

СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ

за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „професор“ по професионално направление 4.4. Науки за Земята, „Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство“, обявен в Държавен вестник бр. 26 от 01 Април 2022 г.

от доц. д-р Георги Костадинов Гаджев

КРАТКО ОПИСАНИЕ

на научните и научно-приложни приноси

I. Научни приноси

I.1 Усвояване и адаптиране на най-съвременни числени модели на атмосферна динамика, пренос и трансформация на замърсители в атмосферата и моделиране на регионалния климат

Много съществена част от цялостната продукция, както по обем, така и по значение представляват работите по усвояването и адаптирането на световно признати и широко използвани средства за числено моделиране (с US EPA Models-3 system) в рамките на проекта QUANTIFY от БРП на ЕК **E16.1** и (RegCM) в рамките на проектите Regional climate–air quality interactions **E16.7** и Национална научна програма „Опазване на околната среда...“ **E17.2** (виж “Справка за изпълнение на минималните изисквания...”). Целта бе да се създаде съвременна инфраструктура (хардуер, софтуер и опит) за изследване атмосферното замърсяване за различни физико-географски области. След направено обширно проучване върху различните модели и моделни системи се оказа, че най-добрата система за моделиране на атмосферната динамика, пренос и трансформация на замърсители е разработената под егидата на Агенцията по околна среда на САЩ (US EPA) Models-3, а за моделиране на регионалния климат е модела RegCM4, разработен в ИСТР. Тези модели бяха добре усвоени и адаптирани, като те са:

- Примерни числени мезо-метеорологични модели (метеорологични пре-процесори) използвани, всеки един от тях при изготвянето на всички публикации: MM5 (Mesoscale Model), който след това бе заменен от следващото поколение мезо-метеорологичен модел WRF (The Weather Research & Forecasting Model). Използвани при изследванията, отразени в на публикациите **B4.1-B4.4, B4.10, Г7.1, Г7.2, Г7.4, Г7.5, Г7.8, Г7.9 и Г8.1- Г8.5;**
- Модел за регионалния климат RegCM (Regional Climate Model system), разработван в ИСТР, но ползващ ядрото на MM5. Използван при изследванията, отразени в публикациите **B4.5- B4.9, Г7.3, Г7.6, Г7.7, Г8.6 и Г8.7;**
- Примерен емисионен модел използван за подготовка и направата на емисионни бази данни използвани от моделите за пренос и трансформация на примеси в атмосферата – SMOKE (Sparse Matrix Operator Kernel Emissions) използван при изследванията, отразени в публикациите **B4.1-B4.4, B4.10, Г7.1, Г7.2, Г7.4, Г7.5, Г7.8, Г7.9 и Г8.1- Г8.5;**
- Примерен Ойлеров, дисперсионен модел на пренос и трансформация на примеси – CMAQ (The Community Multiscale Air Quality) използван при изследванията, отразени в публикациите **B4.1-B4.4, B4.10, Г7.1, Г7.2, Г7.4, Г7.5, Г7.8, Г7.9 и Г8.1- Г8.5.**

Моделите се базират най-вече на добре известни постановки, приближения, формулировки, числени методи и параметризации. Може да се твърди, че умелото

съчетаване на приближения, постановки и числени методи, настройването и верификацията на моделите е интелектуална дейност, чийто краен продукт представлява научен принос.

Моделите на атмосферна динамика, емисиите и преноса на замърсители съставляват единна методика за оценка на замърсяването на въздуха при пренос в различни мащаби. Новости в методиката са:

- Въвеждането и широкото прилагане на методът PA (Process Analyses) на модела CMAQ постоянен мониторинг на взаимодействието на основните процеси във всяка клетка на мрежата за избраните области (райони, държави) на интегриране;
- Прилагането на различни динамични модели като метеорологичен “pre-processor”, със стремежа те да отчитат най-характерните и типични за дадения мащаб на пренос явления, процеси и механизми;
- Телескопичния подход за съгласувана оценка и разграничаване на приноса на различни мащаби на пренос при формиране на замърсяването.

Методиката беше внедрена в Национален институт по геофизика, геодезия и география (НИГГГ) на БАН и МОСВ и понастоящем е основен инструмент за научни и приложни изследвания в областта на замърсяване на въздуха.

Това са модели, създадени (и непрекъснато обновявани) от големи колективи учени и притежаващи множество полезни характеристики като телескопизация (nesting), голям брой различни опции по отношение на числени схеми, параметризации на физичните процеси, химични механизми и т.н. С помощта на тези модели бяха и се решават следните задачи в рамките на проектите **E15.1-E15.3**, **E16.1-16.8**, **E17.1** и **E17.2** (виж “Справка за изпълнение на минималните изисквания...”).

Показано е, че системите MM5/WRF-CMAQ адекватно симулира нивата на озон в югоизточна Европа (сравнение на моделните резултати с измервания в района).

В рамките на проектите **E16.4**, **E16.5**, **E16.8**, **E15.1** и **E15.3** бяха усвоени и прилагани техниките на “GRID и HPC computing” при използване на споменатите модели, които позволяват привличането на практически неограничени компютърни ресурси от цялата “мрежа” (физически разположени на различни места) и е особено ефективна при мащабни симулационни сценарии с огромен брой отделни реализации на моделите. На прилагането на тази техника са посветени работи **V4.1**, **V4.3**, **V4.7**, **G7.2** и **G7.3**, за които автора може да твърди, че има водещ принос.

I.2 Числено моделиране на замърсяването на въздуха – приложение към различни задачи и мащаби

Настоящият параграф е посветен на различни приложения на описаните в I.1 модели, за решаване на редица задачи на замърсяване на въздуха в различни мащаби.

Всяка една от разглежданите конкретни задачи е мотивирана от необходимостта съществени социално-икономически проблеми да бъдат решени на съвременно ниво, достатъчно подробно и обстоятелствено. Съществен стимул в работата винаги е бил стремежът да се посочат характерни явления и ефекти, да се обяснят и симулират числено разглежданите проблеми свързани с качеството на въздуха, които са от обществена значимост.

В цялостния контекст на професионалната ми дейност този кръг от приноси може да бъде разглеждан като:

- 1.) Примери за прилагане на описаните в I.1 модели за решаване на задачи свързани със замърсяването на въздуха в различни мащаби;
- 2.) Примери за прилагане на описаните в I.1 модели за решаване на задачи в различни територии, климатични проекции и периоди;
- 3.) Проверка и валидация на моделите на примера на конкретни явления

По-нататъшните разработки са по-целенасочени, добре валидирани чрез сравнения с експериментални данни и могат да бъдат обособени в няколко относително самостоятелни цикли:

Моделиране на регионалното замърсяване над Балканския полуостров, България и София с US EPA Models-3 system – работи B4.1-B4.4, B4.10, Г7.1, Г7.2, Г7.4, Г7.5, Г7.8, Г7.9 и Г8.1- Г8.5

- Показано е, че системата MM5/WRF-CMAQ адекватно симулира нивата на озон в югоизточна Европа (сравнение на моделните резултати с измервания в района).

- Извършена е проверка на чувствителността на системата (sensitivity analysis) по отношение на прекурсорите на озона (азотни окиси NO_x и летливи органични съединения VOC) и е доказано, че района е VOC-наситен, т.е. измененията емисиите на този замърсител не изменят чувствително нивата на озоново замърсяване.

- На основата на мащабни (8 годишни) числени пресмятания с висока разрешаваща способност (3 км.) е изследван приноса на различни категории източници, включително на биогенните емисии, към замърсяването на Балканския полуостров и България. Отново, на много по-обширен материал, беше потвърдена констатацията, че района е VOC-наситен, което означава, че продукцията на озон е ограничена от дефицита на азотни окиси. Было показано, че озонът в страната се формира основно от прекурсори от чужди източници.

- Проведено е изследване за вертикалното разпределение за някои от моделираните замърсители, където са представени резултати за височината на центъра на тежестта за избрани замърсители, както и крос-корелационните връзки между приземните и съответните във височина замърсители.

- На основата на мащабни (8 годишни) числени пресмятания с висока разрешаваща способност (3 км.) е изследван приноса на различните динамични, химични и аерозолни процеси, към формиране на замърсяването на Балканския полуостров и България. Получените оценки са единствените правени досега за България и дават ценна информация за основните механизми и пътища по които се формира състава на атмосферата в региона. По същество със средствата на компютърните симулации беше конструиран климат на състоянието на атмосферния въздух в страната – многообразието от типични и екстремни състояния с характерната им повтораемост, сезонна и денонощна изменчивост.

- На базата на висока разрешаваща способност от 1 км са извършени допълнителни мащабни (7 годишни) числени пресмятания, и бяха изследвани индексите на замърсяване и приноса на различните динамични, химични и аерозолни процеси, към формиране на замърсяването над Балканския полуостров (27 км), България (9 км), София област (3 км) и град София (1км). Получените оценки са единствените правени досега за София и дават ценна информация за основните механизми и пътища по които се формира състава на атмосферата в града. По същество със средствата на компютърните симулации беше конструиран климат на състоянието на атмосферния

въздух в града – многообразието от типични и екстремни състояния с характерната им повтораемост, сезонна и денонощна изменчивост.

- Беше възобновено детайлното изследване с помощта на компютърни симулации на отлаганията на замърсители за Балканския полуостров и България. За целта бяха сравнявани получените от модела CMAQ резултати за сухо и мокро отлагане за серни и азотни съединения със същите докладвани и моделирани от European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP).

Получените оценки са единствените правени досега за България и могат да служат за основа при формулиране на дългосрочни стратегически мерки за ограничаване замърсяването на въздуха в страната.

Изследване процесите на формиране и разпространение на замърсяването, причинено от отделните видове източници – работи В4.2- В4.4, Г8.2

Разработките са в рамките на няколко проекта E16.5-E16.8 и E17.1. Отново е приложена US EPA Models-3 system. Използвана е способността на системата за телескопизация и задачата се смята за няколко вместени района със все по-малка пространствена стъпка за България и град София. Използвана е и специална опция на CMAQ за провеждане на т.нар. Process Analysis, даващ възможност да се оцени приноса на различните дисперсионни и химични процеси при формиране на замърсяването, причинено от електроцентралите, битовото отопление, изгарянето в индустрията, наземния транспорт и биогенните емисии за двете области.

Изследван е приносът на отделните източниците към формирането на замърсяването в България и град София и ролята на различните процеси, обуславящи този принос.

Разработване, развитие, текуща поддръжка, обработка и анализ на резултатите от Българска Национална Система за Информация и Прогноза на Химичното Време – работи В4.3, Г7.4, Г8.3 и Г8.4.

Системата отново е базирана на US EPA Models-3 system и на националната прогноза на времето. Прогнозата на Химичното Време за страната се извършва с разрешаваща способност 3 км, а за София с разрешаваща способност 1 км.

Системата е напълно автоматична и е въведена в оперативната дейност на НИМХ и НИГГГ.

Разработване на система за оценка на риска и прогноза на разпространението на отровни газове в случай на аварии - работи В4.1 и Г8.1

На основата на моделите WRF, CMAQ и SMOKE бе разработена система, която има следните функции:

- Прави оценка на риска за човешкото здраве при разпространението на отровни газове в случай на аварии за избрани потенциално опасни обекти (подготвителна функция на системата);
- Прави прогноза на разпространението на отровни газове в случай на аварии (оперативна функция на системата);
- Прави подробна оценка на въздействията върху околната среда от разпространението на отровни газове след на аварията.

I.3 Моделиране на регионалният климат над Балканския полуостров и България с RegCM– работи В4.7- В4.9, Г7.3, Г7.9

В рамките на проектите Центъра за върхови постижения по Информатика и информационни и комуникационни технологии **E15.1**, Regional climate–air quality interactions – FP7 **E16.7**, VI–SEEM – Horizon 2020 project **E16.8** и Национална научна програма „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“ **E17.2**, бяха направени приложения и започнаха компютърни симулации за климата над региона и страната. Конкретни задачи е мотивирана от необходимостта климатичните промени в регионален мащаб да бъдат моделирани на достатъчно съвременно ниво, достатъчно подробно и обстоятелствено. Освен обществената значимост на проблема съществен стимул в работата винаги е и стремежът да се разкрият характерни метеорологични явления и ефекти, формиращи регионалния и локален климат, да се обяснят и симулират числено.

Със средствата на високо производителни изчисления (HPC) се извършиха компютърни симулации, като се конструира климата на състоянието на атмосферата в региона и страната – многообразието от типични и екстремни състояния с характерната им повтаряемост, сезонна и денонощна изменчивост, при различни моделни конфигурации на достъпните в него опции и параметризационни схеми и при различни климатични проекции и периоди.

I.4 Количествени оценки на изминалия и проектирания бъдещ климат за България и Балканския полуостров – работи В4.4- В4.6, В4.8, В4.9, Г7.3, Г7.6, Г7.7 и Г7.9

В рамките на Центъра за върхови постижения по Информатика и информационни и комуникационни технологии **E15.1** и Национална научна програма „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“ **E17.2** бяха използвани индекси оценяващи характеристики свързани с качеството на живот, човешкото здраве и земеделието.

На база обработката на данни от международни центрове за климатично моделиране и със средствата на проведените компютърни симулации бяха оценени следните индекси:

Началото, края и продължителността на безмразовия период, акумулирани активна и ефективна температури, продължителност на вегетационния период и други от така наречения агрометеорологичен анализ, индикатори за настоящ и на проектен бъдещ климат по сценариите RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 и RCP8.5 за периодите 2021-2050 и 2070–2099. Резултатите, основани на моделните симулации за настоящ климат (1975–2004), са сравнени с резултати, получени при пресмятането на същите индикатори от референтния набор E-OBS. Сравнението показва добрите симулационни качества на RegCM;

Индекси за настоящ и на проектен бъдещ климат по четирите сценариите свързани с енергийното потребление в сградите на база вероятностна оценка на дните за отопление и дни за охлаждане на сградите, които са пряко свързани с външните максимална и средна температури;

Индекси за оценка на биометеорологичните условия върху човешкото здраве. Направена е оценка от проведените изследвания за топлинния стрес върху човешкото тяло - индекси на прегрев и премръзване за настоящ и на проектен бъдещ климат по сценариите RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 и RCP8.5 за различни периоди.

II. Научно-приложни и внедрителски приноси

По време на работата по адаптиране и настройване на моделите и работата с моделите беше натрупан ценен опит, който беше изключително полезен при въвеждането и усвояването на новото поколение световно признати модели, а именно комплексът модели US EPA Models-3 system. Те от своя страна също са внедрени в практиката на НИГГГ и активно се прилагат в работата на международни и национални проекти, внедрявания и експертизи:

- “Към Българска Национална Система за Информация и Прогноза на Химичното Време” - Договор Д002-161/16.12.2008 с НФ “Научни Изследвания” (от списъка с участие в национални и международни договори и проекти и списъка на приложените референции и документи за внедряване).
- Създаване на система за прогнозиране нивата на озон (тропосферен) в атмосферния въздух, по Договор 1338/23.12.2008, приета за внедряване в социалната практика с Протокол № 5/18.11.2009г от заседанието на ЕЕС на ИАОС представлява важна стъпка към удовлетворяването от нашата страна на изискванията и стандартите на ЕС в областта на опазване на околната среда. Това е напълно автоматизирана добре валидирана система, която отговаря на най-съвременните изисквания (от списъка на приложените референции и документи за внедряване).
- ИЗСЛЕДВАНЕ И ОПРЕДЕЛЯНЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЕТО НА НОВА ЯДРЕНА МОЩНОСТ НА ПЛОЩАДКАТА НА “АЕЦ КОЗЛОДУЙ”, РАЗДЕЛ: ”Допълване на информацията относно локалните и регионалните метеорологични характеристики. Изясняване на дисперсионните характеристики на атмосферата”- REL-1000-ST-005-A (от списъка с участие в национални и международни договори и проекти).
- Консултация на тема „Влиянието на поисканата от Република България дерогация, предвидена в Директива 2009/28/ЕО, разрешаваща повишени стойности над 60 КрА на показателя налягане на бензиновите пари при смесване с биоетанол, върху нивата на озон на територията на Република България - договор между “Българска Петролна и Газова Асоциация СДРУЖЕНИЕ” и НИГГГ-БАН. Разработеният математически модел за влиянието на емисиите на Летливи Органични Съединения (ЛОС) върху показателя налягане на бензиновите пари при смесване с биоетанол и направените от него изводи, послужи на БПГА и Министерство на околната среда и водите пред Европейската комисия да получи исканата Дерогация, предвидена в Директива 2009/28/ЕО (от списъка на приложените референции и документи за внедряване).

Описаната по-горе **Система за оценка на риска и прогноза на разпространението на отровни газове в случай на аварии**, разработена в рамките на проектите NATO SfP project ESP.EAP.SFPP 981393 “Modelling System for Emergency Response to the Release of Harmful Substances in the Atmosphere” **E16,2**, SEE-GRID eInfrastructure for regional eScience - SEE-GRID-SCI - FP7 Research Infrastructures Contract: № 211338 **E16,4** и SuperCA++, договор ДЦВП-02/ 1 от 29.12.2009 с ФНИ-МОН (от списъка с участие в национални и международни договори и проекти) е също така приложна разработка с очевидна значимост за националната сигурност и голям потенциал за бъдещо внедряване.

За някои от разработките има съответни документи за внедряване, които са приложени към материалите за конкурса.

III. Личен принос на Г. Гаджев към представените работи

По голямата част от представените работи са в съавторство с един или няколко съавтори. Затова вероятно е редно да направя някаква самооценка на личния си принос в тях. Бих го определил така:

- Участието ми в усвояването, адаптирането и валидацията на описаните модели в параграф I.1 US EPA Models-3 system и RegCM е, според мен, водещо.

По отношение на всички описани в параграфи I.2 – I.4 числени експерименти бих направил следната оценка:

- Участието ми в изучаването на взаимодействие между мащабите на пренос и метод на телескопизация е равностойно;

- Участието си в моделиране на регионалното замърсяване над Балканския полуостров и България с US EPA Models-3 бих определил като водещо;

- Участието ми в изследване процесите на формиране и разпространение на замърсяването, причинено от отделните видове източници е водещо;

- Участието ми в разработване на Система за оценка на риска и прогноза на разпространението на отровни газове в случай на аварии е равностойно;

- Участието ми в моделиране на регионалният климат над Балканския полуостров и България с RegCM бих определил като водещо;

- Участието ми при изследването с количествени оценки на изминалия и проектирания бъдещ климат за България и Балканския полуостров бих определил като равностойно;

Участието ми в изследванията, описани в по-горните параграфи е равностойно що се отнася до постановките и планирането на експериментите, а що се отнася до програмистката и компютърна работа, то е водещо.

Участието ми във всички приложни разработки, внедрявания и експертизи е равностойно.

гр. София

18.05.2022 г.

с уважение:

/доц. д-р Георги Костадинов Гаджев/