за адаптацията му към нашите условия - инвентаризация на емисиите, отчитане на административното деление, категоризация и др., с които дисертантът се е справил успешно. Като входни метеорологични данни в изследването се използват крупномасщабните(фонови) полета от "NCEP Global Analysis Data" с хоризонтална разрешаваща способност $1^\circ \times 1^\circ$. След това чрез прилагане "Nesting" процедура на моделите MM5 и CMAQ - решаване на задачата в няколко последователно, вместили една в друга области, се стига до областта - територията на България с разрешителна способност $3 \times 3 \text{ km}$. Поставени и

реализирани са 5 емисионни сценария. Премията (почасово осреднени) са направени за 8 години от 2000 до 2007 година. Тук възниква важният за цялото изследване в работата въпрос, за верификация на моделните резултати. По принцип качеството на системата US EPA Models - 3 System многократно е проверявано в чужди разработки и не подлежи на съмнение. Разбира се това не гарантира автоматично доброто качество на компютърните симулации за нашата страна, тъй като то конкретно зависи от редица специфични фактори: качество и пространствено времева разрешаваща способност при емисионното моделиране, подбор и комбинация на опциите на модела, известна неопределеност на емисионните данни, степен на представителност на мониторинговите станции от НАСЕМ и др.. За целта са направени графики на разпръскването (Scatter diagrams) на данните от измерването и моделирането за SO₂, NO₂ и O₃ за всяка от станциите от НАСЕМ. Анализът показва, че симулациите като цяло подценяват нивата на SO₂ и NO₂, като съвпадението при озона е по-добро. Важното обаче е да се отбележи, че те остават в рамките на изискванията на съответните европейски директиви. Това е една добра основа за числените симулации направени в следващите глави II, III и IV.

В резултат на широкообхватни числени симулации в глава II е генериран и годишен ансамбъл на полетата на замърсителите за страната като цяло и за отделните пунктове. Чрез статическо осреднение са получени "типични" (представителни) годишни, сезонни и денонощни приземни концентрации. Представени са също важни статистически характеристики на тези концентрации (средна, дисперсия, асиметрия, ексцес), дадени са интересни примери за плътността на вероятностно разпределение на някои от основните замърсители, анализирани са някои от най-използваните и важни индекси на озоновото замърсяване (касаещи човешкото здраве, горското и селско стопанство). Анализът на горните данни води до редица интересни заключения, например че за разлика от останалите замърсители, които по планините са с най-ниски концентрации, озонът именно тук има най-високи концентрации. Всички замърсители са с добре изразен денонощен ход с минимум през деня и асиметрични разпределения, Особен и интерес представляват резултатите относно оценката на замърсяването за отделни пунктове на страната - фонова станция Рожен, София, Стара Загора. В последния случай е изяснено доминиращото влияние на ТЕЦ-овете върху замърсяването на града.

Глава III е посветена на важната от екологична гледна точка задача за приноса на емисиите от отделните категории източници (SNAP категории) към общата картина на замърсяване в страната. Основно внимание е отделено на приноса на биогенните емисии и емисиите от различните типове източници - SNAP категория 1 (енергетика), SNAP категория 7 (пътен транспорт), SNAP категория 2 (не индустриални изгаряния). Тук оценките са дадени относно замърсяване на територията на България и в отделни нейни пунктове. Получени са редица важни резултати относно приносът на енергетиката (SNAP 01), като е показано, че неговите замърсители ТЕЦ-овете се явяват като места с най-голям положителен принос, и само за озона и амоняка те са с отрицателни приноси. Приносът от не индустриалното изгаряне (SNAP 02) над цялата страна е много равномерно разпределен. Приносът от автомобилният транспорт (SNAP 07) много добре описва големите градове и основната пътна мрежа и се явява като основен източник на NO₂ и в по-малка степен за двата вида прахови частици (PM₁₀, PM_{2.5}). Един много важен нов резултат е изводът за произхода на приземния озон в България. В резултат на детайлен анализ на приноса на емисиите от различните категории източници и ролята на отделните процеси при формиране на приземния озон е установено, противно на очакването, че приносът на биогенните емисии на ЛОС

е относително малък. Това е обяснено с предположението, че за страната е характерен режим на NO_x - лимитация, ограничаващ образуването на приземен озон и показващ, че озонът в България в голяма степен се дължи на външни за страната източници.

В глава IV се използва мощен инструмент CMAQ опцията " integrated Process Analysis" , която позволява да се оцени ролята на всеки от отделните процеси при формиране на концентрацията ΔC за даден интервал от време, а именно: хоризонтална и вертикална дифузия, хоризонтална и вертикална адвекция, емисии, сухо отлагане, химически трансформации, аерозолно процеси, хетерогенна химия и облачни процеси, баланс на масата. Тук са решени 2 основни задачи. Първата включва получаването на представителни двумерни картини на редица осреднени по ансамбъл приземни (по-точно първия слой в областта на интегриране до земята) приноси на отделните процеси за територията на страната и отделни пунктове. Това е направено както относно отделните замърсители SO_2 , NO_2 , NH_3 и O_3 и др., така и за една група (семейство) от газови замърсители GNOY , а също и две групи от прахови замърсители ACOARSE и A2.5 (едри и фини прахови частици). Някои от по- основните резултати тук са следните: установено е, че за всички замърсители хоризонталната и вертикалната адвекция са в противофаза; приносът на хоризонталната дифузия е отрицателен над самите източници, а приносът на вертикалната дифузия е отрицателен над ниските източници и положителен над високите (ТЕЦ-овете); приносът на аерозолните процеси е положителен над планините и ТЕЦ-овете и е отрицателен за София и промишлените предприятия и т.н..

На базата на резултатите от първата задача , втората решена задача е определяне на приносите на отделните процеси, водещи до образуването на даден замърсител осреднен за страната или за всеки отделен пункт. Показано е, че за почти всички замърсители и сезони доминиращи са приносите на вертикалната и хоризонталната адвекция, действащи в противофаза. Друг важен резултат е, че по оценка на приносът на осреднения по територията на страната (представляващ фактически нормиран по площта пренос на съответната субстанция през границите и) могат да се оценят трансгранични процеси на пренос. В частност положителния принос на хоризонталната адвекция, потвърждава направеният по-горе извод в глава III за чуждестранния произход на приземния озон в България.

От казаното се вижда, че е извършена една огромна по обем и съдържание работа. Получени са редица важни резултати относно замърсяването на страната като цяло и в отделни нейни пунктове. Тези резултати са в съответствие с нашите и европейски директиви. Това дава възможност те да се използват за практическо решаване на стратегически задачи за замърсяване на страната: достоверни количествени оценки на трансгранично и регионално замърсяване за широк кръг отделни и по групи (семейства) замърсители, изготвяне на стратегии по редукция на емисиите, регулиране на дейности свързани с вредното влияние на замърсяването върху човешкото здраве, горското и селското стопанство, базирано на индексите на замърсяване и комфорт, информирание на обществеността по засегнатите въпроси и др..

Цялата огромна информация, получена в дисертационния труд от 260 страници, е оформена изключително добре и перфектно илюстрирана с голям брой цветни фигури и таблици.

Разбира се при такъв голям обем на работата винаги могат да се направят някои бележки - струва ми се, че на места анализите са твърде лаконични, освен това считам, че някои от

основните резултати би следвало да бъдат специално отделени и по-детайлно коментирани. Разбира се тези забележки по никакъв начин не влияят на окончателните оценки. Тук искам да задам и един по-общ въпрос към дисертанта. В редица случаи изследваните химически механизми са нелинейни по характер, което нарушава принципа на суперпозицията. В каква степен това се отразява на някои от получените резултати и как може да се преодолее подобен проблем в бъдеще?

По темата на дисертацията са представени 8 публикации, в 7 от, които дисертанта е първи автор. Две от статиите са в списание с импакт фактор, открити са няколко цитата. Следва да се отбележи, че извън тези работи, дисертанта има голям брой други работи в списания и реномирани международни конференции. Има съществено участие и в редица европейски и национални проекти.

Публикациите по дисертацията са в съавторство, което налага да се оцени личния принос на дисертанта. Считаю, че той има водещо или равностойно участие с останалите автори при планиране на числените експерименти и обработката и анализа на резултатите. Проведените числени експерименти са почти изцяло негово дело.

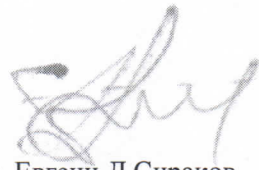
Всичко това ни убеждава, че пред нас имаме един напълно изграден и перспективен млад научен работник с големи програмни умения и възможности за самостоятелна работа със сложни системи от вида US EPA Models - 3 System .

Това ми дава основание убедено да препоръчам на Уважаемата Комисия да присъди научно образователната степен "Доктор" на Георги Костадинов Гаджев.

София

25.11.2013г.

Рецензент:


Проф. д.ф.н. Евгени Д.Сираков