РАЗШИРЕНИ РЕЗЮМЕТА ОТ

Националната научна конференция по околна среда

19-20 Март 2024 г.

Национален институт по метеорология и хидрология

София, 2024 г.

Наблюдения и асимилация на данни за земната атмосфера, хидросфера и биосфера

Ролята на RTH – София, в Глобалната телекомуникационна система на СМО

инж. Й. Стойчева[1*], А. Шарков[2] и Н. Найденов[2]

[1]Сектор „Телекомуникации“, Национален институт по метеорология и хидрология
[2]Отдел ИТ, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *телекомуникации, мрежи, данни, връзки, отговорност*
*email: joanna.stoycheva@meteo.bg

Въведение

Глобалната телекомуникационна система (GTS) на Световната метеорологична организация (СМО) е координирана система от телекомуникационни съоръжения и споразумения за бързо събиране, обмен и разпространение на данни от наблюдения и обработена информация в рамките на програмата на СМО Световна служба за времето (WWW).

GTS има йерархична структура на три нива:

1. Основна телекомуникационна мрежа (MTN),
2. Регионални метеорологични телекомуникационни мрежи,
3. Национални метеорологични телекомуникационни мрежи.

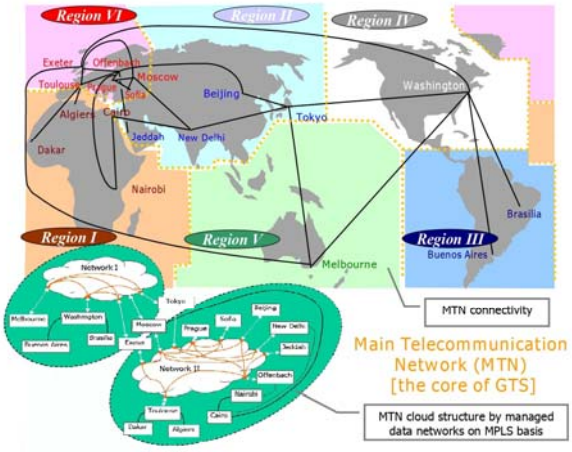
Основната телекомуникационна мрежа (MTN) свързва трите световни метеорологични центъра (WMCs) – Вашингтон (САЩ), Мелбърн (Австралия) и Москва (Русия), и 15 регионални телекомуникационни хъба (RTHs) от целия свят: Алжир (Алжир), Бразилия (Бразилия), Буенос Айрес (Аржентина), Дакар (Сенегал), Джеда (Саудитска Арабия), Ексетър (Великобритания), Кайро (Египет), Найроби (Кения), Ню Делхи (Индия), Офенбах (Германия), Пекин (Китай), Прага (Чехия), София (България), Токио (Япония) и Тулуза (Франция). Както е видно, на това най-високо йерархично ниво на GTS има само пет европейски телекомуникационни хъба, като нашият е един от тях.

През основната телекомуникационна мрежа тече хидрометеорологичната информация от целия свят в реално време. Затова функцията на MTN е да осигури ефективна, бърза и надеждна връзка между отделните центрове.

Зона на отговорност

Всеки от трите световни метеорологични центъра (WMCs) и 15-те регионални телекомуникационни хъба (RTHs) има своя зона на отговорност, която включва различен брой национални метеорологични центрове (NMC) на страни – членки на СМО.

В зоната на отговорност на RTH – София, влизат националните метеорологични центрове на: Албания, Босна и Херцеговина, България, Кипър, Република Северна Македония, Румъния, Сирия, Сърбия и Черна гора.



Фигура 1. Основната телекомуникационна мрежа на СМО, през която текат хидрометеорологичните данни от целия свят в реално време
Източник: www.wmo.int

Второто ниво на GTS – регионалните метеорологични телекомуникационни мрежи, покрива всеки един от шестте региона на СМО: RA1 – Африка, RA2 – Азия, RA3 – Южна Америка, RA4 – Северна Америка, Централна Америка и Карибския басейн, RA5 – Югозападния регион на Тихия океан, RA6 – Европа, и RA7 – Антарктика.

Бъдещето

Последният засега етап в развитието на комуникациите в системата на СМО е изграждането на новата информационна система на организацията (WIS), което продължава и в момента.

WIS също има йерархична структура на три нива:

1. Глобални центрове на информационната система (GISCs),
2. Центрове за събиране и производство на данни (DCPCs) и
3. Национални центрове (NCs).

В рамките на WIS RTH – София, е DCPC и е в зоната на отговорност на GISC – Офенбах.

Предизвикателства пред наблюдателната система от високопланински станции на Националния институт по метеорология и хидрология

Д. Хаджиев[1*], С. Радева[1], О. Георгиев[1]

[1]Департамент „Измервания, метрология и информационни технологии“, Национален институт по метеорология и хидрология
*email: Dimitar.Hadzhiev@meteo.bg

Въведение

През последните 90 години Националният институт по метеорология и хидрология изгражда и поддържа мрежа от 5 високопланински метеорологични станции: Мусала – 2925 м н.в. (2.10.1932 г.), връх Ботев – 2384 м н.в. (2.11.1940 г.), Черни връх – 2286 м н.в. (25.10.1935 г.), Рожен – 1750 м н.в. (1.01.1981 г.), Мургаш – 1687 м н.в. (15.11.1953 г.).

Методология

Високопланинските синоптични станции (ВСС) изпълняват стандартна програма на синоптични и климатични наблюдения. Програмата за синоптични наблюдения включва 8 наблюдения на основните метеорологични елементи в денонощието (през 3 часа). Наблюденията във всички синоптични срокове са еднакви, с изключение на измерването на валеж – мери се на 6 часа в основните синоптични срокове. Програмата за климатични наблюдения включва три наблюдения в денонощието – в 7, 14, и 21 ч. Мониторинг на радиоактивността на атмосферата се извършва ежедневно при ВСС вр. Мусала. Проби от месечен фолаут се набират във ВСС Черни връх и ВСС вр. Ботев. Наблюдение на продължителност на слънчево греене се извършва във всички високопланински станции.

Резултати и изводи

Изпълнението на програмата за наблюдения във високопланинските синоптични станции е било и продължава да бъде предизвикателство по отношение на оборудване, съвместимо с екстремните климатични условия, поддържане на висока квалификация на служителите във ВСС, а от тук и качество на набираната информация. За 90-те години от началото на високопланинската метеорология в България ползите се изразяват в множеството изследвания на високите слоеве на атмосферата и тяхното влияние върху пътища, виадукти, водоеми, авиация, туризъм и т.н.

Като първо и основно предизвикателство за съществуването на този тип станции се явява нивото на оборудване със съвременна апаратура и средства за измерване на основните показатели. Преход към автоматизирани измервания на основните метеорологични елементи ще доведе до повишаване на качеството на данните, ще подобри сигурността при тяхното съхранение и предаване и ще доведе до възможност за концентриране на усилията на синоптичните наблюдатели в проследяване на атмосферните явления и поддръжка на апаратурата.

Важни обстоятелства за гарантиране на съществуването на високопланинските метеорологични станции са осъвременяването на битовите условия и облекчаването на логистиката до тях. А също осигуряването на съвременно облекло и оборудване на наблюдателите, навременните ремонти и снабдявания, поддръжката и редовната профилактика на мълниезащитата и средствата за безопасност.

Решения са търсени и продължава да се търсят. Необходима е стратегия за развитието на планинската метеорология. Една съвременна стратегия за развитието на ВСС трябва да включва качествена логистика, професионално оборудване и работна среда, отговаряща на световните стандарти в областта.

ИТ предизвикателства и стратегии за интеграция на новата информационна система на СМО WIS 2.0: Подобряване на управлението на хидрометеорологични данни

Н. Найденов[1*], А. Драмов[1], А. Шарков[1], Й. Стойчева[1]

[1]Отдел „Информационни технологии“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *хидрометеорологични данни, WIS, информационни технологии, оптимизация, автоматизация, информационна сигурност, контейнеризация, оркестрация*

*email: nikola.naydenov@meteo.bg

Въведение

WMO Information System 2.0 (WIS 2.0) е нова рамка за управление, обработка и разпространение на данни на Световната метеорологична организация (СМО), която е проектирана да замени настоящите глобална информационна и телекомуникационна система на СМО. Прилагането WIS 2.0 рамката цели реорганизация и оптимизиране на обмена на хидрометеорологични (ХМ) данни и увеличаване на информационната сигурност. Очаква се WIS 2.0 да замени съществуващите системи на СМО – Глобална телекомуникационна (GTS) и Информационна (WIS), до 2030 година.

Внедряването на WIS 2.0 е свързано с радикални промени в архитектурата и протокола за обмен на данни, чрез които да се постигнат редица подобрения спрямо текущата информационна система.

WIS 2.0 моделът и методология на внедряването му в НИМХ

С въвеждането на WIS 2.0 СМО цели да реши конкретни проблеми с предшественика WIS 1.0. В WIS 1.0 автоматизираният обмен на ХМ данни става чрез маршрутизиране между поредица от Message Switching Systems (MSS). Всяка от тези MSS системи по пътя на данните добавя риск от забавяне, грешки и загуби. Всяка промяна в маршрута се прави ръчно, което става проблемно при увеличаване на мащаба на модела.

WIS 2.0 трябва да осигури следните преимущества за автоматизирания обмен на ХМ данни в реално време:

– всеки участник, който предоставя данни, може да имплементира по-добър контрол на достъпа до тях;
– предоставящият даден тип данни директно ги обменя с консумиращия (няма междинни възли);
– гъвкавост и регулиране на мащаба с помощта на протокол с публикуване/абониране на данни.

Протоколът на обмен задава 3 роли на участниците в комуникацията: 1) издател – създава и публикува съобщения в „теми“; 2) брокер на съобщения – управлява заявки от потребители за абониране за темите автоматично, като публикувани в дадена тема съобщения се изпращат незабавно до всички абонати; 3) потребител на данни/абонат – при получаване на уведомително съобщение абонатът може да изтегли данните от уеб услугата, посочена в съобщението.

Внедряването на WIS 2.0 в НИМХ е свързано с редица ИТ предизвикателства. Планираната ИТ инфраструктура трябва да осигури по-гъвкава методология на работа, бързо усвояване на нови технологии, автоматизация на процеси, възможност за интеграция с облачни услуги.

Важен елемент е внедряването и оркестрацията на нова контейнеризирана инфраструктура, със съпътстващите я архитектурни промени. Контейнеризацията използваме в случая като технология за доставка на софтуерни услуги чрез пакетирането им във виртуални обекти, наречени контейнери.

ИТ услугите по WIS 2.0 и подлежащата контейнерна инфраструктура трябва да се организират и управляват така, че да се гарантира високо ниво на наличност (high-availability), киберсигурност и мониторинг.

Тези промени са основополагащи. На този етап въвеждането им изисква разработване на план за преход, координиране между различните заинтересовани страни и тестване на новата ИТ инфраструктура.

Изводи

Активното участие на НИМХ в развитието и внедряването на WIS 2.0 е от голяма значение, за да запазим водещата си позиция и авторитет: в действащата йерархична мрежа на Глобалната телекомуникационна система на СМО НИМХ – София, е централен телекомуникационен хъб за страните от региона. Участието в проекта създава среда на стимулиране на научното сътрудничество с водещи експерти от цял свят и обменяне на знания и най-добри практики. От друга страна, НИМХ може да допринесе за подобряването на технологиите на WIS 2.0 и бъдещите разработки на СМО.

Технически решения за осигуряване на мрежовата сигурност на НИМХ

К. Росенов[1*], И. Попов[1], Н. Герганов[1]

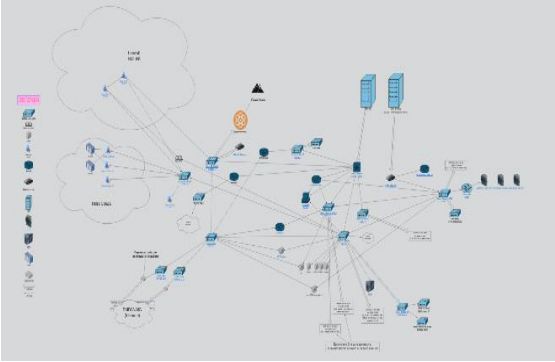
[1]Департамент ИМИТ, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *Firewall (защитна стена), VPN (виртуална частна мрежа), High Availability (висока наличност), HA proxy*

*email: kaloyan.rosenov@meteo.bg

Въведение

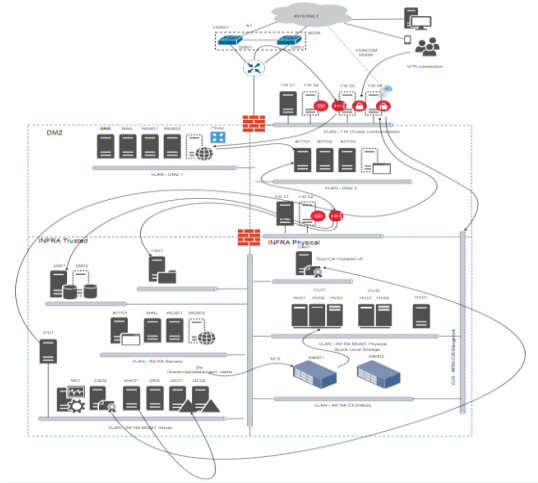
Националният институт по метеорология (НИМХ) работи изцяло в открита (публична), без правила мрежа (фиг. 1) и това налага изграждането на затворена (частна) вътрешна мрежова и системна среда.



Фигура 1. Схема на текущата мрежа

Методология

Затворената мрежа има централизиран Firewall (защитна стена), в който могат да се управляват лесно правилата за достъпване към всяко устройство в мрежата и начинът, по който се осъществява това – било то административен, или потребителски достъп. При една затворена мрежа устройствата зад изградената защитна стена няма да се виждат от публичното пространство и ще бъдат значително по-защитени (фиг. 2).



Фигура 2. Схема на планираната мрежа

За потребителите, които имат нуждата от отдалечен достъп до затворената мрежа, е осигурен VPN (virtual private network) на принципа: Peer-to-site. Те ще получат персонален сертификат и с него, заедно с персонална парола и токен, ще могат да достъпят вътрешната мрежа на института независимо от местонахождението им.

Услугите, които НИМХ поддържа и предоставя извън вътрешната мрежа (например meteo.bg; weather.bg), ще бъдат изведени от там чрез High Availability (с висока наличност) proxy, което не позволява на административната част от системите да бъде претоварена и достъпена от нежелани лица, докато потребителската част може да бъде достъпна отвсякъде. Мрежата е изградена с High Availability, което позволява непрестанна работа, дори и при отпадане на някоя от машините.

Резултати и изводи

В резултат на предвидените мерки на НИМХ ще бъде осигурено едно базово ниво на сигурност, което и до ден днешен липсва. По този начин се доближаваме до крайната ни цел да отговаряме напълно на минималните държавни изисквания за киберсигурност.

Атмосферна депозиция на бета радионуклиди в България – опитът на НИМХ

Е. Йорданова[1], Б. Велева[1*], Е. Христова[1]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *атмосферна депозиция, радиоактивност, обща бета активност*

*email: Blagorodka.Veleva@meteo.bg

Въведение

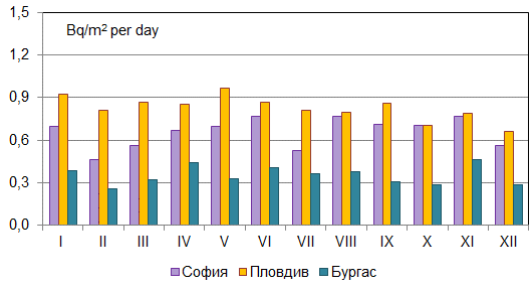
Изследване на радиоактивното замърсяване на атмосферата е задача, която възниква с началото на опитите с ядрени оръжия в атмосферата. Особено актуална е след мощните термоядрени опити от 50-те и началото на 60-те години на XX век и свързания с тях глобален радиоактивен фолаут. Развитието на ядрената енергетика и емисиите на радионуклиди в околната среда, свързани с ядрения горивен цикъл, също са едно предизвикателство в радиоекологията. Надпроектни, авариите на ядрени реактори (АЕЦ „Фукушима“, АЕЦ „Чернобил“) доведоха до огромни екологични, икономически и социални последици, включително и в България (Antonov et al., 1992).

Методология

Пробите атмосферна депозиция/отлагания се събират и анализират в мрежата от станции на НИМХ с различна честота: в 8 станции ежедневно се взема проба „марля“; сумарният месечен фолаут върху цилиндричен контейнер се събира в 19 станции от мрежата на НИМХ на първо число от календарния месец; радиоактивността на отделните денонощни валежи се анализира в 7 станции. Пробите отлагания се преконцентрират чрез изпарение за водните проби и чрез опепеляване или изгаряне при контролирана температура за пробите от планшет. Измерване на радиоактивността се извършва с бета-радиометри, калибрирани със стандартен източник $^{90}Sr/^{90}Y$. Специфичната обща бета активност на отделните валежи, измерена 120 часа след пробовземане, когато дъщерните краткоживущи бета радионуклиди на радона (^{222}Rn, ^{220}Rn) са се разпаднали, варира от по-ниска от 0.1 до няколко Bq/l.

Резултати и изводи

Тук се разглеждат и показват резултати, получени за отложената обща бета активност главно от работата на Радиометрична и радиохимична лаборатория на НИМХ – София, през последното десетилетие, продължение на предишни изследвания, например Veleva et al. (2011). На фигура 1 са показани вариациите в средномесечната отложена активност през 2023 г., измерена 5 дни след пробовземането на проба „марля“ от планшет в станции от Южна България. Тъй като марлята се опепелява, в пробата не присъстват летливи радионуклиди. Запазва се тенденцията за по-висока отложена активност в пробите от Южна България и през 2023 г., в сравнение с предишните години (https://bulletins.cfd.meteo.bg/). Максималната средномесечна стойност през 2023 г. е регистрирана в Пловдив през м. май. Максимална средноденонощна отложена активност за всички станции е измерена на 23.VI.2023 в пробата от вр. Мусала. По-подробно е анализирана отложената активност от денонощен валеж в София и Кюстендил, която се изменя в широки граници и зависи от специфичната активност и денонощното количество валеж.



Фигура 1. Средномесечна отложена обща бета активност в станции от Южна България, 2023 г.

Изследва се и времевият ход в отлагането на дългоживущи бета радионуклиди в месечния фолаут, където по-дългоживущи бета радионуклиди преобладават поради по-продължителната експозиция (1 месец) и измерване 10 дни след пробовземане. Допълнително е представен дългогодишният ход от измерванията на депозицията на прах и неразтворими соли в проби от месечен фолаут, определен по гравиметричен метод, който показва тенденция за намаление.

Литература

Antonov, A., Veleva, B., Adjarova, L., Kolarova, M. (1992). Time and area distribution of low level radioactivity of technogenic radionuclides in the surface air and fallout over the territory of Bulgaria. In: Povinec, P. (Ed.). *Proc. of the 14th Europhys. Conf. on Nuclear Physics "Rare Nuclear Processes"*, 22-26 Oct. 1990, Bratislava, Singapore, World Scientific, pp. 407-419.

Veleva, B., Paatero, J., Hatakka, J. (2011). Variation of the total beta activity in the surface air layer in Finland and Bulgaria during the last decades. *BJMH*, 16/1, 62-67.

https://bulletins.cfd.meteo.bg/ (Годишен хидрометеорологичен бюлетин 2019, 2020, 2021 и 2022 г.).

Мониторинг на киселинност/алкалност и електропроводимост на валежите в мрежата на НИМХ

М. Корсачка[1], Л. Вълчева[1], Е. Христова[1*]

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *pH на валежа, мрежа по химия на валежите*

*email: elena.hristova@meteo.bg

Въведение

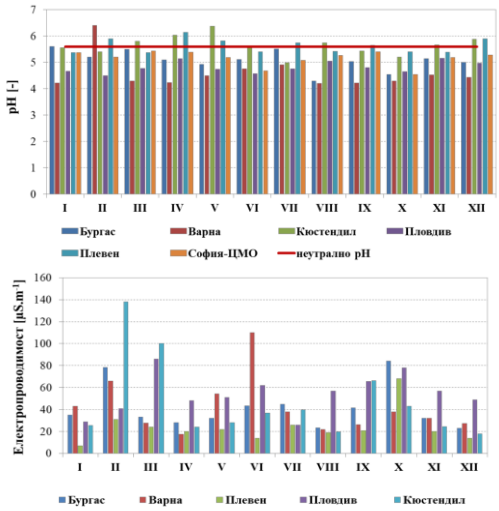
Химическите трансформации на серен диоксид (SO_2), азотни оксиди (NO_x) и други замърсители в облачната среда водят до промени в киселинността и химичните характеристики на валежите. Така, независимо че валежите способстват за по-чист въздух, те могат да имат негативни ефекти върху земната повърхност и се свързват с екологични щети. Съставът на валежите зависи от постъпилите в атмо-сферата замърсители от антропогенни или природни източници, динамичните процеси в атмосферата и химичните реакции, които възникват както по време на образуването им, така и при транспорта им на дълги разстояния. Типичните стойности на pH на киселинните валежи, които са причинени от антропогенни емисии, са в диапазон 3.5–5.0.

Целта на тази работа е да се направи сравнителен анализ на данните за киселинност/алкалност (pH) и специфичната електропроводимост (EC) в мрежата по химия на валежите в НИМХ за период от три години: 2021, 2022 и 2023 г.

Методология и някои резултати

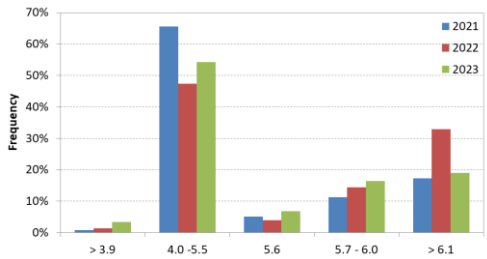
Мрежата за мониторинг на химическия състав на валежите, изградена и поддържана от НИМХ от 1998 г., включва 35 метеорологични станции и използва пасивни (неавтоматични) устройства за събиране на валежи. В цялата мрежа оперативно се измерва pH на валежите, а в 5 от станциите от 2017 г. се измерва и EC. Измерените стойности се предават със специ-ален код в реално време чрез системата за раз-пространение на синоптичните телеграми. Получените данни се публикуват в седмичен и месечен бюлетин на страницата на НИМХ (http://www.meteo.bg/). В допълнение, в Централната метеорологична обсерватория оперативно се извършва пробонабиране на 24 ч. валеж с автоматично устройство WADOS с цел химически състав на валежа. Тук се показват резултати за вариациите в стойностите на pH и EC на валежите, част от дългогодишни изследвания в Лабораторията по химия на валежите на НИМХ – София (Iordanova, 2010; Hristova, 2017). Сравнени са стойностите на pH на валежа по тримесечия във всички 35 станции.

На фигура 1 като пример са показани средномесечните стойности на pH и EC за избрани станции за 2023 г.



Фигура 1. Средномесечни стойности на pH (горе) и EC (долу) за 2023 г.

Допълнително са изследвани получените стойности на pH и EC на валежни проби, събрани с WADOS за последните три години. Най-ниска стойност на pH (3.7) е измерена през юни 2023 г., а най-висока (7.3) – през април 2022 г. Сравнението на относителната честота на pH в 24-часов валеж в София е показано на фигура 2.



Фигура 2. Разпределение на относителната честота на pH на валежни проби

Литература

Hristova, E. (2017). Chemical composition of precipitation in urban area. *Bul. J. Meteo Hydro,* 22(1–2), 41–49.

Iordanova, L. (2010). Local and advective characteristics of the precipitations' chemical composition in Sofia. *Compt. rend. Acad. bulg. Sci*., 63, 2, 295–302.

Климатични изследвания – минало, настояще, бъдеще

Средиземноморските циклони и сахарският прах над България

Р. Илиева*, Кр. Стоев

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *прашни бури, средиземноморски циклони, опасни метеорологични явления, климат*

*email: ralena.ilieva@meteo.bg

Въведение

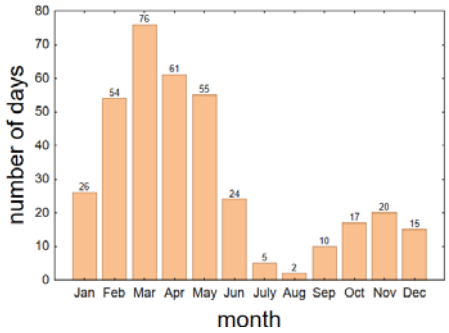
Световната метеорологична организация дефинира прашните бури (ПБ) като съвкупност от частици прах (пясък), издигнати на голяма височина от силен вятър. Те са опасно метеорологично явление, защото са свързани с намаляване на видимостта и оказват влияние на много икономически дейности, както и на човешкото здраве. Затова е важно непрекъснатото наблюдение на честотата и траекторията им. Основна причина за образуването на ПБ е атмосферната циркулация – преминаването на добре изразени фронтални системи, свързани с барични долини във високите слоеве на атмосферата, и формирането на циклони с големи градиенти на налягането, при което имаме увеличаване на скоростта на вятъра. В България нахлуването на прашни въздушни маси най-често е свързано със средиземноморски циклони.

Методология

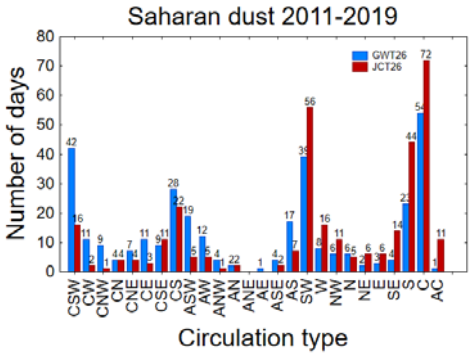
В тази работа е направена климатология и обективна типизация на атмосферната циркулация за дните с пренос на сахарски прах над България за периода 2011–2020 г. За целта обективната типизация на атмосферната циркулация, представена в Стоев (2021), е комбинирана с Dust RGB продукта на второто поколение спътници на Метеосат (MSG) и синоптични карти, за да се получи количествен анализ на дните с пренос на прах от Сахара. Обективната типизация е направена със софтуер cost733class, разработен от Европейската научна мрежа „Хармонизация и приложения на класификацията на типове време за Европейския район“. За изследването на обстановките с пренос на прах са избрани две циркулационни схеми: Gross-Wetter-Types (GWT) и Jenkinson-Collison-Types (JCT) с 26 типа циркулация. Входен параметър в софтуера е геопотенциалът на височина 850 hPa от атмосферен реанализ ERA5.

Резултати и изводи

За периода 2011–2020 г. са установени 365 дни със сахарски пренос. Максимален брой дни има през 2013 г. – 53, а минимален – 16 дни, през 2017 г. Месецът с най-голям брой дни е март – 76, а най-рядко пренос на сахарски прах се наблюдава през летните месеци (фиг. 1). От направената обективна типизация на атмосферната циркулация с двете циркулационни схеми GWT и JCT се установи, че преобладаващите циркулации са свързани с развитието на средиземноморски циклони и пренос на въздушни маси от югозапад. При JCT броят случаи с циклон (C) е 72, а с пренос от югозапад (SW) е 56. При GWT случаите с циклонален тип (C) са 54, а с тип SW са 39 (фиг. 2).



Фигура 1. Климатология на преноса на сахарски прах над България по месеци за периода 2011–2020 г.



Фигура 2. Обективна типизация GWT (сини стълбчета) и JCT (червени стълбчета) за дни с пренос на сахарски прах в периода 2011–2019 г.

Благодарности: Това изследване е осъществено с помощта на доц. Гергана Герова от Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“.

Литература

Стоев, К., Средиземноморски циклони и опасни метеорологични явления – фьонът в София, дисертация, Софийски университет „Св. Климент Охридски“, 2021.

Pey, J., Querol, X., Alastuey, A., Forastiere, F. and Stafoggia, M. (2013). African dust outbreaks over the mediterranean basin during 2001–2011: Pm 10 concentrations, phenomenology and trends, and its relation with synoptic and mesoscale meteorology, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13 (3), 1395–1410, 2013.

Климатология на фьона в София за периода 1975–2014 година

Кр. Стоев*

Департамент „Прогнози и ИО“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *фьон, средиземноморски циклони, опасни метеорологични явления*
*email: krasimir.stoev@meteo.bg

Въведение

Фьонът е топъл и сух вятър, който духа по подветрената страна на планината и се наблюдава в много планински райони по целия свят. В Алпийския и Средиземноморския район топлият и сух вятър, спускащ се по северните планински склонове, е познат от римско време. Фьонът в България се наблюдава по северните склонове на планините и честотата му е най-голяма на север от Витоша и от Стара планина. Най-често скоростта на фьона в България е 15–20 m/s, но има случаи на проява като бурен поривист вятър със скорост 25–30 m/s. Появата на фьон е свързана с развитието на циклонални вихри и наличието на силен поток. Класическият фьон се появява при средиземноморски циклони и преместването им по траектория на северозапад от България. Поради високата скорост и пулсиращия му характер фьонът е опасно метеорологично явление за авиацията, строителните дейности, разпространението на пожари и за развитието на земеделието.

Методология

Използвани са данни за температура, относителна влажност, посока, скорост и пулсации на вятъра от синоптичните наблюдения в Централната метеорологична станция в София за периода 1975–2014 година. Класифицирането на вятъра като фьон е направено по количествени критерии на Hristov and Tanev (1970): поява на вятър от южната четвърт (112–247°) и усилване на скоростта му най-малко с 5 m/s; внезапно и значително повишение на температурата (≥5 °C); понижение на относителната влажност на въздуха с над 20%.

Резултати и изводи

На фигура 1 е представена климатология на фьона в София по години за периода 1975–2014 г. Вижда се, че максимален брой дни с фьон има през 1978 г. – 18, а минимален – по 1 ден през 2005 г. и 2012 г. Средногодишният брой на дните с фьон в София е 7. След 2004 г. се наблюдава тенденция към намаляване на средногодишния брой на дните с фьон в София. Изследването на Marinova et al. (2005) показва, че път I на средиземноморските циклони през Унгария вече не е типичен. Това вероятно е една от причините за намаляването на средногодишния брой дни с фьон в София.

Фигура 1. Климатология на фьона по години

На фигура 2 е показан броят на дните с фьон по месеци. Месецът с най-голям брой дни с фьон е март, а с най-малък – юни.

Фигура 2. Климатология на фьона по месеци

Климатологията на фьона като опасно метеорологично явление по скорост на вятъра, по критериите на европейската система за предупреждения METEOALARM, показва, че в 26% от дните с фьон поривите на вятъра са по-малки от 14 m/s. В 52% от дните поривите на вятъра са 14–19 m/s и това съответства на жълт код. В 21% от дните поривите на вятъра са 20–29 m/s, което съответства на оранжев код, а в 1% от дните поривите на вятъра са над 30 m/s – червен код. За 40-годишния период броят на случаите с пулсации на вятъра над 30 m/s е само 4, т.е. средно веднъж на десетилетие фьонът в София е бурен.

Литература

Hristov, P. and Tanev, A. (1970). The climate of Sofia, *Nauka i izkustvo*, Sofia.

Marinova, T., Bocheva, L. and Sharov, V. (2005). On some climatic changes in the circulation over the mediterranean area, *Idojaras*, 109 (1), 55–67.

Срез на вятър – предиктор за валеж от град за територията на България

С. Георгиев[1*], Д. Баракова[1]
*email: sgeorgiev@weathermod-bg.eu

[1]Изпълнителна агенция „Борба с градушките“

РЕЗЮМЕ:

Конвективните бури се образуват и развиват при голямо разнообразие от метеорологични условия. С увеличаване на разбирането на този тип процеси се увеличава и очакването на хората за добро и точно прогнозиране на тези събития.

В България една от основните причини за щети върху изградената инфраструктура и селскостопанските култури е свързана с опасните метеорологични явления като едрозърнеста градушка, силни пориви на вятъра и проливни валежи от дъжд. Поради тази причина качественото прогнозиране на процесите е от съществено значение, като това би довело както до минимизиране на негативните последици от тях, така и до повишаване на качеството на живот в региона. Въпреки наличието на множество проучвания, които се фокусират върху опасните метеорологични явления в България, многогодишен анализ относно възможността за използване на среза на вятъра като индикатор за опасен валеж от град все още липсва.

Това изследване има за цел да проучи честотата на градовите процеси, размерите и стойностите на вертикалния срез на вятъра за 6-годишен период. Извършен е анализ на прогностични аерологични сондажи в синоптични ситуации, свързани с падането на валеж от град с различни размери. Изследван е срезът на вятъра за различни слоеве от атмосферата при ситуации с валеж от град с различни размери. Използвана е базата данни на ИА „Борба с градушките“ за вида, местоположението, размерите и продължителността на валежа от град, а за коректното определяне на вида на процесите, преминаващи през страната, е използвана радарна информация от радарната мрежа на ИА „Борба с градушките“.

Ключови думи: *метеорология, градушка, прогноза, вятър, опасни метеорологични явления*

Направление: Климатични изследвания – минало, настояще, бъдеще

Сравнително изследване на някои характеристики на микроклимата в градовете София, Пловдив и Варна

С. Георгиев[1*], Р. Димитрова[1]
*georgiev.sto@gmail.com

[1]Софийски университет „Св. Климент Охридски“

РЕЗЮМЕ:

Тази работа има за цел да изследва градския микроклимат на София, Пловдив и Варна чрез свързаните с него метеорологични параметри температура, количество валежи, скорост и посока на вятъра, височината на атмосферния граничен слой, топлинния и латентния поток топлина. Работата представя обобщени характеристики за 7-годишен период (2012–2018 г.) и анализира приликите и разликите в климатичните модели за трите градски района. Използвани са данни от симулации с модела WRFv. 3.9.1. с висока разделителна способност (1 km).

Получените резултати, базирани на времевото средномесечно (осреднено за целия период) разпределение и пространствената денонощна изменчивост (осреднена по сезони за целия период), представят закономерности, свързани с градския микроклимат, резултат от спецификата на географското местоположение в различни климатични райони, топографията и градската морфология. Показани са разлики в интензивността на градския топлинен остров за планински, равнинен и крайбрежен район.

Проследена е специфичната локална динамика във въздушните потоци и е анализирано влиянието на мезометеорологичните явления (бризова и планинско-долинна циркулация, конвективни процеси), както и формирането на вътрешен граничен слой вследствие на промяната в динамичната грапавост на подложната повърхност в градска среда, като е оценена разликата във височината на атмосферния граничен слой в различните градове.

Изследването предоставя основа за бъдещи изследвания на градския микроклимат и свързаните с него качество на живот, замърсяване на въздуха, както и връзката му с човешкото здраве, в градовете София, Пловдив и Варна.

Ключови думи: *климатични изследвания, градски микроклимат, градски топлинен остров*

Направление: Климатични изследвания – минало, настояще, бъдеще

Траектории на средиземноморските циклони, влияещи върху валежите в България през месеците септември–април за периода 2010–2020 година

Х. Попов[1*], А.-М. Георгиева[1]

[1]Катедра „Климатология, хидрология и геоморфология“, Геолого-географски факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Ключови думи: *циклони, Средиземно море, траектории, циклогенез, валежи, България*

*email: hpopov@gea.uni-sofia.bg

Въведение

Средиземноморският регион е известен като област с ниско атмосферно налягане през студената половина на годината и представлява зона на циклогенез през този период. Формирането на циклони в тази област е свързано както с адвекциите на студен въздух по студените фронтове на атлантическите циклони, така и от хребети с високо налягане, идващи от Азорския максимум, разположен на запад. Формираните циклони над водите на Средиземно море оказват влияние върху обширна територия, обхващаща Южна Европа, Близкия изток и северните части на Африка, което определя зоната на средиземноморския климат. Техният режим, траектории, скорост на движение и продължителност на задържане върху дадена територия определят в различна степен вътрешногодишния режим на валежите, както и свързаните с тях стопански дейности и рискови явления.

Методология

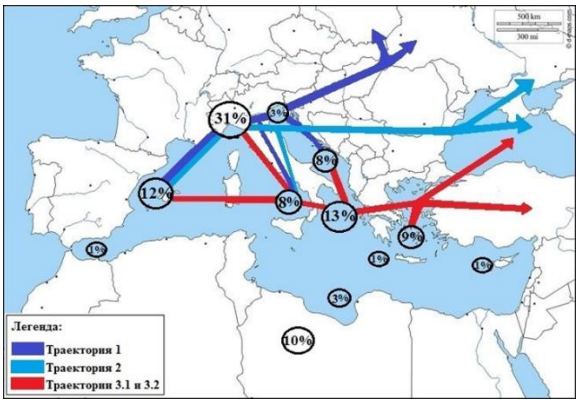
За целите на изследването са използвани данни от синоптични карти на височина 500 hPa, както и данни за месечни суми на валежите от 10 метеорологични станции – разположени в Северна (Видин, Плевен, Русе, Варна) и Южна България (Бургас, Сливен, Пловдив, София, Кюстендил, Сандански).

Класификационната схема на Писарски (1955) е използвана като основа за типовете траектории на средиземноморските циклони. Изчислен е месечният, сезонният и годишният общ брой на средиземноморските циклони. Установени са основните области на циклогенез и техните процентни съотношения спрямо общия брой образувани циклони. Представено е месечното и сезонното разпределение на циклоните, преминаващи по различните траектории.

За да се анализира влиянието на средиземно-морските циклони върху валежите в България, е използван коефициентът на корелация (r) между количествата на валежите и честотата на поява на формираните циклони.

Резултати и изводи

Средиземноморските циклони са с най-висока честота през януари, а с най-ниска – през септември. Установено е намаляване на циклогенеза за изследвания период в Генуезкия залив, Адриатическо и Тиренско море. Като нови центрове са регистрирани районите на Балеарско, Йонийско и Егейско море.



Фигура 1. Траектории на средиземноморските циклони за изследвания период

При изследване на корелационните коефициенти между честотата на поява на средиземноморските циклони и валежите резултатите показват много силна положителна корелация за месец декември за Софийска област – 0,83. Най-високи стойности на коефициентите на корелация по траектория 2 са отчетени за Варна през януари и февруари – 0,81 и 0,87. През октомври по траектория 2 е установена значима и силна корелация за района на Западна България. Най-добре изразена положителна корелация има през зимните месеци, а отрицателна – през пролетните. Между честотата на циклоните, преминаващи по траектория 3.1, и количествата на валежите има значителна до силна положителна зависимост. Много силна положителна корелация има за Видин (0,80) през февруари и за София (0,85) през ноември.

Литература

Писарски, А. (1955). Средиземноморските циклони и влиянието им върху времето у нас. *Хидрология и метеорология*, № 5–6.

Оценки и анализи на екстремни метеорологични явления в условията на променящия се климат на България

Л. Бочева[1*], К. Малчева[1]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *горещи вълни, екстремни 24-часови валежи, градушки, торнадо*

*email: lilia.bocheva@meteo.bg

Въведение

На базата на обобщени резултати от изследвания на учени от НИМХ върху съвременния климат на България (Маринова и Бочева, ред., 2023) са представени пространствено-времевите вариации на такива опасни метеорологични явления като горещи вълни, екстремни 24-часови валежи, градушки и торнадо. Анализирано е и изменението на избрани климатични индекси в условията на променящия се климат.

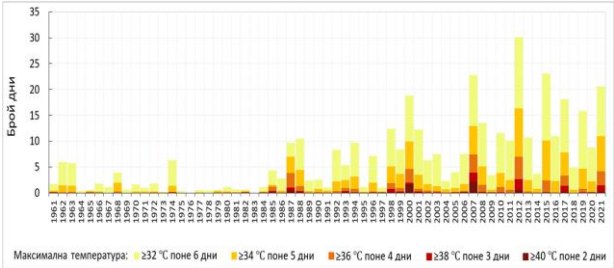
Методология

Климатичните оценки са направени по данни от измерванията в метеорологичните станции на НИМХ. За обработка на дигитализираната информация са използвани специализирани процедури в Microsoft SQL Server среда. Подбрани са статистически методи за анализ на времеви редове, чрез които могат да се проследят пространствено-времевите изменения на климатичните променливи. Всички изчисления и пространственият анализ са реализирани в R и QGIS среда.

Резултати и изводи

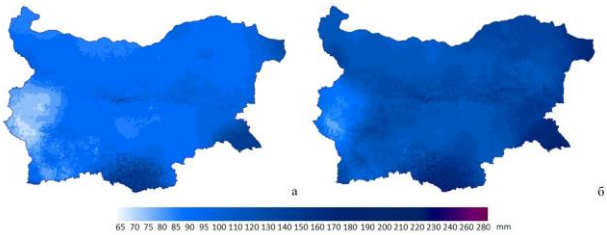
Класификацията на Кьопен-Гайгер разкрива, че климатичният преход между двата периода, препоръчани от СМО за оценка на съвременния климат – 1961–1990 г. и 1991–2020 г., е свързан със съществено редуциране на планинските климатични подтипове, а преминаването към по-топъл климат засяга над 35% от територията на страната.

Колебанията на средногодишната температура на въздуха следват статистически значима тенденция на затопляне, докато при годишната сума на валежите не се забелязва ясен тренд. Намаляването на ледените дни през зимата и на мразовитите дни през преходните сезони е по-отчетливо в планинските райони, отколкото в ниската част на страната. Установява се и значително нарастване на летните дни в почти цялата страна след 1990 г. Честотата на горещите вълни през последните десетилетия също нараства с ясно изразена тенденция (Malcheva et al., 2022). Всички изключително горещи периоди с максимални температури ≥ 38 °C и ≥ 40 °C и около 90% от горещите периоди при прагови стойности 32, 34 и 36 °C се наблюдават в България след средата на 80-те години на миналия век (фиг. 1). Явлението е характерно за месеците юли и август, но след 1985 г. нараства относителната честота на горещите периоди през юни и септември.



Фигура 1. Годишно разпределение на горещите вълни за периода 1961-2022 г.

Анализирани са измененията и особеностите на пространственото разпределение на максималните 24-часови валежи с дълъг период на повторение (Malcheva et al., 2020) – фигура 2.



Фигура 2. Пространствено разпределение на максималния 24-часов валеж, възможен веднъж на 20 г. (а) и на 100 г. (б)

Установено е, че след 1990 г. нараства приносът на силните, потенциално опасни валежи (≥ 60mm/24h) към годишния валеж (Bocheva&Malcheva, 2020), докато приносът на слабите и умерените валежи намалява, следвайки общата регионална тенденция. Нарастването на силните валежи е статистически значимо в североизточните и централните южни райони на страната. За същия период е установено и статистически значимо нарастване на средния за страната годишен брой дни с валежи от град.

Литература

Маринова, Т., Бочева, Л. (ред.) (2023), e-ISBN 978-954-90537-3-9: http://www.meteo.bg/bg/kniga2023KlimPromeni

Bocheva, L., Malcheva, K. (2020). *Proceedings of SGEM 2020:* https://doi.org/10.5593/sgem2020/4.1/s19.045

Malcheva, K., Marinova, T., Bocheva, L. (2020). *EnviroRISKs 2020:* https://doi.org/10.48365/ENVR-2020.1.41

Malcheva, K., Bocheva, L., Chervenkov, H. (2022). *Atmosphere,* 13(8):1186: http://dx.doi.org/10.3390/atmos13081186

Климатични характеристики и оценки на 2023 година

Л. Бочева[1*], К. Малчева[1], Р. Евгениев[1], В. Георгиева[1], Г. Кошинчанов[2]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
[2]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *климатични оценки, екстремни явления, България*

*email: lilia.bocheva@meteo.bg

Въведение

Представеният анализ обобщава състоянието на климата в България през 2023 г. въз основа на климатичните оценки, които се подготвят ежегодно от НИМХ за Изпълнителната агенция по околна среда (ИАОС) и Световната метеорологична организация (СМО).

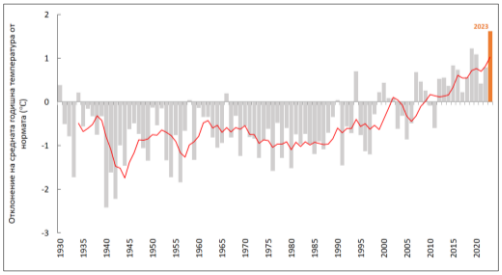
Методология

Краткият годишен и сезонен климатичен анализ е изготвен по данни от всички синоптични, климатични и агрометеорологични станции от метеорологичната мрежа на НИМХ с надморска височина до 800 m. В тази зона се намират и повечето населени места в страната.

Резултати и изводи

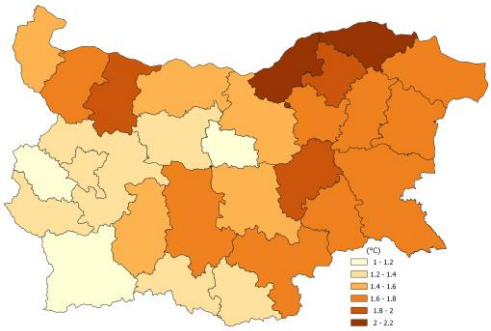
През 2023 година средната годишна температура за районите с надморска височина до 800 m е с 1.6 °C над климатичната норма за периода 1991–2020 г., което я определя като най-топлата година от 1930 г. насам (фиг. 1). Тя се характеризира с рекордно топли зима и есен и третото най-топло лято от 1930 г.

Анализът по месеци показва, че единствено април и май са относително по-студени – средно за страната температурните отклонения са -1.1°C и -1.4°C спрямо съответните месечни норми. Необичайно топло е в края на октомври, когато в ниската част от страната (без черноморското крайбрежие) са регистрирани продължителни периоди с максимални температури над 25 °C – от 6 до 12 дни в централните и източните части на Северна България и до 6 дни в Южна България.



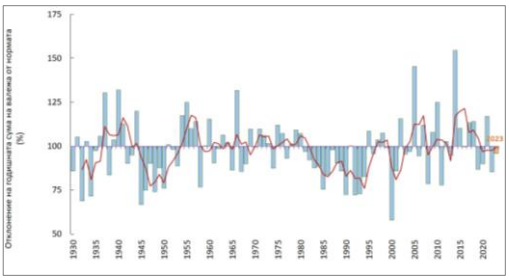
Фигура 1. Отклонение на средната годишна температура от нормата

Отклоненията на средната годишна температура от нормата са по-големи в източната част от страната, като в областите Русе и Силистра надхвърлят 2 °C (фиг. 2).



Фигура 2. Отклонение на средната годишна температура от нормата, обобщено по области

Въпреки че през 2023 г. годишната сума на валежите е около климатичната норма за периода 1991–2020 г. (фиг. 3), страната е обхваната от продължително лятно-есенно агрометеорологично засушаване (над 70 дни на отделни места).



Фигура 3. Отклонение на годишната сума на валежите от нормата

През есента на 2023 г. са регистрирани и екстремни валежи, довели до локални наводнения, щети и жертви (на 4–5.IX в района на Царево), както и обилни снеговалежи, блокирали за няколко дни големи райони от страната (на 25–26.XI бедствено положение е обявено в 13 области).

Изминалата година се отличава с голяма честота на ветровите бури през отделни месеци, а в началото на ноември е регистрирано и торнадо (на 4.XI), което нанесе щети на над 300 жилищни сгради и постройки в три населени места от община Исперих.

Климатични проекции и изменение на количеството валеж над България – предварителни оценки чрез NEX-GDDP многомоделен ансамбъл

Х. Червенков[1*], К. Славов[2]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
[2]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

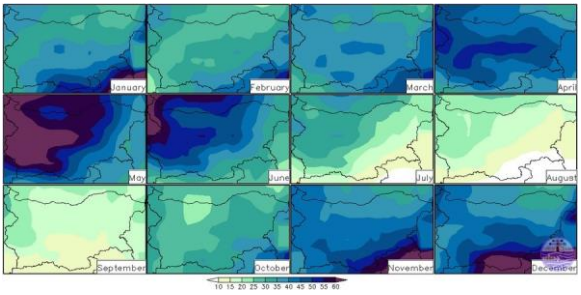
Ключови думи: валеж, *многомоделен ансамбъл, CMIP5, RCP4.5, RCP8.5*

*email: hristo.tchervenkov@meteo.bg

Количеството валеж е основна климатична променлива, от ключово значение за широк спектър от климатологични приложения, множество други клонове на науката за околната среда, както и широк кръг дейности на човека. Валежът е и съществен компонент на глобалния воден кръговрат. Дългосрочните му и точни оценки са също от значение за региони като Югоизточна Европа, в частност България, където производството на земеделски култури е основен стопански сектор.

Анализът на различните аспекти на очакваните дългосрочни изменения на валежа, особено в контекста на климатичните промени, е задача от стратегическо значение. Числените модели на общата атмосферна циркулация, отчитащи физическите процеси на взаимодействие на атмосферата с другите елементи на климатичната система (хидросфера, литосфера и криосфера), са понастоящем методически издържан и най-съдържателен от научна гледна точка инструмент за симулиране на минал, настоящ и бъдещ климат (Sillmann et al., 2013). Масивът NEX-GDDP (https://www.nccs.nasa.gov/services/data-collections/land-based-products/nex-gddp) на аерокосмическата агенция на САЩ (NASA) се състои от статистически телескопизирани и подложени на последваща процедура по корекция на систематичното отклонение (Thrasher et al., 2012) климатични сценарии, получени от моделните пресмятания с 21 глобални модела на общата атмосферна циркулация от проекта CMIP5 при два от четирите т.нар. радиативни сценария, именно 4.5 и 8.5. Пространствената резолюция на глобалната мрежа е 0.25°×0.25° (приблизително 25 km×25 km в умерените ширини). Информационният масив покрива периода 1950–2005 г. (исторически или ретроспективно интегриране) и 2006–2100 г. (по сценариите RCP4.5 и RCP8.5). По отношение на променливите масивът включва данни за минималната и максималната температура и за количеството валеж на денонощна база.

В предложения постер са показани в най-общ план климатичните проекции и изменение на количеството валеж над България до края на века, основани на предварителни оценки, направени чрез NEX-GDDP многомоделен ансамбъл (Chervenkov & Slavov, 2022). Фигура 1 демонстрира един примерен резултат.



Фигура 1. Многогодишни средни месечни стойности на валежната сума (единици: mm) за периода 2071–2100 г. съгласно сценария RCP8.5

Благодарности: Това изследване е осъществено изцяло чрез свободно достъпни данни и програмни средства и за това авторите изказват благодарностите си към институциите и организациите, които ги предоставят. Благодарим специално и на Climate Analytics Group и NASA Ames Research Center за използването на NASA Earth Exchange и на NASA Center for Climate Simulation (NCCS) за набора от данни NEX-GDDP.

Литература

Chervenkov, H., Slavov, K. (2022). NEX-GDDP Multimodel Ensemble vs. E-OBS – Evaluation of the Extreme Temperatures and Precipitation over Southeast Europe: Historical Comparison. *Atmosphere*, 2022, 13, 581: https://doi.org/10.3390/atmos13040581.

Sillmann, J., Kharin, V. V., Zwiers, F. W., Zhang, X., Bronaugh, D. (2013). Climate Extremes Indices in the CMIP5 Multimodel Ensemble: Part 2. Future Climate Projections. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 2013, 118, 2473-2493: https://doi.org/10.1002/jgrd.50188.

Thrasher, B., Maurer, E. P., McKellar, C., Duffy, P. B. (2012). Technical note: Bias correcting climate model simulated daily temperature extremes with quantile mapping. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2012, 16, 3309–3314: https://doi.org/10.5194/hess-16-3309-2012.

Автоматизиран геостатистически анализ и картиране на SPI с помощта на софтуер с отворен код

К. Малчева[1*], Р. Евгениев[1], Т. Маринова[1]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *SPI, ГИС с отворен код, пространствено моделиране, картиране*

*k.mal4eva@gmail.com

Въведение

Прецизният мониторинг и анализ на засушаванията изисква данни за индексите на засушаване с висока пространствена разделителна способност. Бързото развитие на ГИС софтуера с отворен код през последните десетилетия значително опрости процесите на пространствен анализ и картиране, позволявайки тяхното автоматизиране чрез достъпни за потребителите вградени инструменти.

Представеният тук подход използва аналитичната мощ на програмния език R в среда на QGIS (ГИС с отворен код) за автоматизиране на изчисляването, пространственото моделиране и картирането на стандартизирания индекс на валежите (SPI) по данни от оперативната метеорологична мрежа на НИМХ за периода 1961–2020 г.

Методология

Комбинирането на специално разработените скриптове за изчисляване на SPI (на базата на R-пакета ‘SPEI’; Beguería and Vicente-Serrano, 2023) и кригинг интерполация (на базата на R-пакета ‘automap’; Hiemstra et al., 2008) с други подходящи алгоритми и инструменти за геообработка е реализирано с помощта на QGIS Processing Model, който използва собствен език за визуално програмиране на изпълнението на работните процеси под формата на диаграми (QGIS, 2024).

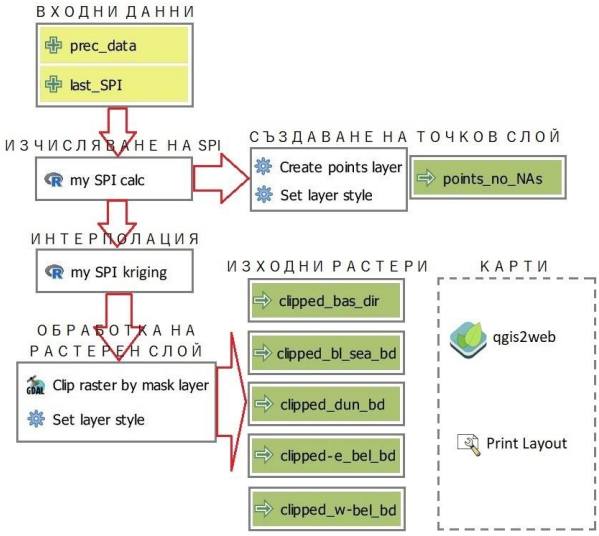
Визуалният интерфейс позволява не само алгоритмизирането на пространствения анализ, но и удобен режим на редактиране и настройки.

Резултати и изводи

Предложената система за автоматизирано изчисляване и картиране на SPI в QGIS среда следва методиката на съществуващата в НИМХ система, която осигурява пресмятането на месечните стойности на SPI в точките на оперативните станции. На фигура 1 е представена обобщена блок-схема на автоматизираната обработка на оперативните данни за валежите, етапите на обработка и използваните алгоритми и инструменти в QGIS среда за получаване на крайния продукт – карти на SPI. Входните данни са организирани в таблици с подходяща структура. Модулът за изчисляване на SPI също генерира структурирани данни, които се подават към модула за интерполация и към алгоритъма за създаване на точков слой.

Обработката на получения след интерполацията растерен слой включва изрязване по контурите на отделните басейнови дирекции и изготвяне на хороплетни карти на SPI при зададена скала и цветова схема. Разделянето по райони за басейново управление очертава по-ясно регионалните различия при засушаване.

На този етап е запазен експертният контрол за грешки и несъответствия между входните данни, изчислените стойности на SPI и автоматично генерираните изходни растери.



Фигура 1. Обобщена блок-схема на автоматизираната обработка на оперативните данни за валежа, етапите на обработка и използваните алгоритми и инструменти в QGIS среда

Получените резултати показват значително намаляване на общото време за обработка заедно с подобряване на възможностите за експертен контрол при моделирането на SPI.

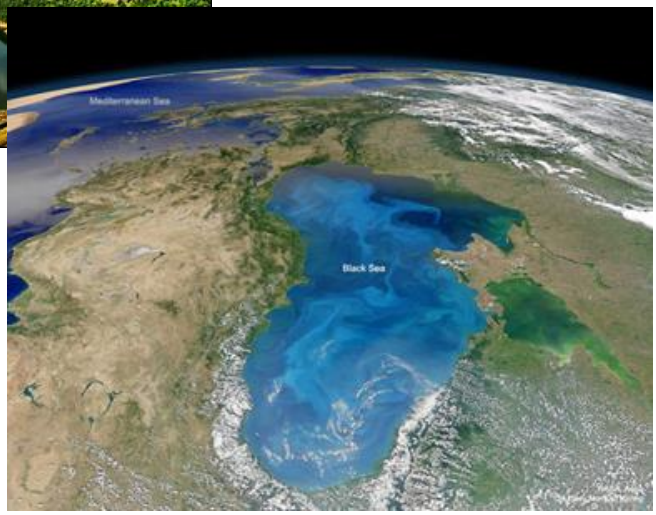
Литература

Beguería, S., & Vicente-Serrano, S.M. (2023). SPEI: Calculation of the Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index: https://spei.csic.es, https://github.com/sbegueria/SPEI

Hiemstra et al. (2008). Real-time automatic interpolation of ambient gamma dose rates from the Dutch Radioactivity Monitoring Network. Computers & Geosciences: http://dx.doi.org/10.1016/j.cageo.2008.10.011

QGIS.org (2024). QGIS 3.28. Geographic Information System User Guide: https://docs.qgis.org/3.28/en/docs/

Води – реки, подземни води, Черно море



Въздействие на екстремни метеорологични явления върху замърсяването с плаващи морски отпадъци в Бургаския залив

Н. Бобчев[1*], Д. Беров[1], С. Клайн[1], В. Карамфилов[1]

[1]Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания – Българска академия на науките

Ключови думи: *морски отпадъци, пластмасово замърсяване, пластмасов транспорт, реки, наводнения*

*email: bobchev.nikola@gmail.com

Въведение

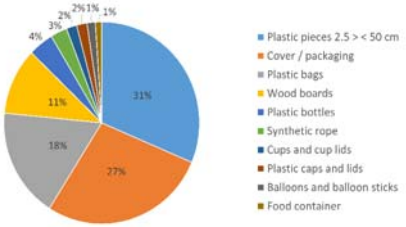
Плаващите морски отпадъци са предмети, произведени и използвани от хората, които са изхвърлени, изгубени или забравени по крайбрежието и в морето или са пренесени там от вятъра, отпадните води, дъжда и реките (Wenneker et al., 2010). Екстремните метеорологични събития могат да окажат силно въздействие на концентрациите на морски отпадъци. Това проучване изследва динамиката на плаващите морски отпадъци в югозападната част на Черно море за период от две години.

Методология

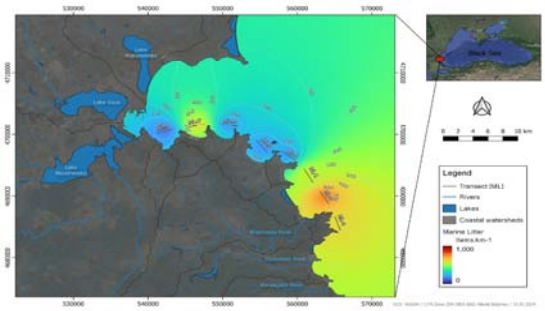
В периода IX.2021–XII.2023 г. на всеки два месеца беше проведен визуален мониторинг на плаващите отпадъци в Бургаския залив, прилагайки методологията на Техническата подгрупа по морските отпадъци на РДМС (Vighi et al. 2022). Наблюдавани бяха осем трансекта, всеки с дължина 2250 m и площ 13 500 m^2.

Резултати и изводи

Изследването показва натрупване на плаващи морски отпадъци в южната част на Бургаския залив. Наблюдават се силни сезонни и годишни вариации. В периода на изследване са регистрирани общо 502 плаващи морски отпадъка, 88,72% от които са пластмаса. Най-често срещаните видове отпадъци са пласт-масови парчета с размери 2,5–50 cm, пластмасови опаковки и пластмасови торбички. Средното количество плаващи морски отпадъци за целия период на изследване е 403 ± 692 Items.km^{-2}, като се наблюдават вариации в различните зони на Бургаския залив между 168 и 730 Items.km^{-2}.



Фигура 1. Видове отпадъци за периода на изследване



Фигура 2. Средна концентрация на плаващи морски отпадъци за периода IX.2021–XII.2023 г.

Концентрацията на плаващи отпадъци в морето се влияе силно от локални метеорологични събития, които могат да доведат до 2–3 пъти по-високи концентрации от средните. Речните водни оттоци и оттичащите се повърхностни дъждовни води в крайбрежните водосбори в района могат да бъдат идентифицирани като основни вектори за пренос на плаващи отпадъци от сушата в крайбрежните морски води. Такива са регистрирани през септември и ноември 2023 г. след екстремните валежи – над 400% от месечната норма (NIMH, 2023), със средни стойности на морските отпадъци съответ-но 870 ± 559 Items.km^{-2} и 1481 ± 1458 Items.km^{-2}.

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект Bridge-BS, финансиран от H2020-EU.3.2.3.3, № 101000240, и с помощта на инфраструктура LTER-BG (Споразумение № ДО1-1-163/28.07.2022), закупена по Националната пътна карта за научна инфраструктура, финансово координирана от МОН.

Литература

Monthly hydrometeorological bulletin. National Institute of Meteorology and Hydrology of Bulgaria, September 2023, November 2023, Sofia, ISSN 1314-894X (print) ISSN 2815-2743 (online): http://bulletins.cfd.meteo.bg

Vighi, M., Ruiz-Orejón, L. F., Hanke, G. (2022). Monitoring of Floating Marine Macro Litter – State of the art and literature overview, EUR 31073 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-52436-6, doi:10.2760/78914, JRC129261.

Wenneker, B., Oosterbaan, L. and Intersessional Correspondence Group on Marine Litter (2010). Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area. Edition 1.0. London, UK, OSPAR Commission, 15pp. & Annexes. DOI: http://dx.doi.org/10.25607/OBP-968.

Сравнение на резултатите, получени по предложената Методика за екологичен отток, с тези, изчислени по досега действащата нормативна уредба

Мая Ранкова*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *екологичен отток, регионални зависимости, хидроложки характеристики*
*email: maya.rankova@meteo.bg

Въведение

В условията на климатични изменения, засушаване и воден недостиг естественото функциониране на речните системи до голяма степен зависи от правилното разпределение на водните ресурси. Точното определяне на хидроложките характеристики е от съществено значение за устойчивото управление на водните ресурси и предоставя информация за състоянието и потенциала на водните системи. Управлението на водите трябва да се реализира така, че да се отговори на нуждите на човека и на икономиката, като същевременно се предприемат мерки за опазването на количествените характеристики на водната среда. Това означава, че консумацията на вода не трябва да надвишава определена гранична стойност на оттока – екологичния отток.

Методология

Със Заповед № РД–1383/18.11.2003 се регламентира обезпечаване на минимално допустим отток в реките, „равен на 10 на сто от средното многогодишно водно количество, определено въз основа на информация от представителен период, като това водно количество не може да бъде по-малко от минималното средномесечно водно количество с обезпеченост 95 на сто за съответния пункт при ненарушен режим“. През 2023 г. в МОСВ беше предоставена Методиката за екологичен отток с определяне на 3 типа прагове на водност при зададена чувствителност за съответния район. В НИМХ се извърши сравнение на стойностите по досега действащата нормативна уредба и тези, получени по предложената методика. След обстоен анализ се стигна до извода, че за условията на България е уместно е да се работи с хидроложки подход и стандартни статистически методи за изчисляване на екологичния отток.

Резултати и изводи

Направен е подробен сравнителен анализ с пример за поречието на река Искър. Това включва: подробен анализ на речните участъци, разработка на регионални зависимости за 10% от средното многогодишно водно количество и минималното средномесечно водно количество с 95% обезпеченост и регионални зависимости за предложените три типа водности – ниска, средна и висока.

Таблица 1. Процентно сравнение на представените оценки

Регион	Река	10Q %	Q95 %	НВ %	СВ %	ВВ %
1	Искър	10	9.1	9.7	18.5	80.5
2	Палакария	10	3.0	10.3	34.8	81.3
3	Сливнишка	10	5.9	13.4	33.5	66.0

Фигура 1. Карта на региони по водност

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на Междинен отчет – Определяне на хидроложките характеристики по разработена методика за определяне на екологичния отток за условията на България и сравнение със стойностите по досега действащата нормативна уредба, с р-л проф. Пл. Нинов и колектив от Департамент „Хидрология“ (т. 3.9 от Заповед № РД-112/17.02.2023 г. на МОСВ).

Оценка на несигурността при избора на дългосрочен вариант за защита от наводнения в контекста на изменението на климата

М. Маврова-Гиргинова[1*], Ж. Манчева[1], Д. Пенчева[2]

[1]Университет по архитектура, строителство и геодезия
[2]Изследовател на свободна практика

Ключови думи: *управление на риска от наводнения, вероятностен анализ, Info-Gap Decision Theory, несигурност, изменение на климата*

*email: margir_fhe@abv.bg

Въведение

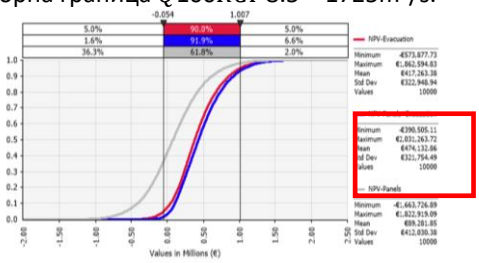
Предмет на проучването е значителната несигурност при определянето на риска от наводнения в условията на дългосрочни прогнози за изменението на климата. Вземането на решения за управление на риска включва сравняване на варианти въз основа на техните ползи и разходи. Целта на анализа е да се разкрие доколко алтернативните мерки за защита от наводнения са устойчиви на несигурността.

Методология

Обработката на различните източници на несигурност е направена чрез използване на вероятностен анализ на нетната настояща стойност (NPV), както и чрез използване на теорията за вземане на решения в условия на информационен дефицит (Info-Gap Decision Theory, IGDT).

Обектът на изследване е гр. Севлиево, в който са регистрирани тежки наводнения в миналото. Проучването се основава на предходни хидроложки изследвания на въздействието на изменението на климата върху водните ресурси и наводненията в България. Изследвано е въздействието на несигурността в прогнозите за оттока към 2050 г. за сценарии на концентрация на парникови газове RCP 4.5 и RCP 8.5 за водосбора на р. Росица до гр. Севлиево.

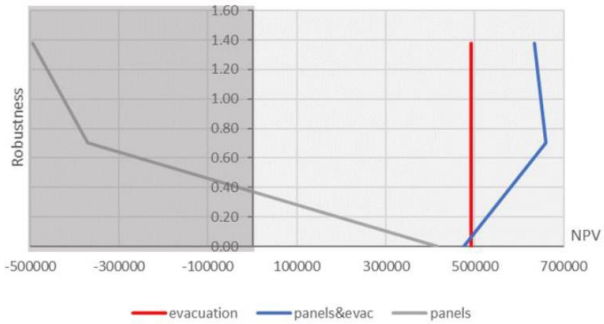
Избрани за сравнение са три варианта на мерки за защита: чрез надграждане на съществуваща дига с мобилни прегради (панели), евакуация и комбиниране на първите две мерки. Изследвано е поведението на трите варианта за защита в условията на хидрологичната несигурност за продължителен 30-годишен период от време, до 2050 г. Като номинален сценарий е приета текуща оценка на оттока Q100 = 1500 m^3/s и диапазон на несигурност с долна граница $Q100RCP4.5$ = 1230 m^3/s и горна граница $Q100RCP8.5$ = 1725m^3/s.



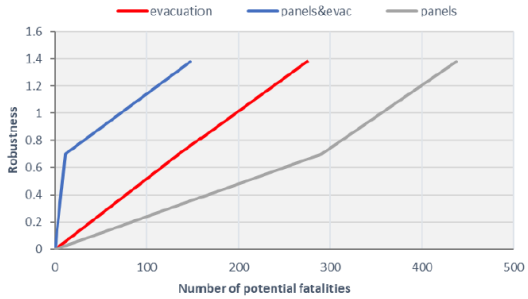
Фигура 1. Сравнение на разпределението на NPV на вариантите при отчитане на хидрологичната несигурност, свързана с изменението на климата

Резултати и изводи

Последователно са извършени детерминистичен и вероятностен анализ (със и без отчитане на хидрологичната несигурност, свързана с изменението на климата) с критерий за ефективност NPV (фиг. 1). На фигури 2 и 3 устойчивостта по отношение на NPV, респ. по отношение на броя потенциални смъртни случаи, е показана в изследвания диапазон на несигурността на оценка на оттока по Info-Gap теорията.



Фигура 2. Компромис между устойчивост и NPV за различни мерки за защита от наводнения



Фигура 3. Компромис между устойчивост и брой потенциални смъртни случаи за вариантите

Получените резултати демонстрират необходимостта при вземане на решения за дългосрочна защита от наводнения да се използват множество методи с различна парадигма, като задължително се отчита хидрологичната несигурност, произтичаща от изменението на климата.

Литература

Mavrova-Guirguinova, M., Mancheva, J., Pencheva, D. (2023). Decision Analysis for Robust Long-Term Flood Management: Uncertainty Exploration Using Probabilistic Approach and Information-Gap Decision Theory. *Int. Journal of Design & Nature and Ecodynamics,* 2023, Vol. 18, No. 1, February 2023, pp. 117-124: https://doi.org/10.18280/ijdne.180113

Предварителни резултати от изследване на морската интрузия в района на гр. Шабла

М. Иванов[1*], Е. Дамянова[1]

[1]Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *подземни води, интрузия на солени води, Сарматски водоносен хоризонт, мониторинг, Югоизточна България*

*email: marin.ivanov@meteo.bg

Въведение

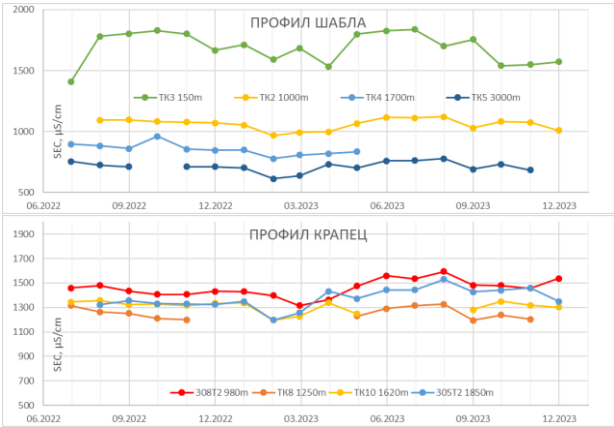
Засоляването (интрузия) на подземните води в Сарматски водоносен хоризонт в района на Крапец–Шабла е съществуващ и доказан проблем. Този водоносен хоризонт е обект на експлоатация от началото на 50-те години на XX в. и представлява основен източник на питейно-битово водоснабдяване и напояване. За изучаване на движението, разпространението и динамиката на съществуващата вече интрузия е изградена мониторингова мрежа от 23 кладенеца.

Методология

За целта на изследването от юли 2022 г. се провеждат ежемесечни наблюдения на водните нива и кондуктометрични профилирания за измерване на електропроводност и температура, които продължават и през 2024 г. Проведоха се няколко полеви експедиции за вземане на водни проби за хлориди, сулфати, натрий и TDS, заснемане на конструкцията със сондажна камера и прецизно GNSS определяне на котите на мониторинговите пунктове. Взеха се проби за природни изотопи, които предстои да бъдат анализирани и обобщени. Събраната информация е структурирана в ГИС база данни.

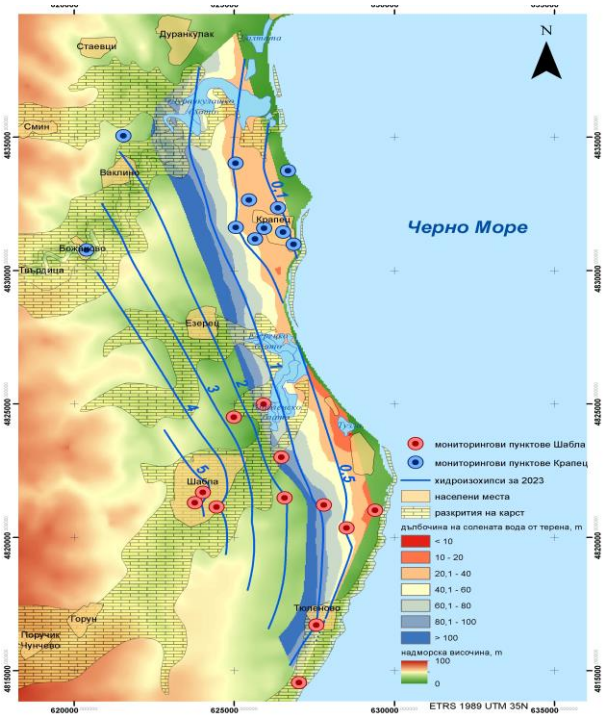
Резултати и изводи

В зоната на морска интрузия съществува слой с прясна вода, изтъняващ в посока към брега. Установена е границата между прясната и солената вода в три от пунктовете. Максималното изменение на тази граница за периода на изследване е до 1 m, като тя се е покачила спрямо 1996 г. с 2 m (305T2 от мрежата на НИМХ). Динамиката в зоната на смесване непосредствено над интерфейса се изменя от 1,5 m в близост до брега, 2,5 m в района на Крапец и достига до 4 m на 1700 m навътре в сушата. Слоят с прясна вода (фиг. 1) на 5 m под морското ниво има незначително месечно изменение на електропроводността, вариращо от 400 µS/cm, в близост до морето, затихващо до 100 µS/cm навътре. В дълбочина флуктуациите се увеличават слабо, само в крайбрежните зони. Подземната вода се опреснява във всички профили в дълбочина в посока от брега към сушата и има затихваща амлитуда на изменение на електропроводността.



Фигура 1. Месечно изменение на електропроводността

Очертана е площта на засоляване, на дълбочина до 100 m под морското ниво, която не се изменя значително във времето и за 2023 г. е средно около 52 km^2 (фиг. 2).



Фигура 2. Зона на разпространение и залягане на солената вода в района на изследване

Литература

Пенчев П., Величков В., Величкова Б., 2017 „Провеждане на проучвателен мониторинг за установяване източниците на натиск при установено влошаване на състоянието на водното тяло в участъка Крапец - Шабла - Тюленово на морска интрузия", Договор №370/09.05.2017, София

Оценка и обезпечаване на екологичния отток и приоритетни водопотребители от комплексните и значими язовири

И. Илчева[1*], В. Захариева[2], П. Нинов[1], Кр. Любенова[1], Е. Божилова[1], А. Йорданова[1]

[1]Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология
[2]Хидротехнически факултет, Университет по архитектура, строителство и геодезия

Ключови думи: *екологичен отток, язовири, хидроложки подход, моделиране отток-зообентос, засушаване*

*email: irena.ilcheva@meteo.bg

Въведение

Устойчивото използване на природните ресурси е от първостепенно значение за екологичните цели на Рамковата директива за водите (РДВ), осигуряване на жизненоважните нужди на обществото, адаптиране към изменението на климата и др. Екологичният отток, т.нар. e-flow, се определя като „хидроложкият режим, необходим за постигане на екологичните цели на РДВ в природни повърхностни водни тела“ (Guidance No. 31, Ecological flows in the implementation of the WFD, 2015). В зарегулираните подязовирни участъци минимално допустимият отток (МДО) е и целеви: за водните екосистеми, за подхранване на подземните води и питейното водоснабдяване, за опазване на влажните зони и защитените зони (ЗЗ) и др. Определянето на необходимия за e-flow хидроложки режим в подязовирните участъци зависи от изпусканите екологични количества, но и от управлението на язовирите при обезпечаването на приоритетни водопотребители и схемата на водоразпределение. В голяма част от европейските държави подязовирните участъци са силномодифицирани водни тела.

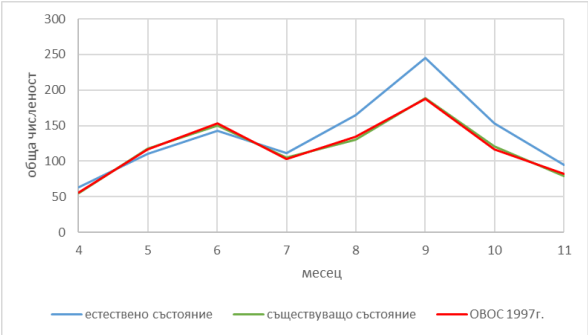
Методология

Представени са: концептуална и методична рамка за реализиране на концепцията e-flow, методи за оценка на МДО – хидроложки подход и методика за определяне на МДО, чрез моделни изследвания за оценка на e-flow (моделиране отток-зообентос). Основен показател за състоянието на макробезгръбначното съобщество е общата численост. Предложен е подход за идентифициране на критични водосбори и язовири в подкрепа на обезпечаването на e-flow при засушаване.

Резултати и изводи

Хидроложкият подход е приложен за оценка на МДО за комплексните и значими язовири от Приложение №1 от Закона за водите (ЗВ). Извършен е сравнителен анализ с изпускания в момента МДО с отчитане на рисковете за обезпечаването му (фиг. 1). Математическият модел за съхранение на биологичната пълноценност на речната екосистема е приложен за над 70 пункта от територията на Р България. Представени са резултати от определянето на e-flow за яз. „Яденица“ с отчитане наличието на ЗЗ BG 0001386 и с цел постигане на добро екологично състояние на р. Яденица. Резултатите потвърждават, че предложената схема за изпускане на МДО запазва речната екосистема в състояние, близко до съществуващото (фиг. 2). Обоснована е актуална схема за определяне и обезпечаване на e-flow.

Фигура 1. Сравнителен анализ на актуалния и изпускания МДО и риск за обезпечаването му



Фигура 2. Обща численост на зообентоса

Идентифицирани са рисковите язовири и критичните проблеми при обезпечаване на екологичния отток и приоритетни водопотребители, рисковете за реките и язовирите от Черноморието, питейните язовири и др. Коректното приложение на хидроложкия подход (по ЗВ) и моделните изследвания са надежден подход за оценка на e-flow. Дадени са препоръки за приложение на концепцията e-flow в България. Разработката е в подкрепа на МОСВ и Басейновите дирекции при практическото определяне и обезпечаване на екологичния отток от комплексните язовири.

Наличие на потенциални микропластмасови частици в плажен седимент от централен плаж на град Варна

Я. Ченков[1,2*]

[1]Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна
[2]УМБАЛ „Св. Марина“ – Варна

Ключови думи: *микропластмасови частици, плажен седимент, пластмасово замърсяване, Варна*

*email: Yavor.chenkov@abv.bg

Въведение

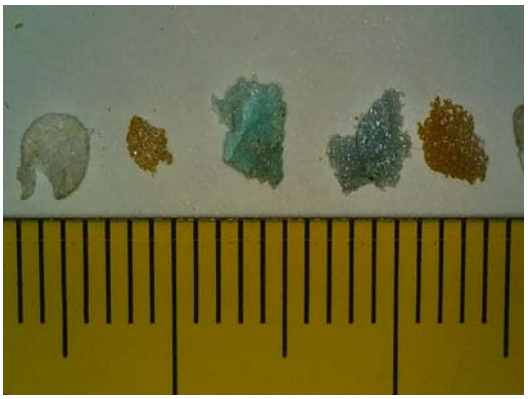
Замърсяването с пластмаса представлява глобален екологичен проблем, който засяга различни екосистеми не само на сушата, но и във водните и крайбрежните среди. Микропластмасовите частици са фрагменти с размер, по-малък от 5 mm (Frias & Nash, 2019). Те представляват особено голяма опасност поради способността им да се абсорбират от организмите и да се придвижват по хранителната верига. Целта на настоящото проучване е да се изследва потенциалното наличие на микропластмасови частици в плажния седимент от централен плаж на град Варна.

Методология

В стерилни стъклени буркани са събрани проби плажен пясък от три различни локации в участък от централния плаж на град Варна. Местата за вземане на пробите са както следва: от приливно-отливната зона, от средната част на плажа и от задната част на плажа, граничеща с постройките. Отбелязани са точните локации при събирането на седимента, както и метеопараметрите в конкретния момент. След това пробите са транспортирани до лаборатория, където са изсушени на 60 градуса за период от 12 часа. На следващия етап чрез флотация и филтрация са отделени потенциалните микропластмасови частици от всяка проба, след което са анализирани с помощта на стереомикроскоп (Prata et al., 2019).

Резултати и изводи

След етапите на флотация и филтрация върху филтърната хартия се наблюдават отложени частици с различни размери и цвят. Преобладаващата гама е прозрачни/белезникави частици, но се срещат и такива в по-тъмни цветове. След обстойно преглеждане на филтърните хартии под микроскоп става ясно, че една част от наслоените по тях частици са с вероятен биологичен произход, докато други се приемат за суспектно пластмасови.



Фигура 1. Част от наслоените по филтърната хартия частици със суспектен пластмасов характер

След анализ на данните става ясно, че в плажния седимент от крайбрежната зона в град Варна се установява наличие на суспектни микропластмасови частици. Без прилагане на по-специализирана апаратура и спектроскопски анализ на този етап няма как да се потвърди видът на възможните полимери, от които са изградени намерените частици. Предварителните резултати от проведеното проучване показват по-голяма концентрация на частици в задния сегмент от плажа, в близост до сгради и алеи. Необходими са допълнителни проучвания на микропластмасовото замърсяване по плажовете с оглед на потенциалните рискове не само за крайбрежните екосистеми но и за човешкото здраве (Prata et al., 2020).

Литература

Frias, JPGL, Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin*, 2019, 138, 145–147.

Prata, J. C., da Costa, J. P., Duarte, A. C., Rocha-Santos, T. (2019). Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: a critical review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2019, 110, 150–159.

Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., Duarte, A. C., Rocha-Santos, T. (2020). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of the total environment*, 2020, *702*, 134455.

Правила за рационално управление на хидроенергиен комплекс каскада „Арда“

О. Сантурджиян[1]*, И. Илчева[1]
Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *хидроенергетика, върхова енергия, управление на язовири, водобалансови оценки, регулиране на оттока, обезпеченост на електропроизводството*
*email: santurdjian@yahoo.com

Въведение

Лесното управление на мощността, пуска и спирането правят вецовете под достатъчно големи язовири най-добрите генератори на електричество в часовете на върхово натоварване в националната енергийна система.

Каскада „Арда“ с язовирите „Кърджали“, „Студен кладенец“ и „Ивайловград“ и едноименните вецове под тях с обща мощност 273,9 MW и 737.10^6 m^3 общ полезен обем е един от най-значителните хидроенергийни комплекси на страната. Тя трябва ежедневно да осигурява планирана мощност и енергия във върховите часове на денонощието в националната енергийна система. За целта вецовете трябва да ползват сравнително равномерно вода от язовирите, които регулират неравномерността на притока. При възможност от преливане те ще произвеждат и принудена електроенергия вън от върховите часове.

Анализът на начина и режимите на използване на язовирите, съответно на вецовете, през периода 2007–2022 г. показва, че последните работят подобно на ВЕЦ на течащи води. Произвежда се принудена енергия, без да се използват пълноценно обемите на язовирите за регулиране на притока и генериране на върхова енергия. На графиката долу се вижда как разходът за ВЕЦ следва притока, а през летните месеци той е нищожен.

От 2018 г. по силата на несъответно тълкуване на приоритетите за водоползване на ЗВ са блокирани за риборазвъждане голяма част от полезните обеми на язовирите на НЕК „Кърджали“ и „Студен кладенец“, построени за енергопроизводство.

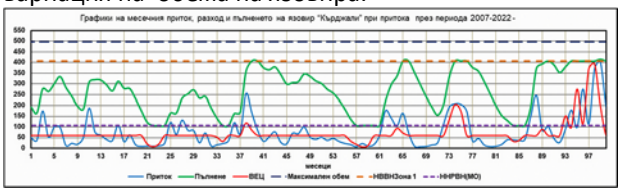
Оценката на притока и полезните обеми на трите язовира показва, че вецовете „Кърджали“ и „Студен кладенец“ следва да работят на върхов режим, докато ВЕЦ „Ивайловград“ поради малкия обем на язовира трябва да оползотворява максимално притока. Извършена е оценка на възможностите за използване на язовирите при тези режими.

Методология

Използвани са методите, изчислителните средства и софтуер в Методиката за разпределение на водите на язовирите и използване на водните им ресурси, разработена за МОСВ в НИМХ, 2012 и 2022 г.

Резултати и заключение

В резултат на водностопанските и хидроложки изследвания са съставени правила за рационално управление на язовирите на каскадата. Те предвиждат полезният им обем да се раздели на две зони. При напълване в основната Зона 1 на язовирите „Кърджали“ и „Студен кладенец“ вецовете работят при върхов режим с използване на планов месечен обем, равен на около 85% от средния им приток. При язовир „Ивайловград“ в Зона 1 се подава през ВЕЦ вода само за напояване на Р Гърция съгласно споразумението. При напълване в Зона 2 вецовете работят на денонощен режим до изпразването на зоната, служеща за поемане на висока вълна (ВВ). Водобалансовите симулации на пълненето на язовирите при притока в периода 2007–2022 г. показват, че върховата енергия в KWh/A от двата веца е 188.10^6, а базовата енергия с включване на ВЕЦ „Ивайловград“ – около 240.10^6. Обезпечеността по обем на върховата енергия е около 75%, без да се отчита тази, произведена от вецовете в Зона 2. На следващата графика се вижда равномерният във времето месечен разход 60.10^6 м^3 за ВЕЦ за върхова енергия и изразената сезонна вариация на обема на язовира.



С отчитане на ретензията на ВВ чрез Зона 2 на първите два язовира е изчислена приблизително кривата на честотата на преливащите язовир „Ивайловград“ обеми. ВВ от около 800.10^6 м^3 и Q около 2000 м^3/сек ще преливат под един път на 16 години.

Изследването показва възможността за рационално използване на най-водната каскада на България след отмяна на абсурдните ограничения на минималния им обем за риборазвъждане.

Измервателни преливници в потопен режим

Е. Монев[1*], Р. Маринов[1]

[1]Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *измервателни преливници, концепция, хидрометричен пункт, практически пример*

*email: evmon@abv.bg

Въведение

Измервателните преливници с наблюдение само на горното водно ниво имат приложение в случаите, когато е гарантирано непотопено преливане през тях. В практиката обаче изобилстват случаи, когато при определени водни количества преливането може да премине и в потопен режим. Този въпрос не е третиран като възможна алтернатива в приложната хидрометрия.

Методология

Известно е свойството на преливниците да реагират мигновено на промените в напора, който им въздейства. Това ги прави приложими при безнапорните течения, които се намират в нестационарен режим. Развитието на проблема за тяхната измервателна функция и при потопено преливане би ги утвърдило като много полезно средство за контрол на безнапорните течения при всички случаи на водностопанската практика.

За изследване на условията за появата на потопено преливане е целесъобразно да се съпоставят графиците за пропускателните способности на преливника и долния канал. Сравнението трябва да се извърши с напорите на водните нива по отношение на преливния ръб, като графикът на долния канал е отместен надолу с височината на преливника над дъното му. Конфигурацията на сравняваните графици може да бъде най-различна, но възможните комбинации се свеждат към два обобщаващи случая: с нарастване на водното количество графиците са разходящи или сходящи. Тези два случая са разгледани подробно, като чрез използване на известни формули от хидравликата за изчисляване на водното количество при потопени преливници и предпоставката за измерване на напорите над преливника H1, под преливника H2 и на тяхната разлика ΔH е разгледана концепция на хидрометричен пункт с потопен преливник.

Резултати и изводи

Практически пример за приложение на концепцията е реализиран на отвеждащия канал на пречистените води на СПСОВ „Кубратово“, характерен с непрекъснати промени на дебита си, дължащи се на часовата неравномерност в генерирането на отпадъчни води в столицата и технологичните особености в работата на СПСОВ.

Това причинява чести редувания от стационарни и нестационарни режими на течението в канала, разделени от кратки преходни процеси. Приложени са снимки на отделните елементи на системата и е обяснено тяхното действие.

Фигура 1.
Измервателен преливник

Фигура 2.
Нивомер вход

Фигура 3.
Нивомер изход

Фигура 4.
Регистратор

Експериментирането на концепцията за потопени измервателни преливници показа, че нейното практическо използване е напълно приложимо. Изграденият на нейна основа измервателен пункт в изходния канал на СПСОВ „Кубратово“ успешно се използва за технологичния водно балансов контрол на станцията съгласно изискванията от разрешителния режим за заустване на пречистените отпадъчни води в р. Искър.

Литература

Константинов, Ю. М. (1981). Гидравлика. Киев: Вища школа.

Станчев, С. (1959). Хидравлика. София: Техника.

Характеристики на вълнението във Варненския залив през периода 2021–2023 г., получени на база инструментални измервания

В. Иванова*

[1]Сектор „Прогнози“, Национален институт по метеорология и хидрология – филиал Варна

Ключови думи: *Черно море, Варненски залив, буй, характеристики на вълнението*

*email: veneta.ivanova@meteo.bg

Въведение

Режимът на вълнението е един от ключовите фактори за ефективно строителство в крайбрежните райони. Целта на настоящото изследване е да се установят основни количествени и статистически характеристики на вълнението във Варненски залив.

Методология

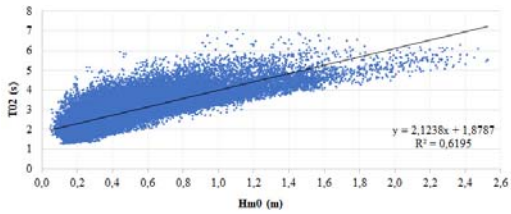
Редиците от данни са получени в резултат на измервания на параметрите на вълнението посредством закотвен в шелфовата зона на Варненски залив метеорологичен буй с координати ф=43°11.66´N, λ=27°56.46´E, като впоследствие същите са статистически обработени. Периодът на изследването е 2021–2023 г.

Резултати

Варненският залив е с експозиция изток-югоизток. За да се установи направлението на преобладаващите и на максималните вълни, които навлизат в залива и достигат до брега, както и тяхната енергия, позиционирането на буя в морето е внимателно прецизирано.

Значимата височина на вълната (Hm0) е с минимум през юни (средно около 0.3 m), максимумът е през януари, март, септември и октомври (около 0.6 m). В 95% от случаите тя е под 1 m, а в 5% – под 0.2 m.

В почти 95% от измерванията максималната височина на вълните (Hmax) е под 2 m. Стойност над 4 m е екстремна, регистрирана при усложнени метеорологични обстановки през зимното полугодие.



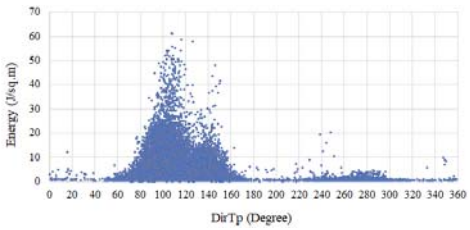
Фигура 1. Линейна корелация между Hm0 и T02

Периодът на вълните (T02) е със средни месечни стойности между 2.4 и 3.2 s, което ги определя като късопериодични. Линейната корелация между Hm0 и T02 е показана на фигура 1.

Период на вълните с най-голяма енергия (Tp), наричан още пиков период, е свързан с най-енергийните вълни в общия вълнов спектър в определена точка и е показателен при определяне на вида на вълната. Средните месечни стойности на Tp на вълните, разпространяващи се във Варненския залив, са между 4.4 и 4.8 s през летните месеци и между 5.4 и 6.0 s през зимните. Абсолютният максимум, който е регистриран в изследвания период, е 14.3 s – на 27.11.2023 г.

Направлението, от което в залива навлизат високоенергийни вълни (DirTp), е установено, че най-често (в 90% от случаите) е от квадранти I и IV, и по-специално направлението, заключено между изток-североизток и юг-югоизток (между 80° и 160°) – фигура 2. Случаите на вълни, идващи от други посоки, на фона на останалите са много малко.

Енергията на вълните (E), необходима при изследване на промените, които вълната претърпява при навлизане в плитководието, средномесечно не надвишава 5.3 J/m^2. Едва в 10% от всички случаи тя е над 8, в 5% – над 12 J/m^2, а максимално измерената стойност е 61 J/m^2 – на 27.01.2023 г.



Фигура 2. Връзка между DirTp и E

Изводи

Анализът на основни характеристики на вълнението за периода 2021–2023 г. внася известна яснота относно особеностите на залива. Честотните разпределения при всички променливи са несиметрични, дясно изтеглени. Крайбрежието във Варненския залив достигат най-често ветрови и слабоенергийни вълни, с височина, рядко надхвърляща 2 m.

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект MASRI, част от Националната пътна карта за изграждане на научна инфраструктура (2020–2027 г.) на Република България.

Софтуерни приложения за управление на системи за хидрологична прогноза

Е. Артинян[1*], П. Царев[1]

[1]Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *хидрологична прогноза, 2D данни, автоматизиране на изчисления*

*email: eram.artinian@meteo.bg

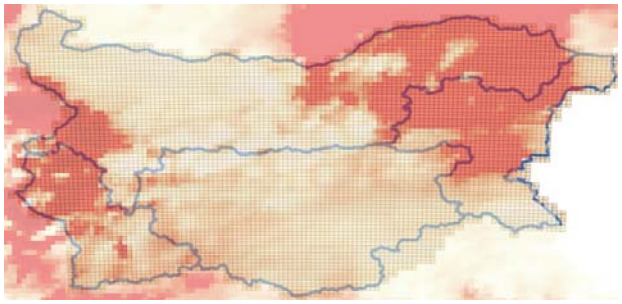
Въведение

Използването на разпределени хидроложки модели за хидрологично прогнозиране изисква в кратки срокове през фиксиран интервал от време и след поискване да се извършва стандартен набор от последователни изчислителни и комуникационни дейности, които включват пренос и обработка на големи обеми информация. Докладът представя компонентите на принципна схема на успешно реализирани софтуерни приложения за напълно автоматизирано управление на системи за хидрологична прогноза, използвани включително за басейните на реките Марица, Тунджа и Арда в България.

Методология

Разглеждат се основните независими блокове на принципна схема за автоматизиране на изчислението на хидрологична прогноза в три последователни етапа.

В ***първия етап на работа*** се извършва интерполация на данните от сензорите за измерване на валежи, температура и относителна влажност на въздуха до 2D полета. Данните, необходими за хидрологичното прогнозиране, които не се измерват, и прогнозните метеорологични данни се получават автоматизирано от регионалния модел с висока резолюция ALADIN-BG, средносрочния модел ECMWF IFS HRES, проекта LSA-SAF на EUMETSAT (Carrer et al., 2019) – фигура 1.



Фигура 1. Сумарна слънчева радиация на 5-3-24г 13ч

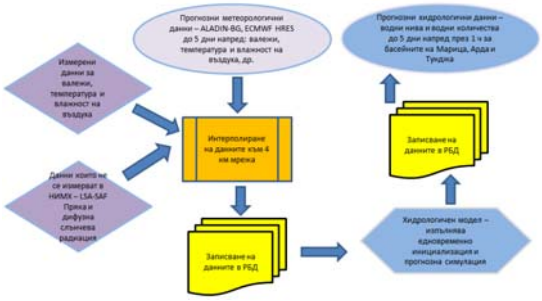
След преработка към пространствена мрежа с резолюция 4 км всички полета с входна информация се записват в текстов вид в релационна база данни със стъпка 1 час. Това позволява многократно използване на данните както за инициализиращи, така и за прогнозни хидрологични симулации.

Вторият етап на работа включва автоматизирано съставяне на файловете с входните данни и параметри за хидрологичната симулация и стартиране на числената прогноза под операционна система Linux.

Третият етап се задейства след приключване на изчисленията на водните количества или нива, като резултатите се записват отново в релационна база данни за използване при съставянето на хидрологичната прогноза.

Резултати и изводи

Описаната схема на работа (фиг. 2) е частично или изцяло приложена в хидрологичните прогнозиращи системи „Марица–Тунджа“, ARDAFORECAST (Artinyan et al, 2014) и FLOODGUARD. Същественото предимство на този метод на работа е, че в кратките срокове, необходими за изготвянето и публикуването на прогнозата за високи води и наводнения, хидролозите разполагат с готов продукт на екрана на компютъра, като обикновено не се налага допълнителна обработка на информацията.



Фигура 2. Типизирана блок схема за автоматизирано управление на хидрологична прогнозна система

Литература

Artinyan, E., Vincendon, B., Kroumova, K., Nedkov, N., Tsarev, P., Balabanova, S. and Koshinchanov, G. (2016). Flood forecasting and alert system for Arda River basin, *Journal of Hydrology*, Vol. 541, Part A, Pages 457–470, ISSN 0022-1694: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.02.059

Carrer, D., Ceamanos, X., Moparthy, S., Vincent, C., Freitas, S.C. and Trigo, I.F. (2019a). Satellite retrieval of downwelling shortwave surface flux and diffuse fraction under all sky conditions in the framework of the LSA SAF program. Remote Sensing, 11, 2532: https://doi.org/10.3390/rs11212532

Основни величини при определяне на моментните водни количества при открити речни течения

П. Ангелов*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *воден поток, величини, скорост, измерване*

*email: plamen.angelov@meteo.bg

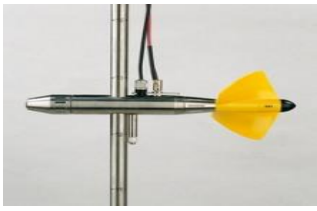
Въведение

Физичната величина се измерва със специализирани технически средства, наречени средства за измерване (измервателни уреди или системи от уреди). При открити речни течения основният обект на наблюдение е водният поток. Определянето на водното количество е съвкупност от пресмятане на величини, чиято стойност се мени във времето.

В тази тематика ще бъдат разгледани величини, които пряко се отнасят към определянето на водното количество, като скорост на потока, дълбочина на потока, наклон на водната повърхност, както и безразмерни величини (коефициенти), прецизиращи крайния резултат на изчисление.

Методология

Метод на хидрометричното витло (фиг. 1). Измервателен уред, който реагира на скоростта на водното течение в точката, където се намира сензорната му ос. У нас масово се използват механичните хидрометрични витла, при които течението предизвиква въртене на винтова перка с ъглова скорост, пропорционална на скоростта на течението. При този метод трябва да се има предвид дълбочината на речния профил, за да бъде спазено условието на измерване в 1, 2 или 3 точки, а именно 0.2 h, 0.6 h и 0.8 h, h – дълбочина на потока.



Фигура 1. Хидрометрично витло

Определяне на дълбочините в мерилната зона на водния поток. Тук има няколко възможности за измерване. Най-лесен и удобен начин е с хидрометрична щанга. Тази щанга е разграфена в метри и сантиметри. Обикновено щангите са с дължина 5–6 метра и хидрометричните витла идват в комплект с тях (фиг. 1).

Определяне на дълбочините чрез хидрометрично торпедо и шнур (кабел), разграфен в метри и сантиметри.

Определяне на наклоните на водната повърхност. Тази задача е от голямо значение за правилното формиране на водното количество при всички диапазони на измерване. Основната задача е снемане на характерни точки на профила на реката чрез нивелир от ново поколение или чрез нивомерни рейки, „вързани“ в двата края на основния створ, и определяне на характерния ъгъл на наклона – в някои случаи може да достигне 2–3 градуса.

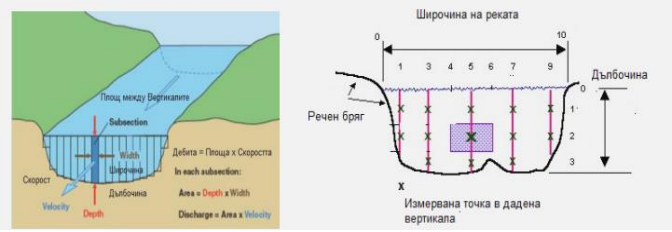
Задача на мерача е правилното отчитане на нивомерната рейка, разграфена през 2 cm, с дължина в зависимост от терена и речния створ (фиг. 2).

Фигура 2. Нивомерна рейка

Безразмерни коефициенти, оказващи влияние на параметрите на измерване: грапавина под водната повърхност, водорасли, брегови коефициенти, зависещи от характерния створ, и не на последно място – околна температура.

Резултати и изводи

Основната задача на мерача е представена на фигура 3. В нея се виждат характерни точки на измерване. Схемата дава ясна представа за извършваните теренни измервания.



Фигура 3. Схема на характерни точки на измерване

Благодарности: Към колегите хидролози за всички трудности и неволи!

Литература

Ангелов, Пл. (2016). Иновативни методи за хидрометричен мониторинг. Младежки научен форум, ВТУ „Тодор Каблешков“.

Монев, Е. (2004). Числени изследвания върху хидрометричния модел на водното количество при безнапорни течения в призматични легла. *Водни проблеми*, 34, 2004, ИВП – БАН.

Минимален отток в речния водосбор на река Огоста

Б. Вучков*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *минимален речен отток, обезпеченост, изменения, р. Огоста*
*email: borislav_vuchkov87@abv.bg

Въведение

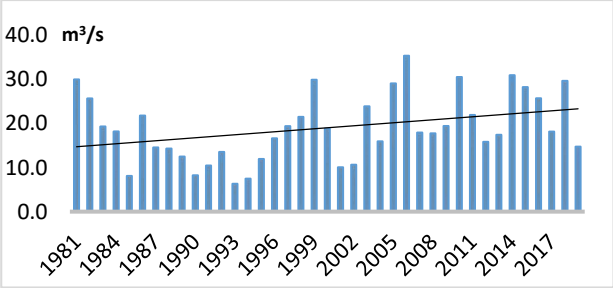
Минималният речен отток е статистическа характеристика на речните течения, която маркира едно от граничните състояния на водните обеми. Проучването обхваща речния водосбор на р. Огоста, който се намира в северозападната част на Дунавския водосборен басейн. Като река, протичаща през умереноконтиненталната климатична област, р. Огоста се отличава с умереноконтинентален тип отточен режим, за който са характерни три отточни фази – пролетно пълноводие, лятно-есенно маловодие и преходна фаза през есените месеци, с отточен максимум през м. май и отточен минимум през август.

Методология

Хидрометричната мрежа във водосбора на р. Огоста е съставена от осем хидрометрични станции. Изчисляват се статистически характеристики на ежедневния минимален отток за периода 1989–2019 г., месечното разпределение на минималния отток за периода 1981–2019 г. и екологичният отток с различна обезпеченост за периода 1981–2019 г. Минималният отток се определя за различни времеви интервали – 1-, 3-, 7-, 30- и 90-дневни периоди с най-малки водни обеми и повторяемост на определен брой години. Месечният минимален отток е определен като най-малката стойност на месечния отток за периода 1981–2019 г. Специфична особеност на оценката на екологичния отток е необходимостта от определяне на неговите характеристики при най-висока вероятност на проява. За целта са построени емпирични криви на вероятностите, които представят обезпечеността на екологичния отток във водосбора на р. Огоста.

Резултати и изводи

Абсолютният минимален отток във водосбора на р. Огоста за периода 1989–2019 г. не се изменя закономерно с нарастване на средната надморска височина и с площта на речните басейни. В широки граници се колебаят стойностите на тридневния (3*Q*), седемдневния (7*Q*), тридесетдневния (30*Q*) и деветдесетдневния (90*Q*) минимален речен отток. Абсолютният минимален речен отток (1*Q*), както (3*Q*) и (7*Q*), се регистрира най-често през август и септември при всички подводосбори в границите на речния басейн на р. Огоста, през август-септември и септември-октомври при (30*Q*) и (90*Q*). Проявите на минималния речен отток невинаги съвпадат с най-маловодните години, което е отражение на несъвпадението на водността на годината с вътрешногодишното разпределение на речния отток и екстремните стойности на речния отток. Екологичният отток е получен чрез определяне на 10% от средния многогодишен речен отток (10%$\bar{Q}$) във водосбора на р. Огоста за периода 1989–2019 г.



Фигура 1. Хидрограф на годишния отток на р. Огоста – с. Бутан, за периода 1981–2019 г.

В многогодишния ход на речния отток на р. Огоста през периода 1981–2019 г. се наблюдава тенденция за увеличаване на годишните водни обеми, които протичат през реката (фиг. 1). Увеличението е след 2005 г.

Благодарности: проф. Нели Христова, доц. Елена Божилова.

Литература

Климатичен справочник. Валежи в България (1990).

Маринов, И. (1959). Минимален отток на реките в България. Тр. ИХМ, IV, 101–166.

Маринов, И. (1961). Минимален отток и пресъхване на реките (165–192). В: Хидрология на България. София: Наука и изкуство.

Интернет приложение за ранно предупреждение за наводнения в р. Марица, р. Тунджа и Бяла река

Б. Пижев[*1] , П. Царев[1]

[1]Филиал Пловдив, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *хидрологична прогноза, интернет приложение*

*email: blagovest.pizhev@meteo.bg

Въведение

Прогностичните хидрологични модели, усъвършенствани по проекта FLOODGUARD, обхващат 42 речни пункта, като представят едночасови данни за водните нива или водните количества за пет дни напред във времето. Чрез интернет страницата се предоставя достъп до резултатите от хидроложките прогнозни модели Mike-HYDRO RIVER и SURFEX-RAPID, използвани респективно за басейна на р. Марица и р. Арда. Данните са достъпни посредством карта на България с визуализирани маркери на всички речни пунктове, както и чрез данни в графичен вид за водните количества или нива на всеки един речен пункт.

Методология

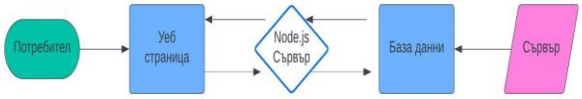
Данните от ежедневните изчисления на моделите се актуализират два пъти в денонощието, което дава възможност за прецизиране на информацията. Визуализацията на данните от хидроложките прогностични системи е осъществена чрез предназначена за обществен достъп уебстраница: https://plovdiv.meteo.bg/floodguard, изработена от НИМХ – филиал Пловдив, сектор „Автоматизирани системи и бази данни“ (АСБД). За онагледяване на риска от високи води и наводнение заедно с прогнозните нива или водни количества се визуализират и 3 алармени нива, съответстващи на 1%, 5% и 50% повторяемост (един път на 100, на 20 и на 2 години) на максималното водно количество (фиг. 1). По този начин интернет страницата предоставя на потребителите полезна информация и улеснява работата им с нея.

Фигура 1. Прогнозирано водно ниво (вдясно след вертикалните линии) в надморска височина в метри за р. Марица, гр. Пловдив, на 10.03.2024 г.

Ежедневните актуализации на прогнозните данни в 10:45 и 22:45 GMT +2 (зимно време) се зареждат динамично в уебстраницата чрез софтуерен сървър, който служи за пренос на данните от база данни към уебстраницата. Датите и часовете в менюто за избор на прогнозни данни се актуализират автоматично всеки ден, което дава информация за текущата прогноза. В графичен вид данните са представени на всеки час от денонощието за 5 дни напред. Интернет приложението е изпълнено чрез език за програмиране JavaScript, като са използвани различни библиотеки за динамично визуализиране на данните. Софтуерният сървър за приемане на заявките от потребителя и предаване на данните към уебстраницата е изпълнен с технология Node.js. Уебстраницата и софтуерният сървър са инсталирани на сървърна машина.

Резултати и изводи

Описаната схема на работа (фиг. 2) е приложена в интернет приложението FLOODGUARD. При отваряне на уебстраницата тя автоматично прави заявка към Node.js сървъра за получаване на нови данни. Node.js сървърът изпраща заявка за вземане на данните от база данни. Базата данни изпраща данните към Node.js сървър, след което данните се зареждат в интернет приложението. Същественото предимство на този метод на работа е, че при всяко посещение на уебстраницата се зареждат най-новите данни от прогностичния хидроложки модел.



Фигура 2. Блок схема на работата на интернет приложението

Интернет приложението със свободен достъп е предназначено освен за професионалисти, изпълняващи задачи, свързани с хидрологично прогнозиране, също и за широк кръг ползватели, включително общински и областни администрации, Министерството на околната среда и водите (МОСВ), ГД „Пожарна безопасност и защита на населението“ (ПБЗН) към МВР и граждани.

Реконструкция на щормовите нагони в Черно море

Л. Николова[1*], В. Гълъбов[1]

[1]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *щормови нагони, Черно море, surge hindcast (реконструкция на щормови нагони), морско ниво*

*email: lilia.nikolova@meteo.bg

Въведение

Аномалните повишения на морското ниво, каквито са щормовите нагони, имат потенциала да предизвикат крайбрежни наводнения, разрушения и материални щети. Щормовите нагони в Черно море са рядкост, в сравнение с други морета и океаните, но могат да причинят до осем пъти по-големи вариации на морското ниво спрямо всички други причинители. Поради това е необходимо да бъдат издавани своевременни предупреждения, както и да се извършват систематични изследвания на щормовите нагони за по-дълги периоди по българското крайбрежие с цел изучаване на климатичните им характеристики.

Методология

Настоящата работа представя реконструкция на щормовите нагони (surge hindcast), влияещи върху българския бряг, и е продължение на работата на Galabov (2020). Изследването е осъществено с помощта на числения двумерен модел на METEO FRANCE, който работи в сферични координати и се характеризира с пространствена разделителна способност от 1/30° и стъпка по времето от 1 час. Входните данни на модела като ветровите полета на 10 m над Черно море и средното налягане на морското равнище са получени от атмосферния реанализ ERA5.

Реконструкцията на щормовите нагони е реализирана за периода от 01.07.1950 г. до 31.05.2020 г., като изходните данни са представени за точки до крайбрежието на Варна, Иракли, Бургас, Ахтопол, намиращи се на дълбочина в изчислителната мрежа около 5 m.

Резултати и изводи

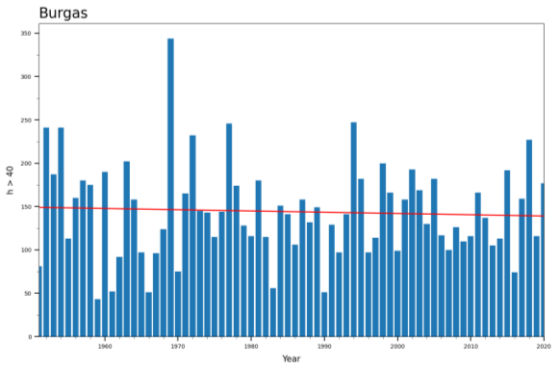
С цел да се оценят промените в интензивността на щормовите нагони и честотата им за този 70-годишен период са определени както максималните годишни повишения на морското ниво в резултат от щормовите нагони, така и някои кумулативни характеристики като общия брой и общата годишна продължителност на случаите с щормови нагони, характеризиращи се с повишение на нивото над определени граници – 40 cm, 60 cm и 80 cm.

Моделните резултати показват най-голямо повишение на морското ниво за Варна, Иракли и Бургас през 2012 г., а за Ахтопол – през 1981 г. Най-изразено е влиянието на щормовите нагони върху заливите на Ахтопол и Бургас.

Таблица 1. Брой на случаите с повишение на морското ниво над определен праг в резултат на щормови нагони

	> 40 cm	> 60 cm	> 80 cm	> 1 m	> 1.2 m	> 1.4 m
Варна	348	126	35	6	2	0
Иракли	433	175	51	12	2	0
Бургас	459	185	49	11	2	1
Ахтопол	532	223	65	17	4	2

При общата годишна продължителност на случаите с щормови повишения на морското ниво се откроява слабо изразена отрицателна тенденция. При максималната височина на щормовите нагони се наблюдава слаба положителна тенденция. При по-значителните щормови нагони (над 0.80 cm) няма признаци за промени на максималната височина или на честотата на събитията за този 70-годишен период.



Фигура 1. Обща годишна продължителност на случаите в Бургаския залив с повишение на нивото над 40 cm

Литература

Galabov, V. (2020). Storm Surges Affecting the Bulgarian Coast - Study Based on 41 Years Numerical Hindcast. Proceeding of 1st International Conference on Environmental Protection and Disaster RISKs, 2020, p. 311-318: https://doi.org/10.48365/ENVR-2020.1.28

Оценка на хидроложките характеристики от собствен водосбор на язовирите в поречие Янтра от Приложение 1 към Закона за водите

Е. Божилова*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *хидрология, речен отток, водно количество, водосбор*
*email: elena.bojilova@meteo.bg

Въведение

Направена е оценка на хидроложките характеристики (приток) от собствен водосбор на язовири в поречие Янтра, включени в Приложение 1 към Закона за водите. Формирани са две бази данни: със средномногогодишен речен отток и с минимални средномесечни водни количества. Избран е референтен период 1981–2019 г.

Методология

Основна задача при хидроложките изследвания е прехвърляне на информация от наблюдавани речни участъци към ненаблюдавани такива. Често липсва или се разполага с частична и в повечето случаи непредставителна информация за водните обекти както в рамките на водосборите, така и при трансфер на води между тях.

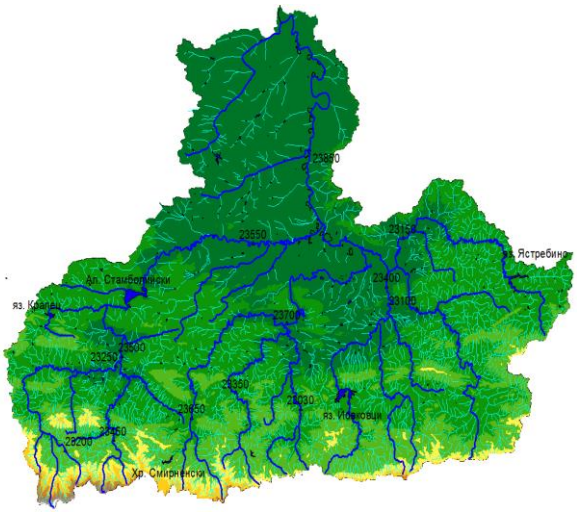
Използван е метод на хидроложка регионализация. Обработени са данните от информационната хидроложка база.

Резултати и изводи

Анализирани са средномногогодишни водни количества и при наличие на данни – минимално средномесечно водно количество (с 95% обезпеченост). Приложен е регионализационен подход, като са използвани регистрирани наблюдения в хидрометричните станции от мрежата на НИМХ.

Извършени са хидроложки анализи и обосновки, като е направена регионализация за оценка на хидроложките характеристики (приток) от собствен водосбор на язовирите „Ал. Стамболийски, „Йовковци“, „Ястребино“ и „Хр. Смирненски“ от водосбора на р. Янтра (фиг. 1), съобразно с Приложение 1 към Закона за водите.

Определените водни количества отразяват реално формирания отток към съответните створове при наличие на различни видове антропогенни въздействия, отразени при измерванията в съществуващите хидрометрични станции. Получените резултатите съответстват на състоянието на оттокоформиращия комплекс за референтния период.



Фигура 1. Поречие Янтра

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект „Оценка на хидроложките характеристики от собствен водосбор на язовирите от Приложение 1 към Закона за водите – средномногогодишно водно количество и при наличие на данни на минимално средномесечно водно количество с обезпеченост 95%“, финансиран от МОСВ по чл. 171 от ЗВ.

Литература

Bojilova, E. (2019). Average annual river discharge assessment, Yantra river, North Bulgaria. E-book with full paper from *XXVIII Conference of The Danubian Countries*, 6-9 November, Kiev, Ukraine, pp. 67-72, DOI: 10.13140/RG.2.2.32050.02248.

Bojilova, E. (2023). Statistical analysis of Yantra river flow. *Proc. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM'2023.* 167-174.

Методи и данни за оценка на водното съдържание в снега за оптимизиране на управлението на язовирите

Г. Кошинчанов[1*], С. Стоянова [1]

[1]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *снежна покривка, водно съдържание в снега (SWE), сателитна информация, мониторинг на снежна покривка*

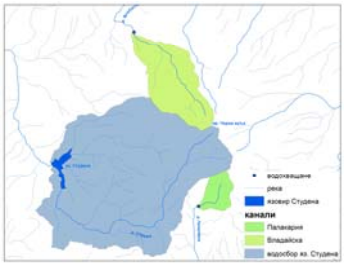
*email: georgy.koshinchanov@meteo.bg

Въведение

Мониторингът на снежната покривка е от решаващо значение за оценка на потенциалния приток към язовирите. За измерване на дълбочината на снега, определяне на водния еквивалент (SWE) и плътността на снега се използват както наземни измервания, така и безконтактна информация (сателитна информация).

Методология

В настоящата разработка е представено изследване на наличието на снежни запаси във водосбора към яз. „Студена“. В изследването са включени както собственият водосбор, така и водосборите над водохващанията на Палакарийски и Владайски канали (фиг. 1), съответно с площ 103.3, 8.9 и 32.1 km^2, или общо 144.3 km^2.



Фигура 1. Собствен водосбор на яз. „Студена“ заедно с водохващанията на Палакарийски и Владайски канали

Използвани са различни методи за изчисляване на снежните запаси: метеорологичен анализ с висока резолюция (Господинов, 2012), който използва информация от мрежата на НИМХ, в съчетание с модела ALADIN-BG; данни от EFAS – изход от модела LISFLOOD, данни от продукта H13, разработен в рамките на проекта HSAF.

Резултати и изводи

В табличен вид (табл. 1) е показана средната дълбочина на снега според Господинов (2012) на 16 април 2021 и 2022 г.

Таблица 1. Средна дълбочина на снежната покривка

Средна дълбочина на снежната покривка, [cm]		
Дата	2021	2022
16-април	30.2	16.2

За изчисляване на обема вода в снежната покривка е използвана формулата: $V = A.z.\rho.10$ *(1)* където,

V – обемът вода, съдържащ се в снежната покривка във водосбора [m^3];

z – средна височина на снежната покривка [cm];

ρ – плътност на снега [kg/m^3].

В различните части от водосбора може да има зони с новонавалял сняг (обикновено с по-ниска плътност) или такива с по-стар сняг (с по-висока плътност) (Bruland et al., 2015; Sturm et al., 2010). Приема се, че средната плътност на снега за разглеждания период е между 250 и 350 kg/m^3. Обемът вода като воден еквивалент на снега във водосбора на яз. „Студена“ според предлаганата методика към 16 април 2021 и 2022 г. е показан в таблица 2.

Таблица 2. Воден еквивалент на снега във водосбора на яз. „Студена“

Плътност на снега [kg/m^3]	Обем [mln. m^3]	
	2021	2022
250	10.9	5.8
300	13.1	7.0
350	15.3	8.2

Моделирането на снеготопенето е от съществено значение за определяне на притока от снеготопене към язовирите. С използване на хидроложки модели могат да бъдат детайлно изследвани не само различни хидрологични процеси във водосборите – генериране на отток, инфилтрация, но и да се проследи движението на водата във водосбора към язовира и да бъде оценен точно притокът.

Литература

Господинов, И. (2012). Национален метеорологичен анализ с висока резолюция (НМАВР). Технически доклад от годишния договор НИМХ – МОСВ, София.

Bruland, O., Færevag, A., Steinsland, I., Liston, G. E., Sand, K. (2015). Weather SDM: estimating snow density with high precision using snow depth and local climate. *Hydrology Research,* 46(4), 494-506.

Sturm, M., Taras, B., Liston, G. E., Derksen, C., Jonas, T., Lea, J. (2010). Estimating snow water equivalent using snow depth data and climate classes. *Journal of Hydrometeorology*, 11(6), 1380-1394.

Наводненията в България през 2023 година

В. Стоянова[1*], Г. Кошинчанов[1]

[1]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *наводнения, архив на наводнения, ГИС база данни*

*email: vesela.popova@meteo.bg

Въведение

Едни от най-често случващите се екстремни хидроложки събития са наводненията. Те представляват сериозна заплаха за човешкия живот и могат да доведат до значителни щети на имущество, инфраструктура, селско стопанство, околна среда и културно наследство. През 2023 година наводненията бяха сериозен проблем в много страни по света. Въпреки че тази година се характеризира като суха за България, в този период има регистрирани голям брой наводнения, които доведоха до значителни щети и смъртни случаи.

Методология

Направен е преглед на случилите се наводнения през 2023 година. Представено е разпределението на екстремните събития по време, тип и местоположение, както и визуализация на данните във вид на карта, създадена в ГИС среда. Анализирани са основните причини, довели до тези неблагоприятни събития. Основната информация и данните, използвани в разработката, са от архива на наводнения, създаден и поддържан в Националния институт по метеорология и хидрология от 2016 г. насам (Balabanova et al., 2019).

Резултати и изводи

През 2023 година са регистрирани 52 наводнения на територията на страната (фиг. 1). Те са класифицирани по тип, като 16 от тях са дъждовни, 25 – поройни, 9 – речни, и 2 са комбинация от поройно и речно наводнение.

Два са основните периоди от изминалата година, с които ще бъде запомнена тя по отношение на наводненията. Първият е през месец юни, когато са регистрирани 40 наводнения. По-голямата част от тях са регистрирани при синоптични обстановки в периодите 1–3, 15–16 и 24–25 юни и са основно в района на Северозападна България (водосборите на реките Войнишка, Арчар, Лом, Цибрица, Огоста и Искър). При тези наводнения са нанесени много щети на частна собственост, инфраструктура и стопанство. Основна причина за тези наводнения са интензивни и продължителни валежи от дъжд, в съчетание с висока почвена влажност.

Времето от 4 до 6 септември е вторият период, в който вниманието на всички беше насочено към случващите се наводнения в района на Южното Черноморие. В резултат на екстремни валежи на 5 септември се наводняват много от населените места и къмпинги в община Царево (с. Лозенец, гр. Царево, с. Варвара, гр. Ахтопол, с. Синеморец, с. Резово, с. Кости, къмпингите Нестинарка и Арапя). Залети или разрушени са голяма част от пътищата в общината. Извършва се евакуация на жители и туристи в засегнатите райони. Това е едно от най-тежките наводнения в страната, което доведе освен до много щети и до загубата на четири човешки живота.

Фигура 1. Местоположение и тип на наводненията през 2023 година

Честотата на големите наводнения се е увеличила значително през XX век и тази тенденция се очаква да продължи (Milly et al., 2002). Ежегодното събиране и анализиране на наличната информация за случили се наводнения допринася за по-добро разбиране на факторите, които водят до екстремни събития в България, за определяне на мерките за адаптиране към бъдещото изменение на климата и за очертаване на тенденции на заплахата от наводнения.

Литература

Balabanova, S., Koshinchanov, G., Stoyanova, V., & Yordanova, V. (2019). GEODATABASE FOR OCCURRED FLOODS TO SUPPORT PRELIMINARY FLOOD RISK ASSESSMENT. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM, 19(3.1), 225-232.

Milly, P. C. D., Wetherald, R. T., Dunne, K. A., & Delworth, T. L. (2002). Increasing risk of great floods in a changing climate. *Nature*, 415(6871), 514-517.

Изследване на модула на оттока във водосбора на река Огоста

К. Любенова*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *модул на оттока, водосбор, река Огоста, карти, климатични промени, ГИС*

*email: krassimira.nacheva@abv.bg

Въведение

Изследването има за цел да проследи измененията в модула на оттока, настъпили във водосборния басейн на р. Огоста в средата на миналия век. На първия етап от анализа са сравнени два периода, за които има публикувани карти на модула на оттока (1935/36–1954/55 хидроложка година и 1951–1965 г.).

Методология

Картата „Модул на годишния отток“, поместена в Хидроложки атлас на НР България, е изработена въз основа на данни за периода 1935/36–1954/55 хидроложка година (първи период). При нейното съставяне са използвани данните от 186 хидрометрични станции. На нея са изобразени изолинии за модули на оттока със стойност под 1, 1, 2, 3, 5, 7,5, 10, 12,5, 15, 20, 25 и 30 l/s/km^2 в този регион (Хидроложки атлас на НРБ, 1964).

Картата „Модул на оттока“, публикувана в Атлас на НР България, е изработена въз основа на данни за периода 1951–1965 година (втори период). За изчисляване на средните многогодишни стойности са използвани хидрометрични данни от 230 ХМС. На картата са изобразени изолинии за модули на оттока със стойност 0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30 и 35 l/s/km^2 в този регион (Атлас на НРБ, 1973).

Извършен е ГИС-базиран анализ на двете карти, за периода 1935/36–1954/55 х. г. и за периода 1951–1965 година (фиг. 1). Съпоставено е местоположението само на изолиниите с едни и същи стойности на двете карти. Това са изолинии с модул на оттока 1, 2, 10, 15, 20, 25 и 30 l/s/km^2.

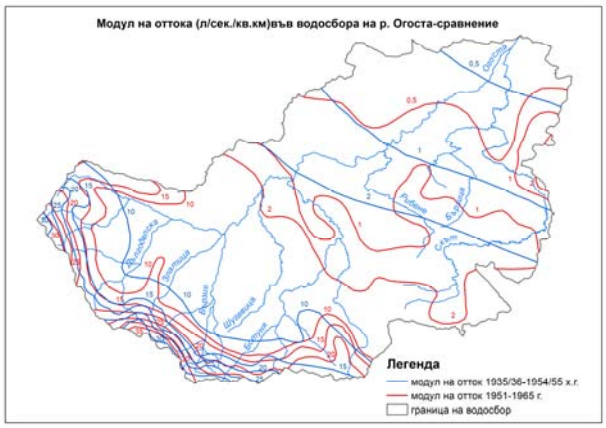
Резултати и изводи

При сравнението на изолиниите с 0,5, 1 и 2 l/s/km^2 се забелязва, че те имат различна конфигурация и местоположение през двата периода, при което във всички части на водосбора първият период е по-водообилен.

В по-малка степен това важи и за изолиния 10 l/s/km^2, с изключение на склоновете на Широка планина, където модулът на оттока е по-висок през втория период, достигайки стойности над 15 l/s/km^2.

Стойности от 10, 15, 20 l/s/km^2 се наблюдават също във Врачанска планина и Козница. В тези райони по-водообилен е вторият период.

Изолиниите, ограждащи територии с модул на оттока 15, 20, 25 и 30 l/s/km^2, имат сходна конфигурация през двата периода. Такива стойности се наблюдават по склоновете на Чипровска и Берковска планина, където по-водообилен е вторият период. Тогава на места модулът на оттока там достига 35 l/s/km^2.



Фигура 1. Модул на оттока във водосбора на р. Огоста – сравнение

В съседната изследвана област – *Български дунавски притоци западно от р. Огоста,* модулът на оттока постоянно се изменя от средата на миналия век до наши дни (Начева, 2016). В по-голямата част от нея периодът 1935/36–1954/55 х. г. е с повишена водност спрямо периода 1951–1965 г., а периодът 1961–2002 г. е с по-голяма водност спрямо периода 1951–1965 г.

Анализират се причините за тези изменения. Те се търсят във влиянието на природните и антропогенните фактори.

Литература

Атлас на Народна Република България. Географски институт при БАН, ГУ по геодезия и картография при Министерство на архитектурата и благоустройството, Институт по картография, София, 1973.

Начева, Кр. (2016). Изменения в модула на речния отток на българските дунавски притоци западно от р. Огоста. *Водно дело,* 5–6.

Хидроложки атлас на Народна Република България. ИХМ при БАН, Издателство на БАН, София, 1964.

Прогнозиране на индекса SRI на хидроложкото засушаване чрез използване на авторегресионен модел с пълзящо средно (ARMA)

А. Йорданова[1*], Й. Димитров[1], Е. Божилова[1], И. Илчева[1]

[1]Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *хидроложко засушаване, прогнозиране, ARMA, SRI, речен отток*

*email: anna.yordanova@meteo.bg

Въведение

Настоящето ни се характеризира с все по-честата поява на хидрометеорологични процеси, които водят до внезапни наводнения, критични и продължителни засушавания и други. Важна стратегия за намаляване на бедствията и щетите от тях е прогнозирането им. Съществуват два подхода за прогнозиране: прогноза в реално време и прогноза чрез времеви редове от наблюдения. Тук е представен стохастистически метод, който се използва при втория подход. Методът е приложен за месечна редица на речния отток при пункт с многогодишни наблюдения.

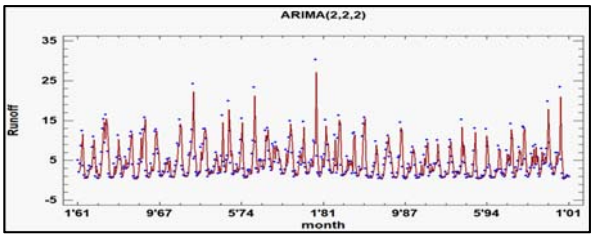
Методология

Най-прилаганият клас модели за прогнозиране чрез времеви редове са ARMA моделите. Показано е приложението им при прогнозиране на един от основните индикатори, които определят появата на хидроложка суша. Това е SRI индексът, т.е. стандартизираното нормално значение от вероятностното разпределение на реда от наблюдения за речния отток. Речният отток е нестационарен процес. ARIMA са тези ARMA модели, които трансформират чрез диференциране времевите редове на речния оток в „стационарни“. На базата на наблюденията се конкретизира ARIMA моделът, който най-добре моделира зададения отток. С този модел се прогнозира оттокът за следващите няколко месеца, а чрез получените стойности се изчисляват прогнозните месечни стойности на индекса SRI. Изследвана е точността на резултатите.

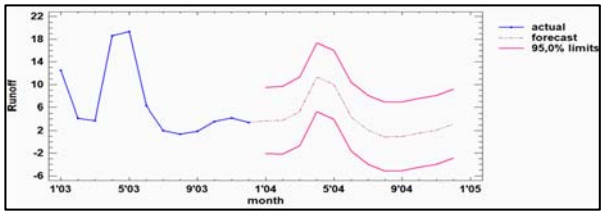
Резултати и изводи

Използвана е 43-годишна редица от наблюдения на оттока в устието на р. Ботуня, приток на р. Огоста. Определен е моделът ARIMA (2,2,2), който най-добре моделира времевия ред (фиг. 1).

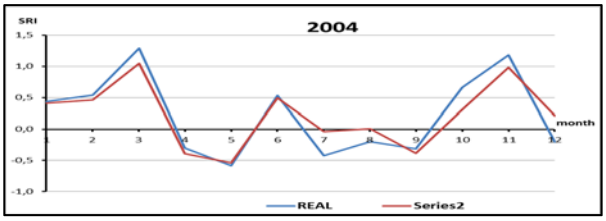
С помощта на този модел е прогнозиран месечният отток за една година напред (фиг. 2). За 2004 г. е изчислен индексът SRI по месеци на базата на направената прогноза и е съпоставен със SRI, изчислен на базата на реалните данни за оттока (фиг. 3). Изчисленото отклонение на реалните от прогнозираните стойности за SRI по месеци е дадено в таблица 1.



Фигура 1. Ходограф на речния отток за 1961–2003 г.
●наблюдаван отток ▬моделиран отток



Фигура 2. Ходограф на прогнозирания отток за 2004 г.
▬ наблюдаван отток ▬прогнозиран отток



Фигура 3. Ходограф на SRI за 2004 г.
▬ наблюдаван отток ▬прогнозиран отток

Таблица 1

SRI	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
real	0,44	0,54	1,29	-0,30	-0,58	0,53	-0,42	-0,20	-0,31	0,66	1,18	-0,20
forecaste	0,41	0,46	1,05	-0,39	-0,54	0,49	-0,04	0,00	-0,39	0,31	0,98	0,21
error	5%	14%	19%	29%	8%	7%	92%	102%	24%	53%	17%	204%

От резултатите се вижда, че методът е подходящ за прогнозиране на индекса SRI и може да се използва при изследване на хидроложкото засушаване.

Литература

Димитров, Й. (2015). Приложение на хидроложките индекси при определяне на видовете засушаване в поречието на р. Ботуня. *Метеорология и хидрология*, 19/1, 88–96.

Йорданова, А., Илчева, И., Райнова, В. (2018). Приложение на ARMA моделите за прогнозиране на речния отток. Научна конференция с международно участие „География, Регионално развитие и Туризъм“.

Годишни оценки на състоянието на подземните води в България

Г. Друмева[1*], Е. Дамянова[1], М. Иванов[1], М. Илиева[1]

[1]Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *подземни води, подземни водни тела, количествени оценки, дългосрочни годишни тенденции*

*email: drdroum@abv.bg

Въведение

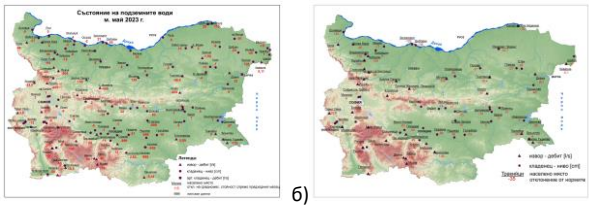
Представените годишни оценки за количественото състояние на подземните води в България са в изпълнение на регламентираните в Закона за водите (ЗВ, 2023) дейности на НИМХ за наблюдение и анализ на динамиката на изменение на подземните води.

Методология

Средногодишните и многогодишни анализи на състоянието на подземните води са изготвени въз основа на обработка, валидиране, обобщаване и експертна оценка на информация за водни нива в cm и дебити в l/s, получена от оперативните пунктове за наблюдение на националната хидрогеоложка мрежа, която към момента се състои от 39 извора, 96 кладенеца и 3 артезиански кладенеца. Оценките са направени съобразно различни критерии и в различен пространствено-времеви мащаб. Получената информация е визуализирана основно в GIS среда.

Резултати и изводи

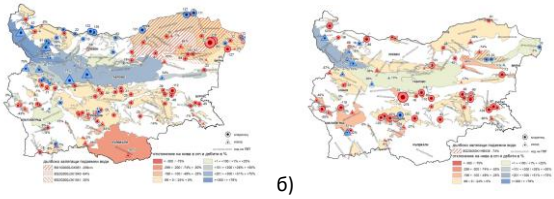
Първоначално се извършва количествена оценка по различни типове подземни води в България – плитко, средно и дълбоко залягащи порови, пукнатинни, карстови и смесен тип води. Определят се тенденциите на изменение – повишаване или понижаване, на техните нива и дебити спрямо предходните им стойности или съответните норми. Информацията за отделните наблюдателни пунктове се визуализира, както е показано на фигура 1, и се публикува в месечните и годишните издания на НИМХ (месечни бюлетини и годишен бюлетин, 2023).



а) б)

Фигура 1. Отклонения на средно-месечните/годишни стойности спрямо стойностите им от предходния месец/година (а) и спрямо месечните/годишни норми (б)

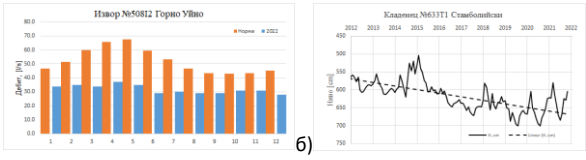
Втората хидрогеоложка оценка се изготвя по подземни водни тела (ПВТ) и само на годишна база. Данните за отклоненията на средногодишните стойности на нивата и на дебитите спрямо предходната година и спрямо годишните норми са предварително групирани по подземни водни тела в GIS среда. Въз основа на експертен анализ е разработена единна цветова скала, която визуализира както измененията на нивата в кладенците, така и на дебитите в изворите и артезианските кладенци – фигура 2.



а) б)

Фигура 2. Отклонения по ПВТ на средногодишните стойности спрямо стойностите им от предходната година (а) и спрямо годишните норми (б)

Третата годишна оценка, която се изготвя от НИМХ, е вече въз основа на валидирана хидрогеоложка информация и се състои в подробен анализ на отклоненията на нивата и дебитите от средномесечните им стойности и определяне на тенденциите на тяхното изменение в отделните наблюдателни пунктове за 10-годишен период – фигура 3. Предоставя се на Изпълнителната агенция по околна среда и се публикува на сайта http://hydro.bg/.



а) б)

Фигура 3. Отклонения от месечните норми (а) и тенденция на изменение за 10-годишен период (б) за отделните наблюдателни пунктове

Изготвяните от НИМХ средногодишни оценки на състоянието на подземните води съдействат на Министерството на околната среда и водите, както и на обществеността и допринасят за устойчивото използване и управление на водните ресурси в България.

Литература

Закон за водите, ДВ, бр. 102 от 8 декември 2023 г.

Месечни и годишни хидрометеорологични бюлетини на НИМХ, https://bulletins.cfd.meteo.bg/

Колебания на водното ниво в наблюдателен сондаж от термоминерално находище Лозенец – гр. София, и сеизмична активност в Средиземноморската сеизмична зона

М. Иванов[1]*, Г. Друмева[1], Е. Дамянова[1], П. Ангелов[1]

[1]Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *нива на подземните води, Софийски грабен, земетресения, Средиземноморска сеизмична зона, мониторингови кладенци*

*email: marin.ivanov@meteo.bg

Въведение

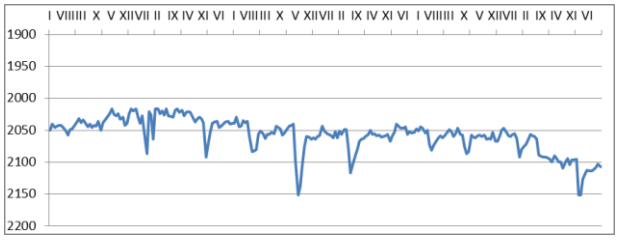
Изчезване или поява на извори, резки изменения на дебита, водните нива, температурата или химическия състав на подземните води са най-често наблюдаваните хидрогеоложки предвестници или последици при силни земетресения (Вакита, 1984). Изследването е продължение на разработка от 2015 г. за връзката между регистрирани локални и регионални земетресения и нетипични изменения на нивата на подземните води в хидрогеоложки пунктове (ХГНП), наблюдавани от НИМХ (Иванов и др., 2015). Авторите установяват, че през периода 1990–2002 г. дълбокозалягащите пукнатинни води в термоминерално находище Лозенец са реагирали на силно усетените в гр. София земетресения с рязко намаляване на водното ниво.

Методология

В настоящата разработка се проследява динамиката на нивото на подземните води от 2003 до 2023 г. в същия наблюдателен пункт – ХГНП № 935Т3. Анализират се съответствията между резките изменения на водното му ниво и сеизмичните събития с различен магнитуд в Средиземноморската сеизмична зона.

Резултати и изводи

Понастоящем мониторингът на състоянието на подземните води, извършван от НИМХ, позволява изследване в най-общ вид само на изменението на водните нива във връзка със силна сеизмична активност. Разглежданият ХГНП № 935Т3 е един от водоизточниците от находище на минерална вода „Лозенец“, има дълбочина 296,9 m и разкрива пукнатинни води, акумулирани в сенонски андезити. Продължавайки проучването от 2015 г., хидро-графът на сондажа е проследен от 2003 до 2023 г. – фигура 1.



Фигура 1. Изменение на водното ниво в ХГНП № 935Т3 – гр. София, за периода 2003–2023 г.

Режимът на дълбокозалягащите подземни води обикновено се характеризира с плавно изменение на водните нива. Регистрираните през периода резки повишения или понижения (над 50 cm) биха могли да се дължат на силни земетресения (с магнитуд над 4 по Рихтер) в Средиземноморската сеизмична зона. Направената съпоставка между двете явления е представена в таблица 1.

Таблица 1. Съпоставка между резки изменения на водното ниво и регистрирани силни земетресения

Дата	Изменение на водното ниво (cm)	Земетресения с M>4 по Рихтер
26.10 2006	+66	Сицилия, M=5,8
15.11.2008	-54	София, M=4
22.05.2012	-59	Перник, M=5,8
06.2012	-52	последващи трусове
6.02.2023	-55	Турция, M=7,8

В допълнение може да се отбележи, че през 2003 г., 2004 г., февруари 2006 г., април и май 2008 г. на територията на България са регистрирани земетресения с магнитуд малко над 4-та степен по Рихтер, които не са били усетени в гр. София и водното ниво не е реагирало.

Без да се правят категорични заключения и окончателни изводи за наличие на сеизмични хидрогеоложки аномалии, получените резултати дават представа за възможна връзка между земетресенията и измененията на нивото в разглеждания сондажен кладенец. В перспектива може да се препоръча разширяване на тези наблюдения чрез монтиране на автоматични датчици в дълбочина за температура и на повърхността за радон. По този начин ще се включат допълнителни хидрогеоложки параметри в търсене на взаимовръзка подземни води – земетресения. Въпреки че страната ни е част от Средиземноморската сеизмична зона, втората по активност в света, засега у нас не е изградена наблюдателна мрежа, нито е създадена методика за изследване на тази взаимовръзка. Представените резултати могат да се използват за прецизиране на наблюденията и задълбочаване на бъдещи изследвания в тази област.

Литература

Вакита, Х. (1984). Методы прогноза землетрясений, Глава 8. Москва: Недра, 175–224.

Иванов, М., Шанов, С., Христов, Вл. (2015). *Bul. J. Meteo & Hydro*, 20/5.

Приближение на кинематичния модел на водосборния отток със Streamline-upwind Petrov-Galerkin метод на крайните елементи

И. Попстоянов*

Институт по океанология „Проф. Фритьоф Нансен“, Българска академия на науките

Ключови думи: *водосборен отток, модел на кинематична вълна, метод на крайните елементи, SUPG стабилизация*

*email: iliapopstoyanov@abv.bg

Въведение

Кинематичният хидродинамичен модел (познат и като модел на кинематична вълна) е получен като значително опростяване на пълния хидродинамичен модел на плитка вода (Кучмент, 1983). Моделът разглежда процеса на образуване на отток като движение на непрекъснат тънък воден слой по земната повърхност на водосбора. Приложим е, когато затворените негативни форми на релефа отсъстват или са предварително изгладени при подготовката на данните. Широко използван е като основа на различни хидрологични и хидравлични модели на формирането и движението на водосборния отток (HEC-HMS, KINEROS, TOPMODEL, TOPKAPI, Vflo и др.). Това е адвективен и нелинеен физико-математически модел и при неговото числено решение възникват различни трудности.

Методология

Основното уравнение в кинематичния модел е:

$$\frac{\partial h_s}{\partial t} + \frac{\partial q_{s_x}}{\partial x} + \frac{\partial q_{s_y}}{\partial y} = i_{s_{sc}} - i_{s_{sk}} \qquad (1)$$

където членовете q_{s_x} и q_{s_y} зависят от h_s и имат вида:

$$q_{s_x} = -\frac{S_{l_x}}{\sqrt[4]{S_{l_x}^2 + S_{l_y}^2}} \frac{h_s^{\frac{5}{3}}}{n_M}\ ; \quad q_{s_y} = -\frac{S_{l_y}}{\sqrt[4]{S_{l_x}^2 + S_{l_y}^2}} \frac{h_s^{\frac{5}{3}}}{n_M} \qquad (2)$$

В (1) и (2) h_s е височината на отточния слой по земната повърхност $[m]$, q_{s_x} и q_{s_y} са водните количества за единица дължина $[m^2/s]$, $i_{s_{sc}}$ и $i_{s_{sk}}$ са източниците на подхранване и разходите на вода $[m/s]$, S_{l_x} и S_{l_y} са наклоните на земната повърхност (разглеждани като производни на функцията на надморската височина), n_M е коефициентът на грапавост по Manning $[s/m^{1/3}]$.

Уравнението се допълва с начални и гранични условия. Началните условия са $h_s = h_{s_0}$, където h_{s_0} може да приема различни стойности. Тяхното влияние върху решението с течение на времето силно отслабва.

Граничните условия при адвективните (транспортните) задачи имат редица особености (Donea and Huerta, 2003; Larson and Bengzon, 2013). При симулирането на водосборния отток с кинематичния модел по вододела на басейна могат да се наложат гранични условия на Dirichlet, $h_s = h_{s_D}$. Тук h_{s_D} може да е нула или някаква малка стойност. На изхода на водосбора граничните условия е необходимо да бъдат условия на изтичане на оттока. Тук може да се използва например формулата на Manning. При необходимост вместо условия на изтичане след изхода на водосбора на известно разстояние може да се постави изкуствена допълнителна граница в областта, върху която могат да се използват гранични условия на Dirichlet.

Като се използва методът на крайните елементи (МКЕ) със стабилизацията Streamline-upwind Petrov-Galerkin (SUPG) (вж. Donea and Huerta, 2003) за приближение на двумерното уравнение в кинематичния модел и при налагането на нулеви гранични условия на Dirichlet по вододела, се получава следната числена схема:

$$\left(w, \frac{\partial h_s}{\partial t}\right)_D - \left(\boldsymbol{\nabla w}, \boldsymbol{q_s}(h_s)\right)_D + \left(\boldsymbol{q_s}(h_s) \cdot \boldsymbol{n}, w\right)_{\partial D_{out}} + \sum_{el} \left(p(h_s)\boldsymbol{g_s}(h_s) \cdot \boldsymbol{\nabla w}, R(h_s)\right)_{D_{el}} = \left(w, i_{s_{sc}} - i_{s_{sk}}\right)_D \qquad (3)$$

В (3) w е тестовата функция, $\boldsymbol{\nabla w}$ е нейният градиент, $\boldsymbol{q_s} = (q_{s_x}, q_{s_y})$, $\boldsymbol{g_s} = \partial \boldsymbol{q_s}/\partial h_s$, $p(h_s)$ е стабилизиращ параметър, изразът $R(h_s) := \frac{\partial h_s}{\partial t} + \frac{\partial q_{s_x}}{\partial x} + \frac{\partial q_{s_y}}{\partial y} - (i_{s_{sc}} - i_{s_{sk}})$ е остатъчният член, $\boldsymbol{n}$ е единичният външен нормален вектор по границата на изхода ∂D_{out}, D е изчислителната област и тя е обединение на крайните елементи, които я съставят, $D = \bigcup_{el} D_{el}$.

Изводи и бъдеща работа

Представената числена схема със SUPG МКЕ за приближение на кинематичния модел на оттока има за цел подобряване на качествата на числените решения, особено по отношение на тяхната устойчивост. Важни следващи стъпки в изследването са прилагане на числената схема върху тестови случаи и реални водосборни басейни.

Литература

Кучмент, Л. С., Демидов, В. Н., Мотовилов, Ю. Г. (1983). Формирование речного стока. Физико-математические модели. Москва: Наука.

Donea, J., and Huerta, A. (2003). Finite element methods for flow problems. John Wiley & Sons.

Larson, M. G. and Bengzon, F. (2013). The finite element method: theory, implementation, and applications (Vol. 10). Springer Science & Business Media.

Измерване на повърхностна скорост на течението на река Арда при село Вехтино

А. Налджиян*

[1]Сектор „АС и БД“, Национален институт по метеорология и хидрология, филиал Пловдив

Ключови думи: *LSPIV, речно течение, повърхностна скорост, водно количество*

*email: andrey.naldzhyan@meteo.bg

Въведение

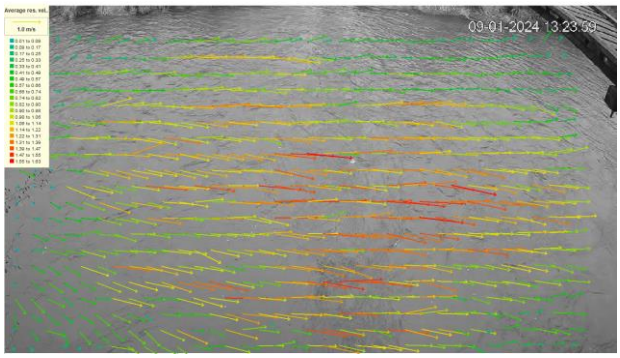
Измерванията на високите води в реките са важен елемент от цялата събрана информация за водния отток с оглед на сравнително голямото водно количество в сравнение с периодите на среден и нисък отток. Необходимо е да има такива измервания в реално време поради опасността от внезапни наводнения. От друга страна, измерването на водно количество по време на пълноводие с традиционните методи е ограничено от наличността на работна ръка по същото време и от по-големите трудности, свързани със самото измерване. Затова е необходимо да се анализират и изпробват алтернативни дистанционни и безконтактни методи за измерване на скоростите. Такъв е методът за измерване на повърхностната скорост на потока в напречно сечение с видеозапис и анализ на видеокадри – LSPIV (Large Scale Particle Image Velocimetry).

Методология

Използва се статично монтирана видеокамера за запис на естествени плаващи маркери по речното течение. За да се изчисли полето на повърхностната скорост в определен момент, заснетият видеоклип се анализира със софтуер Fudaa-LSPIV. Извършват се орторектификация (коригиране на визуалната перспектива на изображенията) и статистически корелационен анализ на изображенията. Точността на изчислението е до най-близкия пиксел, като се извършва субпикселна интерполация.

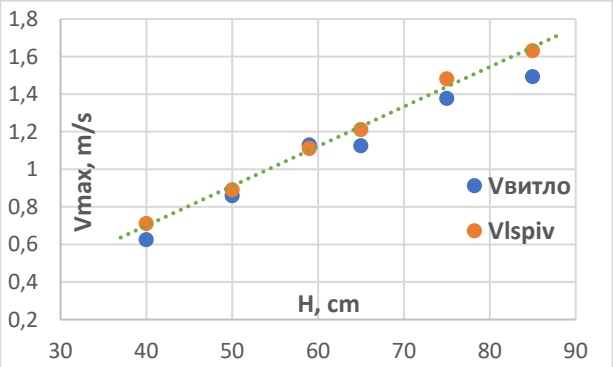
Резултати и изводи

Резултатите показват, че LSPIV е точен и подходящ за речни течения в периоди със средни и високи скорости.



Фигура 1. Река Арда, $H = 85\ cm,\ V_{LSPIVmax} = 1.63\ m/s$

LSPIV има потенциал да стане конкурентен метод в сравнение с конвенционалното измерване на скоростта на водата с витло или поплавъци, като позволява чрез измерената максимална повърхностна скорост на течението да бъде изчислено водното количество, протичащо през профила в реално време.



Фигура 2. Сравнение на максимални скорости

Наличието на естествени плаващи маркери е най-важното за процеса на идентифициране на повърхностната скорост. Софтуерът не може да открие движещи се частици и да извърши изчисления от видеоклипове с чиста повърхност и спокойна вода. Нашите опити обаче показаха, че при висока вода постоянно се наблюдава движение на пяна, мехури и други предмети по повърхността на водата. Методът може да се използва в системи за предупреждение за наводнения, определящи размера и времето на възникване на високите води. В практиката на хидрометричните услуги тази технология може да увеличи наличната информация, което ще позволи подобряване на качеството на хидрологичните данни, особено в частта на високите води, когато измерванията са оскъдни и по-трудни за извършване.

Литература

Le Boursicaud, R., Pénard, L., Hauet, A., Thollet, F., Le Coz, J. (2015). Application of LSPIV to home movies for the post-event determination of stream discharges. *Hydrological Process*. 2015, 30, 90–105.

Развитие на хидрологичните прогнози в Националния институт по метеорология и хидрология

С. Балабанова[1*], Г. Кошинчанов[1], В. Стоянова[1], С. Стоянова[1]

[1]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *хидроложка прогноза, хидроложки модели, ГИС*

*email: snezana.balabanova@meteo.bg

Въведение

Информацията, която дава хидрологичната прогноза, е от ключово значение както за предупреждение при опасност от настъпване на екстремни хидрологични явления (наводнения), така и за обезпечаване на оптимално комплексно използване на водните ресурси и осигуряване на максимален икономически ефект. Познаването на закономерностите на формирането на хидроложките процеси е в основата на прогнозирането на тяхното възникване и развитие.

Методология

За прогнозиране на речния отток по водосбори се използват различни хидрологични модели, които симулират процеса валеж-отток.

NAM модулът със съсредоточени параметри на модела MIKE 11 е приложен за симулиране на процеса валеж-отток във водосборите на реките Русенски Лом и Факийска. Полуразпределените модели SWAT и HEC-HMS се използват за прогнозиране на речния отток съответно във водосборите на реките Вит и Янтра (Bojilova, 2011). Разпределеният модел TOPKAPI е приложен за водосборите на реките Огоста и Айтоска. За прогнозиране на речния отток във водосборите на реките Искър и Струма се използват изкуствени невронни мрежи (Balabanova, 2011).

За прогнозиране на екстремни хидроложки явления (поройни наводнения) се използва „рационалният метод“ (rational method) или т.нар. метод на пределната интензивност: $q_{peak} = \frac{C*i*A}{3.6}$ (1)

където:

q_{peak} – максимално водно количество [m^3/s];

C – отточен коефициент;

i – среден интензитет на валежа [mm/hr];

A – площ на водосборния басейн [km^2];

3.6 – преобразуващ фактор.

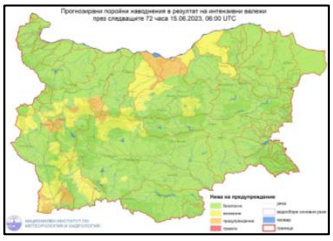
Необходимата за хидрологичните прогнози прогностична метеорологична информация (валеж-ни суми и температура на въздуха) е от числения модел ALADIN-BG и от интегрираната прогностична система на Европейския център за средносрочни прогнози за времето – ECMWF IFS.

Резултати и изводи

Екипът на секция „Хидрологични прогнози“ успешно внедрява и развива различни подходи и средства за прогнозиране на хидрологични процеси и явления. За четирите водосборни области в страната – Дунавски, Черноморски, Източно-беломорски и Западнобеломорски басейн, се изготвя обобщена краткосрочна хидрологична прогноза. За водосборите на част от големите реки – Огоста, Искър, Вит, Янтра, Айтоска и Струма, се изготвя краткосрочна прогноза за речния отток (фиг. 1). За водосборите на реките Русенски Лом и Факийска се изготвя средносрочна прогноза за речния отток (фиг. 1).

Фигура 1. Прогноза за речния отток по водосбори

В случаите на прогнозирани интензивни валежи се изготвя прогноза за поройни явления (фиг. 2).



Фигура 2. Прогнозирани поройни наводнения в резултат на интензивни валежи

Пред екипа на секция „Хидрологични прогнози“ стои предизвикателството да усвоява световните достижения в тази специфична дейност, така че да бъде достъпна хидрологична прогноза за по-голям брой поречия и да бъде осигурена устойчива прогноза при опасност от екстремни хидрологични явления (наводнения).

Литература

Balabanova, Sn. (2011). River flow modelling and operational evaluation with Neural networks. *Bulgarian journal of Meteorology & Hydrology*, 16/1.

Bojilova, E. (2011). Flow modeling of the Yantra river. XXV Conference of the Danubian Countries.

Идентификация, характеризиране, класификация и райониране на засушаванията в поречието на река Янтра

Й. Димитров[1*], М. Ранкова[1] и Е. Божилова[1]

[1]Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *хидроложко засушаване, индекс, вариационен праг, дефицит, ранно предупреждение*

*email: Yordan.dimitrrov14@abv.bg

Въведение

Засушаването е естествено, временно състояние на изчерпване на наличните водни ресурси в резултат на систематично намаляване на валежите спрямо определена норма, обхващащо в дългосрочен аспект голяма географска област. Това е известно като метеорологична суша и може да премине в хидроложка и агрометеороложка суша.

Предложен е метод, подходящ за българските реки, за хидроложки анализ на засушаването и са разработени моделна процедура и ясни критерии за характеризиране на засухите.

Методология

Методът на праговите нива е най-често прилаганият количествен метод за изучаване на хидроложко засушаване, където от съществено значение е да се определят началото и краят на засушаването, дефицитът, както и пространственият обхват. Прагът може да бъде фиксиран или променлив (вариационен) през годината (Tallaksen, 2004) с възможно използване за ранно предупреждение за настъпваща суша и създаване на система от хидроложки индекси.

Резултати и изводи

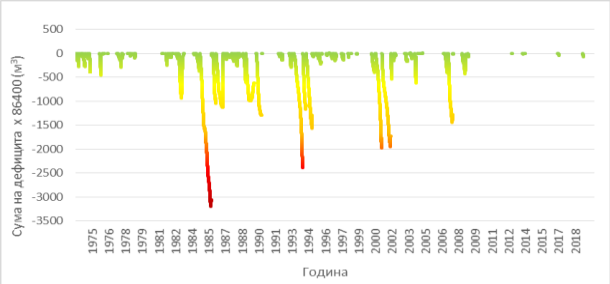
С данните за дневния отток (1974–2019 г.) са извлечени статистически характеристики и са дефинирани събитията на засушаване. Средният речен отток в ХМС 23850 – р. Янтра, с. Каранци, е 45,284 m^3/s, с минимален средногодишен отток от 9,911 m^3/s през 1994 г.

При формирането на суша се наблюдава поетапно влошаване на хидроложките условия (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение между кодовете на дневен дефицит в различни части на поречието на р. Янтра и начало на суша (2000 г.)

Година	Ден от годината	Дата	23500 р. Росица - Севлиево	23650 р. Янтра - Габрово	23700 р. Янтра - В. Търново	23850 р. Янтра - Каранци	23400 р. Джулюница-Джулюница	23150 р. Голяма - Стражица
2000	153	2.юни	8.388	3.008	2.212	6.687	5.564	0.696
2000	154	3.юни	1.947	0.709	-1.955	3.734	2.712	0.680
2000	155	4.юни	-1.498	0.127	-3.438	1.309	1.494	0.475
2000	156	5.юни	-1.922	-0.083	-3.626	0.056	1.143	0.671
2000	157	6.юни	-3.022	-0.451	-3.621	-3.390	0.962	0.471
2000	158	7.юни	-3.284	-0.418	-3.576	-4.560	0.582	0.047
2000	159	8.юни	-3.235	-0.539	-3.516	-5.462	0.391	-0.213
2000	160	9.юни	-3.451	-0.639	-3.702	-5.740	0.005	-0.367
2000	161	10.юни	-3.604	-0.618	-3.626	-7.144	-0.169	-0.496
2000	162	11.юни	-3.483	-0.587	-3.493	-7.922	-0.411	-0.528
2000	163	12.юни	-3.546	-0.565	-3.562	-8.655	-0.343	-0.582
2000	164	13.юни	-3.431	-0.646	-3.659	-9.350	-0.434	-0.571
2000	165	14.юни	-3.382	-0.615	-3.760	-9.604	-0.518	-0.565

Извършено е характеризиране на маловодието и са изведени хидроложки индекси за базов отток и суша, с помощта на които се установява типът засушаване – „внезапно“, „продължително“ и др. (фиг. 1). Индексите за подземен отток изразяват стабилността на оттока и стойности за комплексния индекс Q90/Q50 повече от 0,5 означават относително стабилен поток, а над 0,7 – много стабилен нисък отток. В този случай Q90/Q50 при ХМС 23850 – с. Каранци, е 0,4285, което показва средна стабилност на подхранване от подпочвени води, захранващи реката и през летните засушливи периоди.



Фигура 1. Натрупване на дефицит

Съставени са хистограми с периодите на засушаване през периода на наблюдение и таблици с характеристики на всяка отделна суша през периода (табл. 2) с кодове за опасност, вероятност и сезонност.

Таблица 2. Характеристики на засуха №119

Година	Засуха №	Начало	Край	Продължителност (дни)	Среден обем на дефицита m^3/s	Дефицит минимум m^3/s	Дата на дефицит мин.	Сума на дефицита x 86400 m^3	Q мин. m^3/s	Q средно m^3/s	Q макс. m^3/s
2007	119	30.мар	5.авг	127	-11.463	-22.005	30.April	-1455.8	8.800	11.869	40.400

Системата от индекси е чувствителна към малките изменения в една или друга посока на режима на реката. Краткотрайните засушавания, по-малко от 10 дни, настъпили в определен вегетационен или биотичен период, също могат да бъдат опасни.

Благодарности: Това изследване е осъществено с предоставени от НИМХ дневни хидроложки данни.

Литература

Tallaksen, L. M., van Lanen, H. A. J. (Eds.) (2004). Hydrological Drought. Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater. – Hydrology and Environmental Hydraulics WIMEK. Development of Water Science, Vol. 48 Elsevier.

Оценка на валежите за хидроложки цели чрез използване на конвенционални, радарни и сателитни измервания – област Бургас, 05.09.2023 г.

П. Царев*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *интензивен валеж, наводнение, Царево, радар, интензитет на валежа*
*email: petko.tsarev@meteo.bg

Въведение

От голямо значение за хидроложките симулации е наличието на подробен анализ на падналия валеж както в количествено, така и в пространствено отношение. Разгледани, анализирани и обработени са данни за радарна отражаемост и измерен от валежомерни станции валеж за периода от 08 ч. на 04.09.2023 г. до 08 ч. на 06.09.2023 г. в района на гр. Царево, с възникнали наводнения с четири жертви.

Методология

Анализирани са едноминутни стойности на валежа, които са преобразувани в интензитет на валежа [mm/h]. Емпирично е определена степенна зависимост

$$Z = a\,R^b \qquad [1],$$

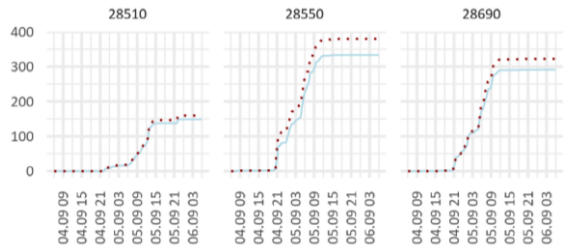
където Z е радарна отражаемост [mm^6/m^3], R – интензитет на валежа [mm/h], a и b са бездименсионни коефициенти. Използвани са няколко инструмента от библиотеката с отворен код на Heistermann et al. (2013), включително пространствена трансформация и георефериране на данните, идентификация на смущения, корекция на затихване на радарния сигнал, пространствена интерполация, трансформиране на мерни единици. Използвани са радарни данни от трите най-близко разположени до терена елевации, като данните са слети с цел покриване на зони с липса на отразен сигнал. За допълнително определяне на валежните полета се използва и продукт на EUMETSAT – „Маска на облачността“ RSS-CLM, MSGCLMK. След прилагане на емпирично определените коефициенти a и b е извършено повторно калибриране на резултатите с наземните измервания (изчислен интензитет на валежа, определен от 5-минутна сума на валежите).

Резултати и изводи

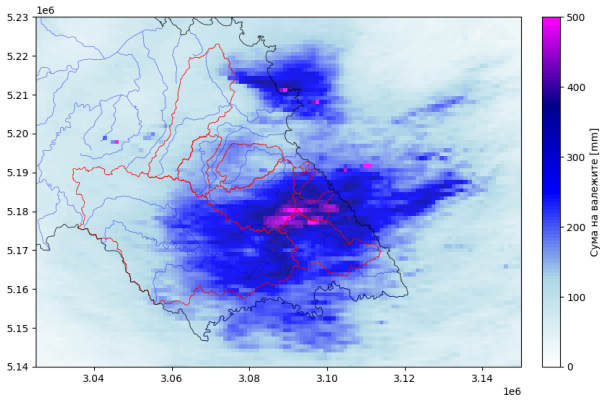
Извършена е статистическа оценка на получените пространствени полета, като данните от тях са сравнени с 5-минутната сума на валежа за всяко едно местоположение с налично измерване. Средните статистически резултати са посочени в таблица 1. На фигура 1 са посочени сумите на валежа с натрупване за три станции с най-голям измерен валеж. На фигура 2 са изобразени сумарният моделиран валеж и отточните области, формирали значителен повърхностен отток.

Таблица 1. Статистическа оценка – средни стойности

Стат. коеф.	Стойност
PBIAS %	-0.959
R^2	0.927



Фигура 1. Валеж с натрупване [mm]. Син цвят – измерен валеж; червен цвят – моделиран валеж



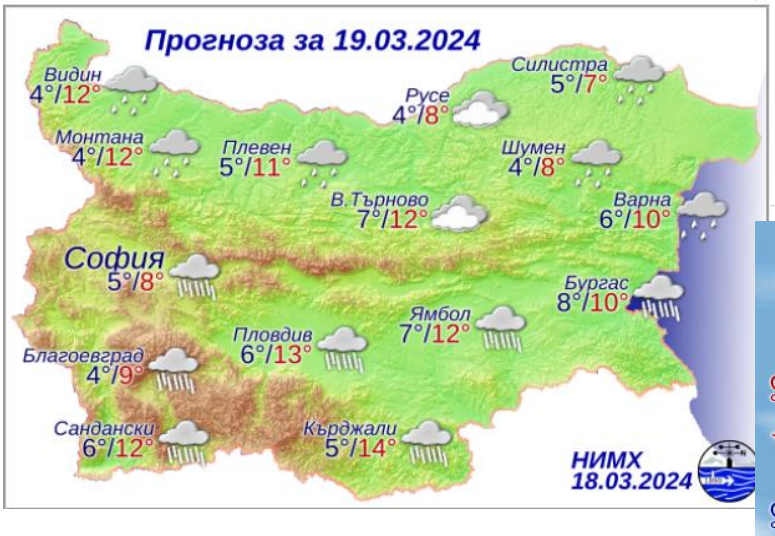
Фигура 2. Сумарен валеж за периода 08:00 ч. на 04.09.2023 г. до 08:00 ч. на 06.09.2023 г.

Благодарности: Това изследване е осъществено в сътрудничество с ДП „Ръководство на въздушното движение“ (ДП РВД).

Литература

Heistermann, M., Jacobi, S., and Pfaff, T. (2013). Technical Note: An open source library for processing weather radar data (wradlib). *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 863–871, doi:10.5194/hess-17-863-2013.

Прогноза за времето и предупреждения за екстремни метеорологични явления



Предупреждения

Оценка на числените модели за периода 2016–2018 година

Х. Христов*

Департамент „Прогнози и ИО“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *оценка, прогноза, числени модели, систематична грешка, процент на сбъдваемост*

*email: hristo.hristov@meteo.bg

Въведение

Първите научни прогнози започват в страните от Западна Европа и САЩ между 1850 и 1870 година. Скоро след това възниква необходимостта от оценка на тези прогнози. Първата оценка е направена от Finley през 1884 г. (Murphy, 1996). В настоящата работа е направена оценка на **реалните**, както и на **коригираните** изходни данни за Tmin и Tmax за следващото денонощие на трите най-често използвани в оперативната работа на НИМХ числени модела за прогнозиране на времето (ALADIN-BG, ECMWF и GFS) за периода от 01.07.2016 до 30.06.2018 г. Представено е сравнение на резултатите от числените моделни прогнози и на издадените експертни синоптични прогнози за Tmin и Tmax на въздуха.

Методология

Оценката е направена за 32 точки в България, които съвпадат със синоптичните станции. Използвани са 3 основни грешки: MAE (точност), ME (систематична грешка) и PC (процент на сбъдваемост).

$$ME = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(F_i - O_i)$$

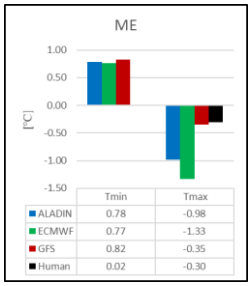
$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|F_i - O_i|$$

$$PC = \sum_{i=1}^{n}\begin{cases} \text{сбъдната, ако } (F_i - O_i) \leq 2\ ℃ \\ \text{несбъдната, ако } (F_i - O_i) > 2\ ℃ \end{cases} 100\%,$$

където Fi и Oi са съответно прогнозата и наблюденията за ден *i*, а *n* е броят на прогнозите. Корекцията е направена, като средната грешка от предходния ден се пренася към прогнозата на числените модели.

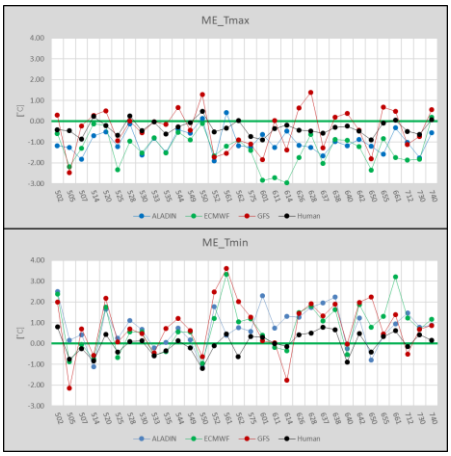
Резултати и изводи

При интегралния метод (цялата страна) за ME (фиг. 1) се вижда, че всички числени модели завишават Tmin (при синоптиците е близка до 0 ℃) и занижават Tmax.



Фигура 1. ME на числените модели и синоптиците за цялата страна

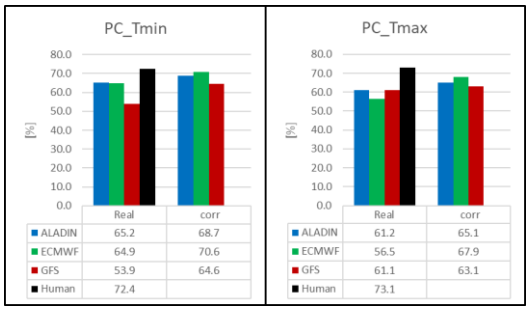
Това е доказателство, че дневната амплитуда в прогнозираната от моделите температура е по-малка от реалната. Разглеждайки систематичната грешка в отделните точки (фиг. 2), се виждат много подробности, които биха могли да са полезни при издаването на прогнозите.



Фигура 2. ME на числените модели и синоптиците по точки

За синоптична станция Видин всички модели завишават Tmin между 2 ℃ и 2.5 ℃. Синоптиците коригират тези недостатъци и намаляват систематичната грешка под 1 ℃.

Процентът на сбъдваемост (PC), представен на фигура 3, показва, че корекцията подобрява прогнозите при всички модели, като най-голямо е подобрението на сбъдваемостта (около 10%) на GFS при Tmin и на ECMWF при Tmax. Прогнозата на синоптиците е най-добра дори и след корекцията на моделите.



Фигура 3. Реалният и коригираният PC на числените модели и на синоптиците

Литература

Murphy, A. H. (1996). The Finley affair: A signal event in the history of forecast verification. *Weather and forecasting,* 11 (1), 3–20, 1996.

Интензивни валежи и последствията от тях в Хасково и Дряново на 29–30 май 2023 г.

В. Клещанова[1*], Х. Христов[1]

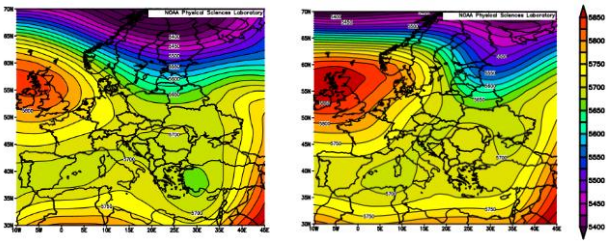
[1]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *прогноза за времето, синоптика наводнения, гръмотевична буря, интензивни валежи*

*email: viktoria.kleshtanova@meteo.bg

Въведение

В периода 29–30 май 2023 г. над страната се развива мощна купесто-дъждовна облачност. На много места има краткотрайни, временно интензивни валежи и гръмотевични бури, регистрирани са и градушки. В много райони от страната за 24 часа отчетените количества валежи са 25–57 mm, по данни от наблюдателната мрежа на Националния институт по метеорология и хидрология. Синоптичната обстановка на 29 май 2023 г. е в резултат от циклон на изобарна височина 500 hPa, с център на югоизток от страната, над Мала Азия, и дълбока долина на север, достигаща до Германия и Полша. В рамките на денонощието циклонът постепенно се премества на изток и се запълва. На 30 май 2023 г. баричното поле в района на България е все още циклонално. Баричната долина се спуска на юг, достигайки Словакия, и също се премества на изток (http://bulletins.cfd.meteo.bg/). Синоптичната обстановка е онагледена с карти от атмосферните реанализи на NOAA (Natioal Oceanic and Atmospheric Administration), които са комбиниран продукт на Националния център за прогноза на околната среда и Националния център за атмосферни изследвания на Съединените щати (NCEP/NCAR Reanalysis) (https://psl.noaa.gov/) – фигура 1, ляв и десен панел.



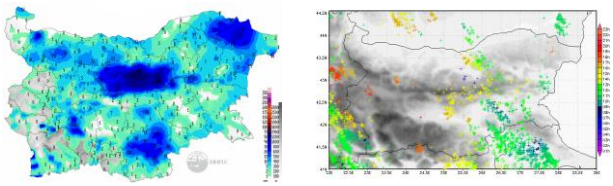
Фигура 1. Средни стойности на геопотенциалната височина на изобарна височина 500 hPa на 29.05.2023 г. в 12 UTC (ляво) и на 30.05.2023 г. в 18 UTC (дясно), NCEP/NCAR реанализи

Методология

За разглеждане на синоптичната обстановка освен NCEP/NCAR реанализи (фиг. 1) са използвани и архивни данни на НИМХ. Избрани са две точки от страната – Хасково и Дряново, в които са регистрирани наводнения и са нанесени значителни материални щети.

Резултати и изводи

От картите с разпределения на валежите се вижда, че от 08:00 ч. на 29.05.2023 г. до 08:00 ч. на 30.05.2023 г. най-значителни валежи са отчетени в района на Централен Балкан – до 57 mm; в североизточните райони – до 32 mm; в Хасковска област – до 27 mm (фиг. 2, ляво). На 30.05.2023 г. регистрираните мълнии са главно в източната половина от страната; в сутрешните часове има регистрирани мълнии и в област Габрово (фиг. 2, дясно).



Фигура 2. Разпределение на валежите от 08:00 ч. на 29.05.2023 г. до 08:00 ч. на 30.05.2023 г. (ляво) и почасово (в UTC) разпределение на регистрираните мълнии над района на страната на 30.05.2023 г. (дясно)

Измерените количества на валежите в избраните точки, както и в две села в област Хасково, са представени в таблица 1.

Таблица 1. Измерени количества валеж от 08:00 ч. на 29.05.2023 г. до 08:00 ч. на 30.05.2023 г.

Точка	Измерени (mm)
Хасково	14.0
с. Царева поляна	26.9
с. Елена	20.1
Дряново	50.9

Последствията от създалата се синоптична обстановка са наводнени пътища, магазини и унищожена реколта. В отделни райони от страната е отнесена пътната настилка, активизирани са свачищни процеси, наводнени са дворове.

Литература

Месечен хидрометеорологичен бюлетин. Национален институт по метеорология и хидрология, май 2023 г., София, печатно издание: ISSN 1314-894X, онлайн издание: ISSN 2815-2743: http://bulletins.cfd.meteo.bg/.

https://psl.noaa.gov/

Прогнозата за времето – наука в оперативната дейност, предизвикателствата днес

А. Стойчева[1*], Б. Маркова[1], В. Клещанова[1], И. Господинов[1]

[1]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *прогноза за времето, синоптика, екстремни явления, модели, оперативна дейност*

*email: anastassia.stoycheva@meteo.bg

Въведение

Числените модели са основен източник за информация в НИМХ при изготвяне на прогнози за времето. Ако в зората на издаването на оперативната гражданска прогноза преди 68 години са били положени основите на синоптиката в НИМХ, то днес синоптиците разполагат с регионални числени моделни прогнози от ALADIN-BG (72 h) и AROME-BG (42 h), както и с богата прогностична информация от модела на Европейския център за средносрочни прогнози за времето (ECMWF). Обект на това представяне са две синоптични обстановки:

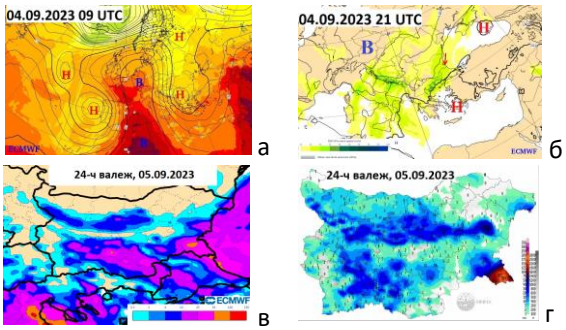
1. От 05.09.2023 г. – с регистрирани значителни валежи, обявено бедствено положение и 4 жертви в България (фиг. 1). Развитието на процесите в Гърция беше много по-различно, с два пъти повече по количество валежи, а впоследствие развилият се към Либия циклон придоби характеристики на ураган.
2. От 05.03.2024 г. – с издадени предупреждения от първа степен (жълт код) за значителни количества валежи в Южна България. Ще бъде демонстрирано поведението на числените модели на ECMWF по отношение на валежните количества – както от IFS (Integrated Forecasting System), така и от новите техники на ML/AI (Machine Learning/Artificial Intelligence) моделите (фиг. 2).

Методология

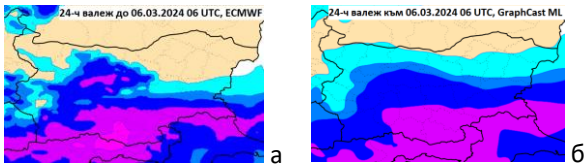
Използването на съвременни методики по локализиране на точното място на очакваните екстремни явления (значителни валежи, силен вятър и др.) в близкото бъдеще ще минава освен през резултати от детерминистични числени модели, вероятностни прогнози и използване на екстремни индекси (EFI – Extreme Forecast Index, SoT – Shift of Tails), но и през включване в прогностичния процес на резултати от ML/AI модели.

Резултати и изводи

Регионалните и глобалните числени модели предлагат добри резултати за оперативната дейност, която достатъчно рано да сигнализира за очаквани екстремни явления. При намесата на локални фактори, усложняващи синоптичната обстановка, моделите подценяват количествата валеж (фиг. 1), а често и скоростта на вятъра. Използването на иновативни ML/AI модели се очаква да даде допълнителен принос в подобряване на изготвяните прогнози, предоставяйки още варианти за развитието на атмосферните процеси (фиг. 2). Последното усложнява работата в прогностичните звена, а и очаквано показва разминавания, които лесно се демонстрират при детерминистичните прогнози по точки (табл. 1).



Фигура 1. (а) Геопотенциал на изоб. повърхност 500 hPa (черни контури) и темп. на 850 hPa (цветна скала) на 04.09.2023 09 UTC; (б) Приземно барично поле (черни линии) и вятър на 850 hPa (цветна скала) на 04.09.2023 21 UTC; (в) 24-ч прогнозни валежи за 05.09.2023 г. (48-ч прогноза); (г) 24-ч валежи до 08:00 часа на 05.09.2023.
Източник: ECMWF (а, б, в), НИМХ (г)



Фигура 2. 24-ч валежи към 06.03.2024 06 UTC от (а) IFS (ECMWF) и (б) машинно обучен числен модел GraphCast, Google DeepMind (Lam et al., 2022).
Източник: ECMWF (а, б)

Таблица 1. Измерени и прогнозни количества валеж

Точка	Измерени (mm)	30-ч прогноза (mm)	102-ч прогноза (mm)
София	0.0	1.7 – 4.9	3.4 – 15.7
Пловдив	2.2	8.2 – 15.2	9.3 – 21.3

Литература

Lam, R., Sanchez-Gonzalez, A., Willson, M., Wirnsberger, P., Fortunato, M., Alet, F., ... & Battaglia, P. (2022). GraphCast: Learning skillful medium-range global weather forecasting. *arXiv preprint arXiv:2212.12794*.

https://charts.ecmwf.int/

Развитие на националната система за ранно предупреждение за опасно време – условия на пожароопасност и топлинен стрес

И. Господинов*

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *екстремни метеорологични условия, система за ранно предупреждение, пожароопасност, топлинен стрес*

*email: ilian.gospodinov@meteo.bg

Въведение

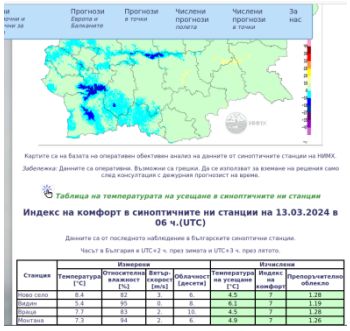
Националният институт по метеорология и хидрология (НИМХ) управлява национална система за ранно предупреждение за времето повече от 10 години. Тя е разработена в съответствие с принципите на европейската система METEOALARM и изградена в рамките на международното сътрудничество, подпомагано от EUMETNET – мрежа от европейски национални хидрометеорологични служби. Цветната предупредителна скала на METEOALARM придоби популярност в страната и в момента е лесно разпознаваема от широката общественост. Първоначално системата беше разработена с разделителна способност на ниво административна област – 28. През 2022 г. се премина към по-фина разделителна способност с предупреждения по общини – 265. Предимството е, че има по-добро съответствие в мащаба на природните явления с площта на общината. Недостатъкът е, че се произвежда много по-трудно от прогнозиращия. Това е мястото, където автоматичното първо предположение от модела става от съществено значение. Тази работа се концентрира върху използването на универсалния модел за температура на усещане на НИМХ за конструиране на автоматичните предупреждения за опасно горещо/студено време и представяне на автоматизираната информационна система за пожароопасност на НИМХ.

Резултати

1. Представена е автоматизираната система за определяне на препоръчителна степен на готовност за борба с пожари по области и общини. Използва се индекс на пожароопасност (Fire Weather Index – FWI) (Van Wagner & Pickett, 1985). От 2023 г. системата е със свободен достъп на адрес: http://weather.bg/pojaroopasnostPlus/.

Фигура 1. Екранна снимка на информационната система за определяне на препоръчителна степен на готовност за борба с пожари

2. С универсалния модел за температура на усещане (Fanger, 1970) се определя степента на топлинен стрес в рамките на денонощие, на базата на което се подготвят автоматични кодове по области и общини за опасни температури. От 2023 г. се публикува текуща информация за температура на усещане на базата на данни от синоптичните станции на НИМХ, достъпна на адрес: http://weather.bg/index.php?koiFail=tekushti&lng=0#komfort.



Фигура 2. Екранна снимка на информационната система за температура на усещане и клас на топлинен комфорт/дискомфорт

Литература

Fanger, O. (1970). Thermal Comfort. Copenhagen.

Van Wagner, C. E., Pickett, T. L. (1985). Equations and FORTRAN Program for the Canadian Forest Fire Weather Index System. Canadian Forestry Service, Ottawa.

Влияние на началните и граничните условия върху оперативната числена прогноза на времето

Б. Ценова[1*], М. Цанков[1], К. Младенов[1], М. Динев[1], М. Първанов[1]

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *регионална числена прогноза, начални и гранични условия*

*email: boryana.tsenova@meteo.bg

Въведение

Качеството на регионалната числена прогноза зависи от максимално точното описание на началните условия, произведени от глобалните модели за прогноза на времето. Началното условие трябва да описва колкото се може по-пълно състоянието на атмосферата. В НИМХ 4 пъти в денонощието (00, 06, 12 и 18 UTC) се пускат оперативно двата модела за числена прогноза: хидростатичният ALADIN-BG (с хоризонтална стъпка (dx) 5 km, 105 вертикални нива (l), 72 часа срок на прогнозата) и нехидростатичният AROME-BG (с хоризонтална стъпка (dx) 2.5 km, 90 вертикални нива (l) и 48 часа срок на прогнозата). ALADIN-BG ползва начални и гранични условия с хоризонтална стъпка от 9 km от френския глобален модел ARPEGE, докато AROME-BG – от ALADIN-BG. В настоящата работа е изследвано влиянието на началните и граничните условия върху числената прогноза на времето.

Методология

Двата модела са форсирани с различни начални и гранични условия.

ALADIN-BG:

- от ARPEGE (dx)=9km, l=105, честота на граничните (dt) условия 3 часа) – оперативна версия на модела – arp3;
- от IFS (dx)=9km, l=90, dt=3h) – ifs3;
- от IFS (dx)=9km, l=90, dt=1h) – ifs1.

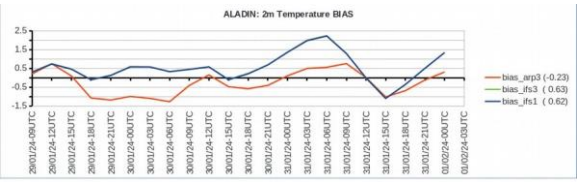
AROME-BG:

- от ALADIN-BG (dx)=5km, l=105, dt=1h) – оперативна версия на модела – al1;
- от IFS (dx)=9km, l=90, dt=3h) – ifs3;
- от IFS (dx)=9km, l=90, dt=1h) – ifs1;
- от ARPEGE (dx)=9km, l=105, dt=3h) – arp3.

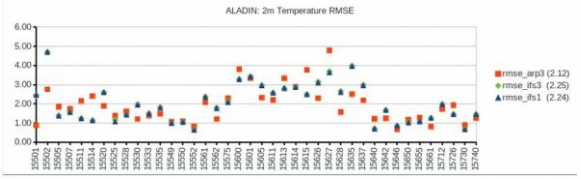
Изследвана е сутрешната прогноза на 29/01/2024 г. Тук са показани успеваемостите на различните версии на двата модела при прогнозирането на температурата на 2 m в най-близките точки от мрежите им до локациите на синоптичните станции на НИМХ посредством средноаритметичните и средноквадратичните им отклонения (съответно BIAS и RMSE) от измерените данни.

Резултати и изводи

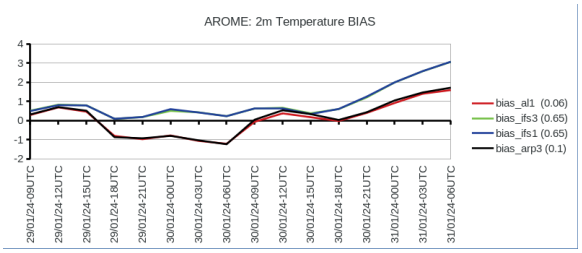
На фигури 1 и 3 е показано почасовото средно аритметично отклонение за всички синоптични станции на температурата на 2 m, прогнозирана на 29/01/24 г., съответно от ALADIN-BG и от AROME-BG с различни начални и гранични условия. На фигури 2 и 4 е показано средноквадратичното отклонение на прогнозираната съответно от ALADIN-BG и от AROME-BG с различни начални и гранични условия температура на 2 m за всяка синоптична станция.



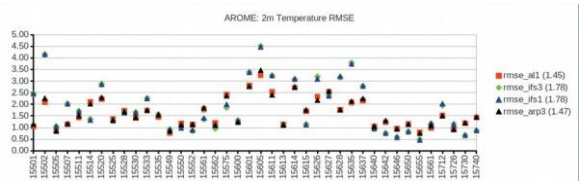
Фигура 1. ALADIN-BG: Средноаритметично отклонение BIAS на прогнозираната на 29/01/24 температура на 2 m



Фигура 2. ALADIN-BG: Средноквадратично отклонение RMSE на прогнозираната на 29/01/24 температура на 2 m



Фигура 3. AROME-BG: Средноаритметично отклонение BIAS на прогнозираната на 29/01/24 температура на 2 m



Фигура 4. AROME-BG: Средноквадратично отклонение RMSE на прогнозираната на 29/01/24 температура на 2 m

Въз основа на получените резултати може да се направи основно заключение: регионалната числена прогноза на времето се влияе предимно от метеорологията в началните и граничните условия и много по-малко от честотата им, както и от хоризонталната им стъпка.

Фьонът във Враца – опасно метеорологично явление

Д. Стоянова[1], К. Стоев[1,2], Г. Герова[1]
*email: denevas@uni-sofia.bg

[1]Катедра „Метеорология и геофизика“, Физически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“
[2]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

РЕЗЮМЕ:

Фьонът е топъл и сух поривист вятър, който се наблюдава при наличието на силен въздушен поток и орографски препятствия, и е опасно метеорологично явление. В България фьон се наблюдава по северните склонове на планините.

С цел подобряване на прогнозата на фьона в последните години се правят изследвания за определяне на типовете синоптични обстановки, водещи до появата му. В настоящата работа е направена климатология на фьона във Враца за 30-годишен период (1993–2022 г.), обективна типизация на синоптичните обстановки с две класификации: Gross Wetter Type (GWT) и Jenkinson-Collinson (JCT) с 26 типа циркулации. Пресметнат е индекс за фьона (FI), разработен през 2020 г. за нуждите на оперативното прогнозиране на фьон в София, който оценява статичната устойчивост на атмосферата.

Фьонът във Враца преобладава в студеното полугодие. Наблюдават се 797 дни с фьон с максимум през месец март (120 дни) и минимум през юни (26 дни). През 2000 г. са отчетени най-много дни с фьон (54 дни), а през 2014 г. – най-малко (7 дни). Броят дни с фьон във Враца е с над 4 пъти повече от този в София. Най-голям е броят на дните със скорост на вятъра, за които не се издава код за предупреждение (54%). На второ място са дните с оранжев код по европейската система за предупреждения METEOALARM (24%). На трето място са с жълт код (21%) и в 1.4% от случаите скоростта на вятъра е над 30 m/s – червен код. От направената обективна типизация на синоптичните обстановки, водещи до появата на фьон във Враца, с GWT26 за 27-годишен период се установи, че преобладаващи циркулационни типове са: W, CW, CSW, SW AW. При обективната класификацията на JCT26 за същия период се открояват два преобладаващи циркулационни типа с фьон – W и SW. За периода 1993–2022 г. е пресметнат фьонов индекс за Враца със средна стойност 0.52.

Ключови думи: *фьон, опасни явления, прогноза, фьонов индекс*

Направление: Прогноза за времето и предупреждения за екстремни метеорологични явления.

Анализ на развитието на разцепваща се суперклетка въз основа на данните от доплеров метеорологичен радар

Ц. Димитрова[1*], С. Георгиев[1], Д. Баракова[1], Н. Кадийска[1]

[1]Изпълнителна агенция „Борба с градушките“

Ключови думи: *суперклетка, мезоциклон, максимална радарна отражаемост*

*email: tsdimitrova@weathermod-bg.eu

Въведение

България е страна с висока честота на конвективните процеси през топлия сезон. Всяка година се наблюдават най-мощните процеси – суперклетките. Многогодишни наблюдения показват, че клетки с изолирано първо радиоехо с максимална радарна отражаемост Zmax ≥ 35 dBZ на височина над изотермата на -10 °C често се развиват като мощни клетки, включително суперклетки (Dimitrova et al, 2017). При определени условия, свързани с голям срез на вятъра във височина, се наблюдава разцепване на конвективната клетка.

Методология

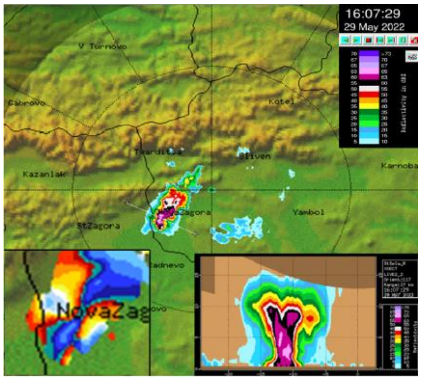
За анализа са използвани данни от S-диапазонни доплерови радарни станции на ИАБГ. Пълно обемно сканиране в максимален обхват от 300 km се осъществява за приблизително 4 минути. Всички радарни продукти, използвани по време на изследването, са генерирани от софтуер IRIS-Analysis на Vaisala.

Анализирани са синоптичната обстановка, радарни характеристики (максимална радарна отражаемост (Zmax), височината ѝ (HZmax), височина на радарна отражаемост на 45, 55, 60 dBZ (H45dBZ, H55dBZ, H60dBZ), вертикално интегрирано водно съдържание (VIL), доплерови скорости, индекси на неустойчивост и профили на вятъра, които благоприятстват развитието на мощна конвекция и разцепването на конвективните клетки.

Резултати и изводи

Синоптичната обстановка на 29 май 2022 г. благоприятства наличието на значителен вертикален срез на вятъра в ниските слоеве (0–3 km). Силните възходящи движения и срезът на вятъра създават условия за появата на двойка противоположно въртящи се вихри (Klemp, 1987). В настоящия случай вятърът в ниските слоеве е от югозапад, като се завърта с нарастване на височината и се променя от запад.

В следобедните часове в Южна България е регистрирана изолирана конвективна клетка, която има максимална радарна отражаемост Zmax = 23 dBZ на височина 6.8 km (-23 °C) в 15:47 LT. Клетката се разраства бързо. За 20 минути Zmax достига 60 dBZ и щормът придобива характеристики на суперклетка. Регистриран е мезоциклонален вихър. Суперклетката придобива V-образна структура. Наблюдавани са типичните суперклетъчни радарни характеристики, като област на слабо ехо (WER), добре образувана ниша (BWER), ехо с формата на кука и TBSS. В 16:07 LT започва формирането на два възходящи потока (фиг. 1) и последващото разделяне на две отделни клетки. Динамичните ефекти насърчават разделянето на възходящия поток, което води до образуването на две отделни бури с циклонална (на десния фланг – дясно движеща се, RM) и антициклонална ротация (на левия фланг – ляво движеща се, LM).



Фигура 1. Стадий на разцепване

Преминавайки над Стара планина, двете клетки поддържат високи радарни характеристики. LM е със значително по-дълъг живот и по-голям интензитет в сравнение с RM. И при двете клетки се регистрира висока максимална радарна отражаемост – 65 dBZ, стойностите на VIL на LM и RM са съответно 77 и 61 kg/m^2, което е в съответствие със силата на бурята и наличието на големи градови зърна.

По време на съществуването на LM са регистрирани градушка с размери над 2 cm в диаметър, интензивен дъжд и силни пориви на вятъра.

Литература

Dimitrova, Ts., Kadiyska, N., Georgiev, S. (2017). *European Hail Workshop, University of Bern, Switzerland.*

Klemp, J. B. (1987). *Annual Review of Fluid Mechanics, 19, 369–402. doi:10.1146/annurev.fl.19.010187.002101*

Система за прогноза на мъгла със стохастични модели

Н. Нейков[1]*, А. Стойчева[1], И. Господинов[1], Н. Нейкова[1], О. Георгиев[1] и К. Славов[1]

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *метеорологични данни, логистична регресия, мъгла, прогноза, стохастични модели*

*email: neyko.neykov@meteo.bg

Въведение

Прогнозирането на мъглата като атмосферно явление в приземния слой е актуална задача със значим социален и икономически характер. Издаването на точни прогнози за появата и продължителността на мъглата е от изключително значение за безопасността на въздушния и наземния транспорт. Създадена е система за прогнозиране на поява на мъгла (видимост до 1 km) в Централната метеорологична станция (ЦМС) на НИМХ – София, със стохастични модели. Използвани са данни за периода от 01.01.2007 до 31.08.2023 г. на метеорологичните предиктори: мъгла, температура, точка на оросяване, скорост на вятъра, налягане, измерени в основните синоптични срокове в ЦМС на НИМХ и във високопланинската метеорологична станция на Черни връх, техни лагове за последните 6 синоптични срока, както и данни от метеорологичния сондаж, провеждан в 12:00 GMT в ЦМС – София, като температура, относителна влажност, скорост и посока на вятъра на стандартните нива 925, 850 и 700 hPa. Стохастичните модели са базирани на бинарната динамична логистична регресия за моделиране на вероятността за поява на мъгла по описаните предиктори и данни. Техниката на обобщено крос-валидиране е използвана за оценка на ефективността на моделите. Прогнозираните стойности на моделните вероятности се трансформират в бинарна прогноза на събитието поява на мъгла във всеки срок чрез оптимална прагова стойност, определена със стандартния ROC анализ.

Методология

За модел на вероятността $p(x_t, \beta) = \mathrm{Prob}(j_t = 1|x_t)$ за поява на мъгла в момента t при стойности на предикторите $x_t^T = (x_{t1}, x_{t2}, \dots, x_{tp})$ се използва логистичното разпределение $p(x_t, \beta) = \left(1 + \exp(\beta_0 + f_1(x_{t1}) + \cdots + f_p(x_{tp})\right)^{-1}$, където β_0 и $f_1, \dots f_p$ са неизвестни коефициент и функции от предикторите в модела. Компоненти на модела се оценяват по данните, като се максимизира функцията на правдоподобие $\prod_{t=l}^{L}\left(1 - p(x_t, \beta)\right)^{1-j_t}\left(p(x_t, \beta)\right)^{j_t}$, където L е броят на синоптичните срокове, l е лаг от 1 до 6 на предикторите в модела, $j_t = 1$ и $j_t = 0$ означават синоптичен срок t със и без мъгла.

Резултати и изводи

Резултатите, представени в таблица 1, показват, че вероятностните прогнози за поява на мъгла с хоризонт от 3 и 6 часа от съответните стохастични модели се характеризират със сравнително ниски проценти на фалшиво положителни и фалшиво отрицателни прогнози, докато тези грешки нарастват при прогнози с хоризонт от 9 и 12 часа.

Таблица 1. Усреднена класификационна таблица на прогнозите за поява на мъгла на 3, 6, 9, 12-часови модели за периода 2007–2023 г. по метод на крос-валидирането с праг 0.65

		мъгла				мъгла	
3-часова прогноза		0	1	6-часова прогноза		0	1
	0	0.985	0.014		0	0.978	0.022
	1	0.135	0.865		1	0.194	0.806
9-часова прогноза		0	1	12-часова прогноза		0	1
	0	0.961	0.039		0	0.955	0.045
	1	0.298	0.702		1	0.309	0.691

Система за прогноза на мъгла

В департамент ПИО на всеки три часа постъпват синоптичните телеграми, а веднъж в денонощието – данните от аеросондажите, от които се извличат необходимите стойности на предикторите за моделите. Формират се вектори от стойности на предикторите и техните лагове, необходими за четирите модела, извършващи изчисленията за прогноза на съответните вероятности за поява на мъгла. Моделите се изпълняват автоматично на всеки три часа и прогнозните стойности с времеви хоризонти, съответни на моделните вероятности, се предоставят на дежурните синоптици. Прогнозите и съответните им синоптични и аеросондажни стойности се архивират.

Литература

Neykov, N., Stoycheva, A., Gospodinov, I., Gueorguiev, O., Neychev, P., Slavov, K. (2022). Fog and horizontal visibility forecasting with stochastic models. *Bul. J. Meteo & Hydro*, 26/1, pp. 1-23.

Морско метеорологично обслужване в България – необходимост и особености

В. Иванова[1*], В. Рафайлова[1]

[1]Сектор „Прогнози“, Национален институт по метеорология и хидрология – филиал Варна

Ключови думи: *морски прогнози, морски числени модели, НИМХ – филиал Варна, SOLAS, GMDSS, NAVTEX*

*email: veneta.ivanova@meteo.bg

Въведение

След потъването на „Титаник“ в Северния Атлантик през 1912 г. повикването при бедствие на море започва да заема изключително важна роля. През 1958 г. към ООН официално се създава агенция, която от 1982 г. до днес е известна с името „Международна морска организация“ (IMO). Нейна основна цел е създаване на стандарти, свързани с безопасност и сигурност на гражданското корабоплаване и предотвратяване на замърсяването на морето от кораби, и контролиране на тяхното спазване. Световният океан е разделен на 21 географски области (т.нар. METAREAs), а всяка от тях – на подрайони (т.нар. NAVAREAs, NAVigational AREAs), идентифицирани с римска буква от A до Z.

Морско метеорологично обслужване (ММО) в България

България, като държава с излаз на море, става пълноправен член на IMO през 1960 г. През 1973 г. се подписва т.нар. „Положение на хидрометеорологичното обслужване на гражданското корабоплаване“ и с него се полагат основите на организираното хидрометеорологично обслужване в западната акватория на Черно море на изток до 32° и.д., като задачата е възложена на тогавашната Окръжна хидрометеорологична служба – Варна. Съгласно международната програма GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System), чиято главна цел е осигуряване на непрекъснато 24-часово наблюдение на международните канали и честоти за бедствие, разпространяване на морска информация за безопасност и др., районът на Черно море попада в областта METAREA III, а подрайонът, който от 1986 г. се обслужва от страна на България, NAVAREA III, носи името район „JULIETTE“ (J). Системата, чрез която се разпространява морската информация, се нарича NAVTEX (NAVigational TEleX). Всички специализирани морски прогнози и предупреждения имат строго определен вид и съдържание, терминологията е специфична. Издават се съгласно изискванията на Световната метеорологична организация (WMO) (WMO-No.558), програмата GMDSS и Международната конвенция за търсене и спасяване на човешкия живот на море SOLAS (Safety of Life at Sea)(от 1979 г.).

Предупреждения за силен вятър или силен вятър и вълнение са обичайни.

Предупреждения за “Sea fog”, морска мъгла, се вдигат, когато явлението е прогнозирано за голяма част от районите на отговорност. Обикновено това са случаи на адвективна мъгла, която се образува при преместване на по-топъл и влажен въздух над относително по-студеното през ранната пролет море и се разпознава добре на определени RGB сателитните изображения. Този вид предупреждения се случват 1–2 пъти в годината.

Предупрежденията за обледяване са изключително редки. Обледяване на борда, в повечето случаи едностранно, е особено опасно, тъй като нарушава стабилността на кораба, забавя движението му, механично много трудно се премахва. Вдигат се при очакване на зимни бури, при които се съчетават следните условия: ниски или много бързо понижаващи се температури на въздуха, ниска температура на морската вода и силен вятър и значително вълнение.

Фигура 1. Граници на METAREA (ляво) и на Район JULIETTE (J) в системата NAVTEX (дясно)

Морските прогнози и предупреждения се базират на числени вълнови модели, общи физични съображения и познаване на особеностите на крайбрежието и шелфа. Разпространяват се в ефир чрез Бреговата радиостанция „Варна радио“ (LZW) на честоти 518 kHz и 3740 kHz.

Литература

Manual on marine meteorological services, Volume I – Global Aspects, Available online: https://etrp.wmo.int/pluginfile.php/20256/mod_resource/content/4/WMO-No.558-2012-2018_en.pdf

SOLAS Members, Available online: https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume 1355/v1355.pdf

Екстремната морска буря „Бетина“ в Черно море

М. Димитрова[1*], В. Гълъбов[1]

[1]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *вълнови модели, алтиметрия, скатерометри, ALADIN, циклон „Бетина“*

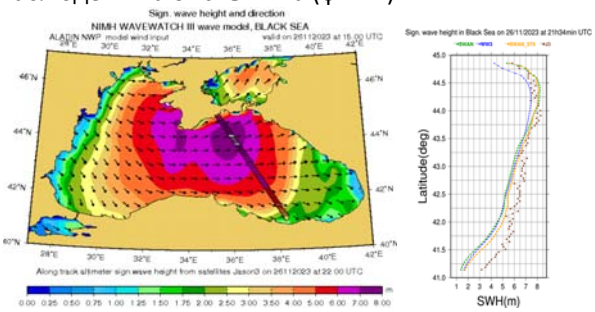
*email: marieta.dimitrova@meteo.bg

Въведение

Точното и навременно прогнозиране на екстремни морски метеорологични явления в Черно море е от решаващо значение за осигуряване на безопасността на корабоплаването, пристанищната инфраструктура, опазването на имуществото и живота на населението, както и за управлението на морските екосистеми. Издаването на морски метеорологични прогнози за Черно море от НИМХ се осъществява с помощта на адаптирани и усъвършенствани през годините вълнови модели. Числените спектрални вълнови модели SWAN и WAVEWATCH III (WW3), осигуряващи 72-часова прогноза на вълнението за акваторията на Черно море, са част от автоматизирана оперативна системата за ранно прогнозиране на морски метеорологични явления. Системата е комбинирана с допълнителен модул за валидиране на вятъра на 10 m над Черно море от атмосферния модел ALADIN-BG и значима височина на вълните от вълновите модели с използване на спътникова информация. В настоящата работа се представя анализ и оценка на моделите за екстремната буря от 25–26 ноември 2023 г. чрез използване на спътникови данни. Циклонът „Бетина“ (Storm Bettina) със своите бурни и ураганни ветрове предизвиква усилване на вълнението на морето до екстремни стойности, достигащи 7 бала по скалата на Бофорт или значима височина на вълната над 8 m по спътникова информация. Бурята се класифицира като ураган от втора и трета степен и нанася значителни щети по крайбрежието на Украйна и Русия.

Методология

Алтиметричните данни за вятъра и значима височина на вълните (SWH) от спътниците Jason-3, AltiKa, Sentinel-3A, Sentinel-6, получени в НИМХ чрез Глобалната телекомуникационна система (GTS) на Световната метеорологична организация (WMO), както и данните за скорост и посока на вятъра от скатерометрите на спътници MetOP B и MetOP C, разпространявани от Службата за наблюдение на морската среда (CMEMS), част от услугата Морски мониторинг по програма „Коперник“, се използват за оценка на точността на моделите от оперативната система (Dimitrova, 2020). Създаден е алгоритъм за обработка, качествен контрол и визуализация на спътниковите данни в почти реално време. Установен е критерий, на базата на който се извършва филтриране на достоверните данни (Dimitrova et al., 2013). Приложен е подход на колокация на данните, т.е. координатно и времево съвместяване на точките с моделните резултати и наблюденията от спътника (фиг. 1).



Фигура 1. Полето на SWH от модел за морско вълнение с регистрирани стойности по следата – проекция на орбитата на спътник Jason-3 (ляво); сравнение на SWH от различни модели със спътникови данни за 26.11.2023 г., 21:45 UTC (дясно)

Резултати и изводи

Статистическите резултати (табл. 1) показват, че моделът SWAN с параметризация ST6 дава по-добри резултати, отколкото при използване на параметризация по Вестусен, Комен и Янсен. От статистическата оценка на скоростта на вятъра се забелязва, че моделът ALADIN-BG занижава по-малко от модела HRES на ECMWF при стойности на скоростта на вятъра над 17 m/s.

Таблица 1. Статистически резултати за оценка на ефективността на моделите

SWH WW3 and SWAN model versus JASON-3 for storm 25-26.11.2023

	SWH (m)	SWH JASON-3 (m)	Bias (m)	RMS error (m)	Correlation coefficient	Scatter index
WW3	5.51	6.49	-0.99	1.14	0.97	0.18
SWAN-oper (GEN3=WESTH)	5.70	6.49	-0.79	1.16	0.96	0.18
SWAN-ST6	5.94	6.49	-0.55	0.87	0.96	0.13

ALADIN wind speed versus JASON-3 for storm 25-26.11.2023

	Nb.	ALADIN wind (m/s)	JASON-3 wind (m/s)	Bias (m/s)	RMS error (m/s)	Correlation coefficient	Scatter index
<17m/s	44	12.79	13.76	-0.98	1.70	0.99	0.12
>17m/s	39	18.57	19.99	-1.42	1.64	0.87	0.08

HRES (ECMWF) wind speed versus JASON-3 for storm 25-26.11.2023

	Nb.	HRES wind (m/s)	JASON-3 wind (m/s)	Bias (m/s)	RMS error (m/s)	Correlation coefficient	Scatter index
<17m/s	44	13.14	13.76	-0.62	2.10	0.99	0.15
>17m/s	39	17.17	19.99	-2.82	2.95	0.88	0.15

Литература

Dimitrova, M., Kortcheva, A., Galabov, V. (2013). Validation of the operational wave model WAVEWATCH III against altimetry data from Jason-2 satellite. *Bul. J. of Meteo & Hydro*, 18/1–2: 4–17.

Dimitrova, M. (2020). Use of satellite data by the Copernicus program for assessment of modeled wind field from atmospheric weather prediction models for the Black Sea: https://zenodo.org/communities/cope4bg_2020/

Интензивни валежи и наводнения в Югоизточна България на 4 и 5 септември 2023 г.

С. Георгиева[1*], В. Георгиева[1], В. Иванова[1], В. Рафайлова[1]

[1]Сектор „Прогнози“, Национален институт по метеорология и хидрология – филиал Варна

Ключови думи: *конвекция, наводнения, Югоизточна България, Omega block, синоптичен анализ*

*email: simona.georgieva@meteo.bg

Въведение

Целта на настоящата работа е да се направи синоптичен анализ на процесите, довели до падането на валежи в количества, които надхвърлят в пъти месечните климатични норми. В резултат са причинени наводнения и свлачища в Югоизточна България на 4 и 5 септември 2023 г., има и човешки жертви.

Синоптична обстановка

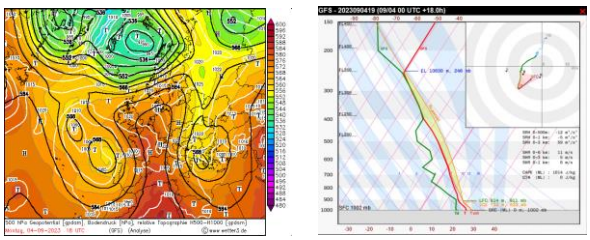
През периода 4–5 септември 2023 г. над Йонийско море се заражда средиземноморски циклон. Основен движещ механизъм, улесняващ циклогенеза, е конфигурацията между баричните полета във високата и средната тропосфера във формата на гръцката буква „омега“ (Ω) – фигура 1а.

От 4.IX 12:00 UTC до 5.IX 18:00 UTC Източна България попада в източната периферия на средиземноморски циклон, въздушният пренос в приземния слой е от североизток, а в слоевете до 300 hPa е налице силен срез на вятъра. Конвергенцията в ниските атмосферни слоеве се усилва, над сушата навлиза въздушна маса с висока абсолютна влажност и неустойчивост. Хоризонталните нееднородности (термични, орографски, бароклинни) стават допълнителен фактор за бъдещото развитие на синоптичните процеси.

Синоптичен анализ

На сателитното изображение Airmass RGB от север на югозапад към западната част на Балканския полуостров се наблюдава низходящо движение на сух стратосферен въздух. Откроява се и конвективна облачност, формираща се над югозападната част от Черно море, която постепенно се придвижва на запад, увеличавайки размерите си. Индикации за силни възходящи движения в конвективната облачност са ниската температура на горната ѝ граница и издигането на облачен връх на горната граница на облака (overshooting top). На радарни изображения се вижда многоклетъчен процес, продължаващ повече от 12 часа.

За разпознаване на мощна конвекция са от значение видът на аерологичните сондажи, индексите на неустойчивост и характеристиките на профила на вятъра (фиг. 1б). За формиране на бавноподвижна конвективна облачност с интензивни и значителни по количество валежи индикатор са: зоната на CAPE в Skew-T диаграмите е тънка и висока (skinny CAPE), нивото на кондензация е ниско и близко с нивото на свободна конвекция, наличие на влажен профил. Обърнатото „V“ при земната повърхност и срезът на вятъра в слоя 0–3 km са характерни за наличие на силен вятър. Наличие на CAPE между изотерми -20 ˚C и -10 ˚C е предпоставка за развитие на силна гръмотевична дейност.

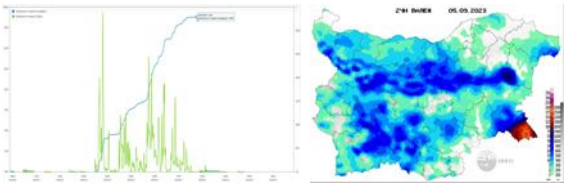


(а) (б)

Фигура 1. Прогностични карти на относителната топография ОТ 500–1000 (а) и Skew-T диаграма (б)

Фактически измервания

В района на североизточните склонове на Странджа (с. Кости) дъжд с количество няколко пъти месечната климатична норма се изваляваза по-малко от 20 часа, като максималният му интензитет достига 180 mm/h (фиг. 2а).



(а) (б)

Фигура 2. Количество валеж и интензитет в с. Кости (а) и сумарно количество валеж (б)

По данни от аерологичните сондажи от Истанбул индексите за развитие на конвективна облачност с гръмотевична дейност и валежи превишават пределните стойности за Източна България.

Изводи

Правилният и навременен анализ на синоптичната обстановка е от съществено значение при прогнозиране на екстремни явления и за ранно предупреждение.

Опасни метеорологични явления в България през 2023 година

Кр. Стоев[1*], Б. Маркова[1], М. Попова[1]

[1]Департамент „Прогнози и ИО“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *опасни метеорологични явления, meteoalarm*

*email: krasimir.stoev@meteo.bg

Въведение

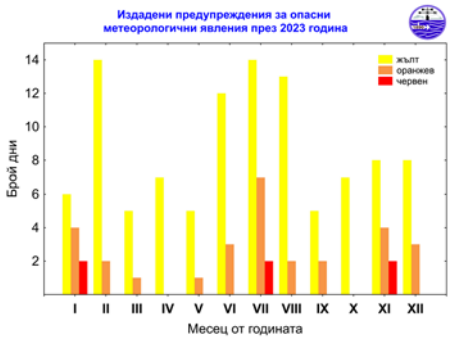
Опасните метеорологични явления (ОМЯ) са екстремна проява на времето и климата. Прогнозирането на ОМЯ е важна задача пред краткосрочната прогноза за времето. В България Националният институт по метеорология и хидрология (НИМХ) е единственото оторизирано звено, което изготвя и изпраща специализирани прогнози към организации и държавни служби, отговарящи за защитата на населението при настъпване на ОМЯ. От 2001 г. НИМХ издава прогнози за ОМЯ (Stoycheva et al., 2013), а от края на 2009 г. тази дейност е част от европейската система METEOALARM (Popova et al., 2013). Прогнозите за ОМЯ за следващите 48 часа в 28-те административни области, а от септември 2022 година и за 265-те общини в България се публикуват и обновяват непрекъснато на страницата на НИМХ (https://weather.bg/obshtini/). При издаването на предупреждения за ОМЯ оперативните специалисти в НИМХ разполагат с информация от числени модели за прогноза на времето (глобални и регионални), както и редица иновативни продукти, разработвани от Европейския център за средносрочни прогнози (ECMWF), като например, прогностичен индекс за екстремно време (Extreme Forecast Index, EFI). EFI обобщава информацията от ансамблови числени прогнози и дава индикация за райони с потенциално опасни явления. Едно-временното използване на EFI и на детер-министичните прогнози на регионалния числен модел ALADIN-BG позволява прецизиране и по-детайлно информиране за местоположението и интензивността на очакваните ОМЯ. Въпреки усъвършенстването на съвременните методи за прогноза на времето прогнозирането на ОМЯ остава предизвикателство при изготвяне на оперативната прогноза.

Методология

Използвани са данни от архива на НИМХ за издадени предупреждения за ОМЯ.

Резултати и изводи

През 2023 г. НИМХ е издал предупреждения за ОМЯ по европейската система METEOALARM в 139 дни от годината (фиг. 1), а през 2022 година са издадени предупреждения в 99 дни. В 104 дни през 2023 година са издадени предупреждения от първа степен (жълт код). В 29 дни предупрежденията са от втора степен (оранжев код), а в 6 дни от годината са издадени предупреждения от най-висока степен – червен код. Най-малко предупреждения са издадени през месеците март и май – в 6 дни, а най-много – през месец юли, 23 дни. Предупреждения от най-висока степен на опасност са издадени в 2 дни от януари (18 и 19.I) за силен и поривист южен вятър (фьон), в 2 дни от юли (25 и 26.VII) за високи температури, през втория ден и за гръмотевични бури, и в 2 дни от ноември (25 и 26.XI) за значителни валежи от дъжд, преминаващ в сняг, и силен вятър с образуване на преспи.



Фигура 1. Издадени предупреждения през 2023 г.

Литература

Popova, M., Stoycheva, A., Stoev, K., Hristov, H., Kirilova, A., Diakova, A. and Etropolska, I. (2013). METEOALARM – warning system for expected dangerous meteorological phenomena in Bulgaria, in Proceedings of the Second National Congress of Physical Sciences, Sofia. Section: Physics of the Earth, Atmosphere and Space, vol. ISBN 978-954-580-333-8, Heron Press Ltd.

Stoycheva, A., Popova, M., Kirilova, A., Stoev, K., Etropolska, I. and Georgiev, H. (2013). Forecast of dangerous meteorological phenomena in NIMH-BAS, in Proceedings of the Second National Congress of Physical Sciences, Sofia. Section: Physics of the Earth, Atmosphere and Space, vol. ISBN 978-954-580-333-8, Heron Press Ltd.

Представяне на „Професията на метеоролога и хидролога“

Б. Маркова[1*], А. Стойчева[1], К. Стоев[1], А. Кирилова[1], Е. Трайкова[1], Л. Йосифова[2]

[1]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

[2]Министерство на иновациите и растежа, София

Ключови думи: *метеорология, хидрология, климат, представяне*

*email: boryana.markova@meteo.bg

Въведение

Привличането на интереса на младите хора към професиите, свързани с точните науки, е важна задача на всяка дейност в съвременното ни общество. НИМХ като организация, нуждаеща се от кадри, способни да изследват и развиват постигнатото от науката по отношение на метеорологичните процеси и развитието на знанията за климатичната система Земя – Атмосфера – Океан, с подкрепата на МОН през периода 2019–2022 г. подготви и осъществи успешно практика по представяне на професията на метеоролозите и хидролозите пред ученици от различни възрасти. Екипът от НИМХ, участващ в осъществяването на програмата, проведе разнообразни по обхват и тип мероприятия, за да подпомогне съвременния обучителен процес. Интересът на учениците към точните науки и към научно ангажирана кариера преминава през регламентирани учебни занятия, но от особено важно значение е и организирането и провеждането на извънкласни форми, с които получените знания да се разширяват.

Метеорологията е наука, която позволява да се структурират и насочат интересите на подрастващите към околната среда, изследването и опазването ѝ в контекста на интереса на обществото към климата и неговите изменения. По-далечна цел на тази дейност е изграждането на мотивирано младо поколение, което да работи за развитието на метеорологията и на ангажиментите на метеорологичната служба към държавата и обществото. Извън проекта „Професия метеоролог и хидролог“, но с вече изградена добра практика, продължиха посещенията на ученици и студенти в НИМХ. Експерти и учени от НИМХ представят и популяризират дейностите на института и във форуми, организирани от университети, училища и други организации.

Методология

Посещенията на децата са съобразени с възрастта им. Всички, които посещават НИМХ, участват в реални аерологични и метеорологични измервания, запознават се с изготвянето на прогнозата за времето и хидрологичната прогноза. За най-малките и учениците до 5. клас се организират викторини. На учениците от 5. до 12. клас се представя научно-популярният филм „Пътят на прогнозата“.

Резултати и изводи

През периода на проекта 2019–2022 г. над 1000 ученици са посетили НИМХ, като част от времето за изпълнението му съвпадна с Ковид пандемията. Първите посетители бяха децата от 51 СУ „Елисавета Багряна“ – София, на 7 ноември 2019 г. (сн. 1а).

а) б)

Снимка 1. (а) Ученици от 51 СУ – София,
(б) Клуб „Млад метеоролог и хидролог“

Организираха се различни състезания и конкурси за рисунки. Победителите бяха наградени лично от заместник-министъра на образованието и науката.

В рамките на проекта се издаде книга „Професията на метеоролога и хидролога“. Разработен е научнопопулярен сайт: www.nimhi.bg, за деца, ученици и родители. Завършено е специално интерактивно пространство на територията на НИМХ – клуб „Млад метеоролог и хидролог“ (сн. 1б).

След приключването на проекта посещенията на учениците продължават със същия интерес. Създадена е и практика колеги да посещават на място училища и научнопопулярни форуми.

Представянето на професията на метеоролога и хидролога винаги се е радвало на голям интерес от страна на учители и ученици. По време на посещенията вниманието на децата е насочено към математиката и физиката. Работата с деца изисква специална подготовка и отнема човешки ресурс, но е инвестиция в бъдещето.

Благодарности: Тази дейност е осъществена в рамките на програмата „Образование с наука“, финансирана от Министерството на образованието и науката, проект „Професия метеоролог и хидролог“, № ПО-09-38/03.09.2019.

Уеб – най-бързият начин за достигане до потребителите

М. Стоянова[1]*, Ц. Младенова[1]*

[1]Департамент ИМИТ, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *уеб, информационни потоци*

*email: webadmin@meteo.bg

Въведение

Още в началото на настоящия век беше ясно – ако нямаш уебсайт, ти не съществуваш.

НИМХ има три главни уебсайта в трите домейна — meteo.bg, hydro.bg и weather.bg. Уебстраниците на НИМХ доставят на широката публика данни и прогнози за времето, предупреждения за опасни метеорологични явления, данни за състояние на реките, вълнение на морето в почти реално време. Едва ли един уебсайт има нужда да бъде разказван. Целта на този постер е да представи какво стои зад уебсайта и каква информация се предоставя.

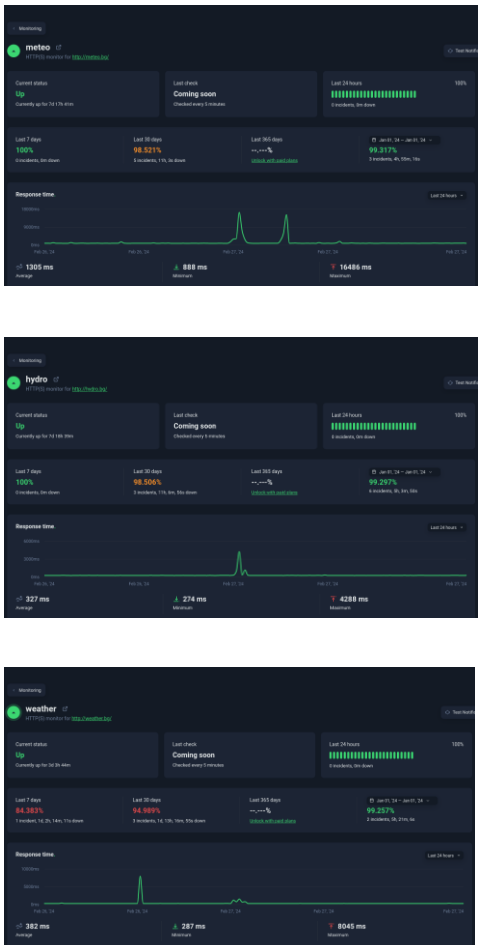
Информационна среда, в която работят и се развиват уебсайтовете на НИМХ

- Linux операционна система на сървърите – стабилна, без вируси, с много open-source софтуер с пълна документация в интернет.
- Базите данни и оперативните машини са скрити за външния свят, а публичните уебсървъри – отворени.
- Виртуализация на машините и следване на принципа една машина – един сървис.
- Всички сайтове работят и по криптиран протокол (https).
- За уебстраниците текстовете се теглят в реално време от базата данни „Работното място на синоптика“; картите се изработват на всеки половин час; картите за опасните метеорологични явления – на 15 минути.
- За визуализация на измерванията се използва оперативната база данни, която се пълни в реално време и е с ограничен контрол за грешки.
- Прогнозата, произведена от числените модели ALADIN-BG и AROME-BG, работещи на клъстера в НИМХ, се представя във вид на полета и метеограми.
- LAMP + Drupal CMS (Linux, Apache, MySQL, PHP + Система за управление на съдържанието Drupal).

Проблеми

При голямо търсене на уебсайтовете, например при предупреждение от най-висока степен – червен код, за опасни явления, сървърът се претоварва и отпада. Причина е липсата на инвестиции в техника, софтуер.

Въпреки това цялата система – входни данни, оперативни машини, уебсървър, работи устойчиво и в месеците, когато нямаме спиране на тока, обслужваме посетителите ни поне в 99,3–99,7% от времето.



Фигура 1. Наличност на уебсайтовете на НИМХ през февруари при двукратно спиране на тока, довело до изгарянето на една машина

Регионални климатични симулации в километров мащаб с RegCM4: оценка на валежите и бъдещи проекции

Р. Вълчева*

Департамент „Прогнози и информационна обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *моделиране, позволяващо конвекция, RegCM4.7.1, екстремни валежи, честота, интензивност, климатични проекции, километров мащаб*

*email: rilka.valcheva@meteo.bg

Въведение

Основната цел на изследването е да се оценят различни валежни индекси и техните бъдещи промени в километров мащаб за България. Проведени са числени симулации с нехидростатичния регионален модел RegCM4.7.1 (Coppola et al., 2021) за три 10-годишни периода с хоризонтална разделителна способност на мрежата от 15 и 3 километра на петаскейл суперкомпютъра HPC Discoverer (https://sofiatech.bg/petascale-supercomputer/) в София Тех Парк.

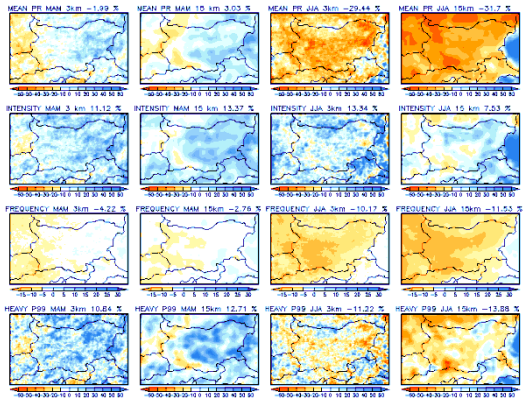
Методология

Използвани са данни от реанализи ERA-Interim като гранични условия за междинните симулации за периода 2000–2010 и данни от глобален климатичен модел HadGEM2-ES за периодите 1995–2005 и 2089–2099 съгласно сценария RCP8.5. Данните от модела са сравнени с данни от наблюдения с висока разделителна способност и с по-грубата резолюция от 15 км.

Резултати и изводи

Симулациите в километров мащаб (позволяващи конвекция) подобряват представянето на интензивността на часовите валежи (над 1 mm/h) през всички сезони, на честотата на часовите валежи през пролетта, есента и зимата и на екстремните валежи (p99.9) през зимата и есента (Valcheva et al., 2023). Очаква се положителна промяна при екстремните валежи (p99.9) през пролетта и зимата и при интензивността на часовите валежи през всички сезони до края на века (Valcheva et al., 2024).

Изследвани са следните валежни индекси с цел оценка на ефективността на симулациите в километров мащаб: средни дневни валежи, честота и интензивност на дните с валеж (>1 mm/d) и часове (>0.1 mm/h), екстремни дневни валежи (99-и процентил, p99), екстремни часови валежи (99.9-и процентил, p99.9), средно отклонение (bias), функция на вероятностна плътност (probability density function) на дневните и часовите валежи.



Фигура 1. Очаквани промени при дневните валежи, интензивността и честотата на мокрите дни (>1 mm/d) и екстремните валежи (p99), симулирани с двата модела, през пролетта и лятото (Valcheva et al., 2024); License CC BY 4.0; https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект „Оценка на нехидростатичния числен модел RegCM при симулиране на климатичните промени на екстремните метеорологични явления“, финансиран от ФНИ, № КП-06-М57/3, и благодарение на предоставените изчислителни ресурси на петаскейл HPC Discoverer.

Литература

Coppola, E., Stocchi, P., Pichelli, E., Alavez, J.A.T., Glazer, R., Giuliani, G., Di Sante, F., Nogherotto, R., Giorgi, F. (2021). Geosci. Model Dev., 14, 7705–7723.

Valcheva, R., Popov, I., Gerganov, N. (2023). Convection-Permitting. *Atmosphere,* 14, 1249: *https://doi.org/10.3390/atmos14081249*

Valcheva, R., Popov, I., Gerganov, N. (2024). *Atmosphere,* 15, 91: *https://doi.org/10.3390/atmos15010091*

Предупреждения за опасни метеорологични явления за София, май-септември 2010–2021 година

С. Цалова, К. Стоев, А. Стойчева, Г. Герова

РЕЗЮМЕ:

Прогнозирането и мониторингът на опасните метеорологични явления са от първостепенно значение за националните метеорологични служби. От 2009 г. Националният институт по метеорология и хидрология в България издава 48 часа напред предупреждения за опасни метеорологични явления като част от европейската система за предупреждения METEOALARM.

За периода май-септември 2010–2021 г. са издадени 543 предупреждения за горещини, гръмотевични бури и интензивни валежи. Месецът с най-много дни с предупреждения за високи температури е юли (52 дни), за гръмотевични бури – юни (31 дни), за интензивни валежи предупрежденията са най-много през месеците май и юни (всеки от тях с по 31 дни). Изготвена е обективна типизация на атмосферната циркулация, която показва, че основно предупрежденията за дни с горещини са при антициклонална циркулация и западен пренос. От предупрежденията за гръмотевични бури 40% са при циклонален тип, следван от циклонален тип с пренос от определена посока (28.6%). И при предупрежденията за интензивни валежи по-голямата част от дните са при циклонален тип циркулация (46.2%) и циклонален тип с пренос от определена посока (27.5%). Анализът на интегрирана водна пара (IWV) от Глобалната навигационна спътникова система (ГНСС) за България показва, че високи стойности са регистрирани в дните, в които има предупреждения за горещини, гръмотевични бури и интензивни валежи.

Агрометеорологични условия – предизвикателства за агротехнологиите

Характеристика на условията на стрес през вегетационния сезон при различни типове земеделски култури

В. Георгиева[1*], В. Казанджиев[1], М. Иванов[1]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *стрес, температурни суми, безвалежни периоди, основни земеделски култури, изменение на климата*

*email: Veska.Georgieva@meteo.bg

Въведение

Увеличението на температурите както през зимата, така и през вегетационния сезон, топлинните вълни през летните месеци, продължителните безвалежни периоди и суши поставят на изпитание земеделските производители в страната. Положителните отклонения на температурите на въздуха водят до увеличение на потенциалния вегетационен период и на сумите от активни и ефективни температури. Продължителните периоди със суша през вегетационния период, в комбинация с високите температури на въздуха, ограничават периодите с оптимални и близки до тях условия за нормален растеж и развитие на земеделските култури.

Във връзка с това си поставихме за цел да определим периодите с максимални температури на въздуха, по-високи от 28 °C, температурни суми без баластни температури, безвалежни периоди и комбинацията от стресови фактори с оглед на отглеждането на основни типове култури.

Методология

За оценка на условията на стрес са използвани данни от метеорологичната мрежа на НИМХ за температура на въздуха – средноденонощна, максимална и минимална, и валежи през периода 1991–2020 година.

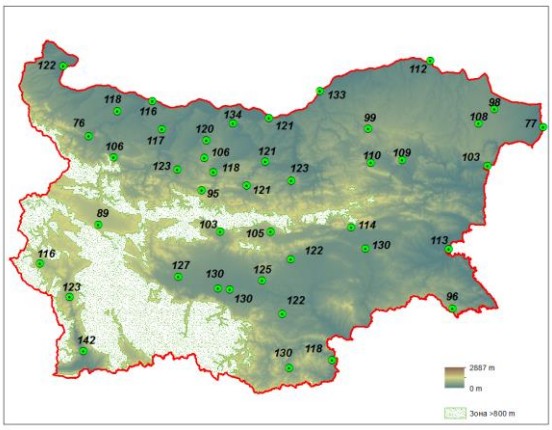
Определени са преходите през 5 °C и 10 °C, сумите от ефективни температури за периода с температури, по-високи от 10 °C, сумите от баластни температури (Aiken, 2005), както и безвалежните периоди.

Резултати и изводи

Тенденциите към увеличение на температурите на въздуха през последните трийсет години предизвикаха изменение на топлинните условия за развитието на земеделските култури. Увеличават се продължителността на потенциалния вегетационен сезон и натрупаните температурни суми, преходите през температурните прагове се изместват напред през пролетта и по-късно през есента. В същото време условията за култивиране на основните земеделски култури се влошават.

Горната граница на оптимума за протичане на фотосинтезата е 28 °C. Температури, по-високи от тази, поставят растенията в условия на температурен стрес.

Средният брой на дните с такива температури варира между 76 и 142 (фиг. 1.) Изследвана е статистическата значимост на редиците. Навсякъде се наблюдава увеличение на случаите. С най-високо ниво на значимост (0,999) се отличават станциите Враца, Ловеч, Севлиево, Разград, Добрич, Шабла, Казанлък и Ивайловград.



Фигура 1. Среден брой дни с температури, по-високи от 28 °C, през периода 1991–2020 г.

В 7 станции са пресметнати сумите от ефективни температури на въздуха със и без баластни температури и самите баластни температури. Установено е увеличение на сумите спрямо предходен период, както и средни суми на баластни температури за периода 1991–2020 г. Изследването на статистическата значимост на тренда на редиците от баластни температури показва, че той е положителен. С най-високо ниво на значимост (0,99) се отличава Карнобат, а в Г. Тошево, Сандански и Чирпан статистическата значимост е 0,95.

Друг стресов фактор за растенията е недостатъчното овлажнение. За оценка на тези условия са определени безвалежните периоди. В Северна България средният брой дни без валеж през пролетта е 22, а в Южна – 25 дни. Средната максимална продължителност на тези периоди в Северна България е 60 дни през пролетта и 82 през лятото. В Южна България през пролетта няма разлика, но през лятото средната продължителност е 27 дни, а максималната става 97 дни.

Литература

Aiken, R. M. (2005). Applying Thermal Time Scales to Sunflower Development. *Agron. J.*, 97: 746-754: https://doi.org/10.2134/agronj2004.0181

Агрометеорологичните изследвания (2010–2024) – възможности за устойчиво земеделие в условията на климатични промени

В. Казанджиев[1], В. Георгиева[1], В. Божанова[2], В. Попов[3], П. Малашева[1], Д. Атанасов[1]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
[2]Селскостопанска академия
[3]Аграрен университет – Пловдив

Ключови думи: *агроклиматични ресурси, суша, пшеница, добив*

*email: Valentin.Kazandjiev@meteo.bg

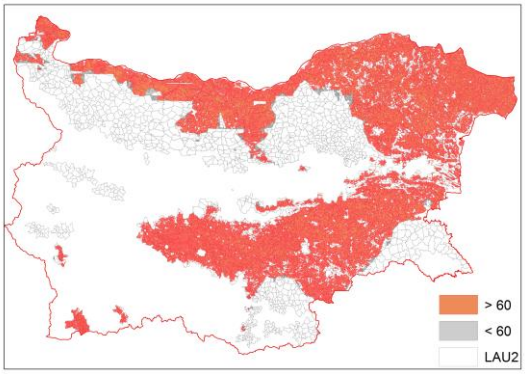
Въведение

Осъществяването на устойчиво земеделие в условията на климатични промени изисква изследване на агроклиматичните ресурси. В контекста на казаното СМО на една от своите конференции по агрометеорология, проведена в Южна Корея, декларира и все повече насърчава въвеждането на нови методи и технологии за изследване на агроклиматичните ресурси, прилагане на инструменти за прецизно земеделие, числено моделиране и разширяване на обхвата на сателитни изображения със спектрозонални изображения за прогнозиране на растежа на културите и производителността им, състоянието на водата в почвата, за предотвратяване и смекчаване на ефектите от свързани с времето суши и засушавания, слана и топлинни вълни, градушки и силни ветрове.

Къде сме ние? Как изглежда българската агро-метеорологична наука на фона на европейските и световните постижения?

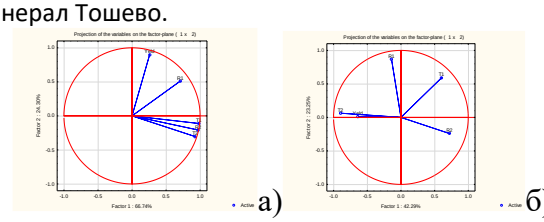
Резултати и изводи

През последните 50 години Секцията по агрометеорология на НИМХ работи много интензивно по адаптирането на световните постижения към условията на нашата страна. През разглеждания период в секцията са обучени и се обучават 4-ма докторанти, 1 професор и 1 доцент. Публикувани са над 50 оригинални научни статии и трудове, повече от половината от които на английски език, включително научни списания с импакт фактор. Работено е по 7 национални и международни проекти в областта на изследване на влиянието на промените на климата върху агроклиматичните ресурси. През 2010 г. в рамките на проект, финансиран от ФНИ, е актуализирано агро-климатичното райониране с цел смекчаване на последствията от промените на климата. По международен проект, финансиран от Белгийския фонд за научни изследвания (BELSPO), е изработена и публикувана методика за синхронни наземни и сателитни наблюдения и измервания за определяне на състоянието и продуктивността на селско-стопански култури. Методиката е публикувана на български и английски език. Тази методика е актуална и в момента и съдейки по цитиранията, се използва и от други автори. Проведени са поредица изследвания върху условията за възникване и продължителността на атмосферна и почвена суша. Получените резултати са публикувани и предоставени за ползване от потребителите чрез ФНИ, дирекция „Наука“ на МОН и МЗХ.



Фигура 1. Земеделски земи с ограничения по критерий „сухота“ по землища за 1981–2010 г.

През периода 2019–2024 г. в секцията се провеждат систематични изследвания в рамките на две национални научни програми – ННП „Храни“ и ННП „Интелигентно растениевъдство“. В рамките на тези проекти са симулирани условията на бъдещия климат 2021–2050 г. и са направени прогностични оценки на очакваните агро-метеорологични условия. Чрез метода на главните компоненти е установен начинът, по който те ще повлияят върху продуктивността на 69 съвременни български и чужди сортове пшеница в две локации – Садово и Генерал Тошево.



Фигура 2. Връзка добив – сума на активни температури – сума на валежи по етапи на развитие на зимната пшеница, чрез Principle Components Analysis (PCA) в Садово (а) и Генерал Тошево (б)

Благодарности: Това изследване се осъществява с подкрепата на Националната научна програма „Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот“ на МОН, одобрена с РМС № 577/17.08.2018 г.

Литература

Kazandjiev, V., Georgieva, V., Malasheva, P., Shopova, N., Atanasov, D. (2019). Contemporary Agrometeorological research: Oportunity for Modern Agriculture in Conditions of Climatic Anomalies and Changes. *Conference of the Balkan Physical Union:* https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5091271?class=pdf

Advancements in Platform AGROMETEO.MK: Integrating Technology for Sustainable Agriculture

Goran Basovski*
*email: baso24@yahoo.com

Hydrometeorological Service, Skopje, North Macedonia

ABSTRACT:

Introduction

Agriculture's vulnerability to climatic variations necessitates precise and timely weather information for optimal decision-making. AGROMETEO.MK, an agrometeorological platform managed by the Hydrometeorological Service of the Republic of North Macedonia (UHMR) has undergone significant improvements since May 2023.

These updates aim to provide an enhanced experience for farmers by expanding the network of meteorological stations, introducing new modules, and developing a mobile application. This paper delves into the recent developments, combining the initial features and the additional information provided.

Methodology

AGROMETEO.MK continues to be an important tool for sustainable agriculture, now with an extended network of 14 meteorological stations strategically positioned across various regions, providing valuable data to users. The platform incorporates user-friendly interfaces, community engagement features, and a commitment to data accuracy. Key Features of this platform are:

Weather Forecasts: Daily and seasonal weather forecasts empower farmers to plan their activities based on anticipated weather conditions.

Alarms: AGROMETEO.MK issues various alarms, including meteorological alarms, alerts for plant diseases, and agronomic alarms indicating favorable or unfavorable conditions for spraying and fieldwork.

Phenological Observations: The platform offers phenological observations, including specific growth stages for different crops in various regions.

Document Downloads: Users can access informative documents - weather forecasts and agro-forecasts in downloadable formats.

Conclusion:

AGROMETEO.MK understanding the agrometeorological needs, offers an array of services to empower farmers and stakeholders in the agriculture sector. The continuous evolution of AGROMETEO.MK exemplifies the power of technology in advancing agriculture. The platform's commitment to community engagement, user-friendly interfaces, and the integration of new features reflects its dedication to supporting sustainable and resilient agriculture practices. The combination of meteorological data, community collaboration, and innovative tools positions AGROMETEO.MK as a comprehensive solution for the agricultural community in our country.

Keywords: *AGROMETEO.MK, meteorological stations, modules, municipality-wide forecasts, phenological observations, mobile application, user engagement, sustainable agriculture*

Topic: Agrometeorological conditions – challenges for agrotechnologies

Новите геномни техники, климатичните изменения и продоволствената сигурност

Д. Димбарева[1], Е. Кузова[1], Цв. Георгиева[1*]

[1]Отдел „Приложна геномика и ГМО“, Национален център по обществено здраве и анализи

Ключови думи: *нови геномни техники, продоволствена сигурност, климатични изменения*

*email: tzv.georigeva@ncpha.government.bg

Въведение

Изменението на климата налага сериозна заплаха за селскостопанските системи, продоволствената сигурност и храненето на хората. Както в естествените екосистеми, така и в селскостопанските условия растенията и животните са поставени в нови условия (повишени температури, засолени почви), които се променят по-бързо в сравнение с адаптирането на организмите. С развитието на инструменти за генетично редактиране – новите геномни техники (НГТ), се дава възможност да се подобрят характеристиките и устойчивостта на селскостопанските култури и животни. Много от целевите фенотипове в продуктите на НГТ включват характеристики, които биха могли да бъдат полезни за адаптиране към изменението на климата.

Методология

Настоящото проучване представлява преглед на достъпната научна литература от 2018 г. насам.

Резултати и изводи

В този обзор са разгледани примери за възможни приложения на НГТ и изследователски инициативи, които са насочени към подобряване на селскостопанските култури и животни в отговор на изменението на климата, и се обсъждат техническите ограничения и възможности при тяхното използване. Докато само няколко приложения на НГТ са въведени в селскостопанското производство досега, многобройни други проучвания, които са в изследователска фаза, демонстрират потенциала за различни приложения за справяне с изменението на климата в близко бъдеще.

Фигура 1. Въздействие на климатичните изменения върху хранителната система (Karavolias et al., 2021)

Изменението на климата ще окаже негативно въздействие върху селското стопанство, производителността, добитъка и хранителните системи. Ще бъде засегнато и биоразнообразието. Ще се наложи повишаване на толерантността към абиотичен стрес. Примери за приложението на генното редактиране са посочени в следната таблица (по Karavolias et al., 2021).

Species	Trait category	Trait targeted	Gene(s) Edited*	Method	Year published	References
Banana	Abiotic stress	Semi-dwarfed	Ma04g15900 Ma06g27710 Ma08g32850 Ma11g10500 Ma11g17210	CRISPR/Cas9	2019	(Shao et al., 2020)
Maize	Abiotic stress	Drought tolerance	ARGOS8	CRISPR/Cas9	2016	(Shi et al., 2017)
Rice	Abiotic stress	Drought Tolerance	EPFL9	CRISPR/Cas9, CRISPR/Cpf1	2017	(Yin et al., 2017)
Rice	Abiotic stress	Early flowering	Hd2, Hd4, Hd5	CRISPR/Cas9	2017	(Li et al., 2017)
Rice	Abiotic stress	Salt tolerance	OsRR22	CRISPR/Cas9	2019	(Zhang A. et al., 2019)
Cattle	Abiotic stress	Thermotolerance	SLICK	CRISPR/Cas9	2018	(Bellini, 2018)

На пазара в световен мащаб са няколко продукта (три култури, една риба, един микроорганизъм за контролирано освобождаване). Растенията имат най-голям дял – променен състав и устойчивост на вредители и болести. CRISPR/Cas се превръщат в стандартни инструменти, като в някои случаи НГТ се използват главно за унищожаване на неблагоприятни гени (напр. токсини, антибиотична резистентност или странични продукти) (Parisi et al., 2021).

Въпреки успеха си в изследователски контекст редактирането на гени за изменението на климата до голяма степен все още не е преминало към реално приложение. Прилагането на тези иновационни технологии е стопирано от регулаторни и социални бариери. По-голямата част от напредъка в приложенията за редактиране на гени в селското стопанство са настъпили наскоро и не може да се оцени ефектът.

Въпреки че генното редактиране не е единственият обещаващ механизъм за подобряване на земеделието, силата на тази технология при предоставянето на решения за климатичните промени в селското стопанство не може да бъде пренебрегната.

Литература

Guertler, P., Pallarz, S., Belter, A., Eckermann, K. N., Grohmann, L. (2023). Detection of commercialized plant products derived from new genomic techniques (NGT): Practical examples and current perspectives. *Food Control 2023, 152, 109869.*

Karavolias, N. G., Horner, W., Abugu, M. N., Evanega, S. N. (2021). doi: 10.3389/fsufs.2021.685801

Parisi, C. and Rodriguez Cerezo, E. (2021). Current and future market applications of new genomic techniques. doi:10.2760/02472

Приложения на информацията от наблюдателната мрежа на НИМХ при дигитализация на земеделието

С. Радева[1*], И. Господинов[1], Б. Ценова[1], В. Георгиева[1], В. Казанджиев[1]

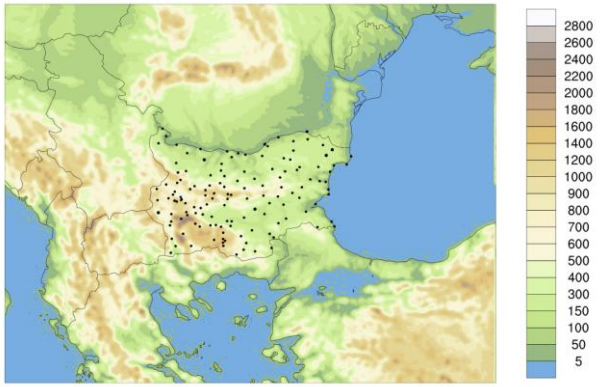
[1]Национален институт по метеорология и хидрология
*email: Stanislava.radeva@meteo.bg

Въведение

Интелигентното земеделие е иновативен подход, който дава възможност на селскостопанския сектор да стане по-продуктивен и устойчив, като допринася и за адаптирането и смекчаването на ефектите от изменението на климата. Включването на съвременни технологични решения – GPS проследяване, дистанционно наблюдение, изкуствен интелект (AI), роботи и интернет на нещата (IoT), ускорява процеса на вземане на оперативни решения и подобрява производителността на земеделието. Прецизните системи за управление на селското стопанство позволяват на производителите да се възползват от всички данни, които могат да съберат. Тези системи събират, класифицират и анализират огромни количества данни за откриване на модели и решения.

Методология

НИМХ в качеството си на националната ходрометеорологична служба на България поддържа метеорологична и базова агро-метеорологична мрежа, разположени в земеделската зона на страната. Създадена е система за анализ на текущите метеорологични условия, адаптирана към изчислителна мрежа с резолюция 1 km чрез реанализ на резултатите от числен модел ALADIN и базирана на измерванията в метеорологичната мрежа. За прогнозиране на условията за растеж и развитие на основни земеделски култури се използват данни и от постпроцесинг на числения модел ALADIN.



Фигура 1. Районът на интегриране и орография на ALADIN-BG

Агрометеорологичната мрежа предоставя информация за състоянието на културите и измерванията на почвената влажност. Получената диагностична и прогностична информация дава възможност да се акумулират данни за характеристика на агрометеорологичните условия с разделителна способност 1 km и предварителност 3 дни. За получаване на метеорологична информация за конкретна локация се използва системата за метеорологичен анализ на текущите метеорологични условия. Стойностите на метеорологичните елементи се определят в изчислителна мрежа с разделителна способност около 1 km (0.5 географска минута). В същата изчислителна мрежа се адаптират и прогнози от числен модел за прогноза на времето на НИМХ.

Резултати и изводи

За прогнозиране на агрометеорологичните условия се използват данни от числения модел ALADIN. Той се основава на съвместния код на двата глобални модела IFS (ECMWF) и ARPEGE (Météo-France). От декември 2017 г. две конфигурации на модела (основаващи се на Cy41t1), работещи в оперативен режим четири пъти в денонощието, се поддържат от секция „Числено моделиране“: ALADIN-BG (с хоризонтална стъпка от 5 km, 105 вертикални нива (32 под 3 km), стъпка по времето от 300 s и използващ начални и гранични условия от ARPEGE) и AROME-BG (с хоризонтална стъпка от 2.5 km, 60 вертикални нива (27 под 3 km), стъпка по времето от 60 s, с дължина на прогнозата от 36 h напред и използващ начални и гранични условия от ALADIN-BG).

Фигура 2. Система за диагностична и прогностична информация

Благодарности: Тази работа се подкрепя от Националната научна програма „Интелигентно растениевъдство“ на МОН, одобрена с Решение на МС № 866/26.11.2020 г.

Прогнозиране на вероятността за формиране на условия за възникване на пролетна слана

М. Динев[1*], Б. Ценова[1], В. Георгиева[2]

[1]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

[2]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *слана, прогноза, Random Forest*

*email: metodi.dinev@meteo.bg

Въведение

Сланите са опасно явление с метеорологичен произход, което ограничава потенциалния вегетационен период при полските, зеленчуковите и овощните култури. Пролетните мразове често нанасят щети в различна степен, като през някои години реколтата на места е напълно компрометирана. Сланата е локално явление, което зависи от много фактори, и точното ѝ по място и по време прогнозиране е предизвикателство за числената прогноза на времето. В настоящата работа е представена разработената схема за прогнозиране на вероятност за възникване на слана въз основа на статистически (основаващ се на машинно обучение, в случая Random Forest) и числен модел за прогноза на времето (в случая ALADIN-BG).

Методология

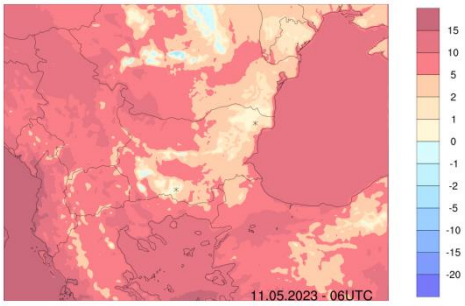
За обучението и тестването на статистическия модел са използвани измерените 3-часови стойности на метеорологични елементи, както и часът на измерването им от 5 представителни за неблагоприятно въздействие на слана върху овощните градини метеорологични станции на НИМХ през месеците април и май за периода 1991–2020 г. За прогнозирането за вероятността от настъпване на слана до 3 дни напред се използва създаденият чрез метода Random Forest статистически модел, използващ като предиктори изходните данни от сутрешния рън на ALADIN-BG. Схемата прогнозира вероятността (в проценти) за настъпване на слана през дадена нощ въз основа на почасовите прогнози на статистическия модел от 09 UTC на предишния ден до 06 UTC на настоящия ден, както е показано на таблица 1.

Таблица 1. Вероятност за слана (FP) в зависимост от наличие (+) или липса (-) на прогнозираното събитие в съответния час от денонощието

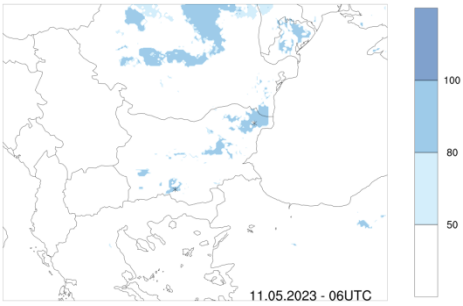
FP [%]	09 ÷ 18 UTC	21 ÷ 06 UTC
100	+	+
80	-	+
50	+	-
0	-	-

Резултати и изводи

Изследвана е успеваемостта на предложената схема през последните 3 години. За целта са използвани прогнозните данни за април за периода 2021–2023 г., които са верифицирани с помощта на данните за регистрирани слани в 27 метеорологични станции. За изследвания период в станциите са регистрирани 133 случая на слани, което е около 10 пъти по-малко от случаите без слани (1296). Резултатите показаха добра успеваемост на схемата за прогноза за вероятност от настъпване на слана (POD>0.85 и FAR<0.1) независимо от отдалечеността на числената прогноза на времето. От всички 133 случая на слана 101 са правилно прогнозирани от всички 3 предшестващи събитието прогнози, докато само 4 не са предвидени от нито една от прогнозите. Също така за 100 от изследваните случаи прогнозираната минимална температура е положителна, като случаите, показани на фигури 1 и 2, което показва ползата от използването на предложената схема за прогноза на слана.



Фигура 1. 11/05/2023: Прогнозирана минимална температура от ALADIN-BG



Фигура 2. 11/05/2023: Прогноза за вероятност от възникване на слана според предложената схема

Агроклиматични условия за отглеждане на зърнено-житни култури в района на Пловдив

С. Ботянски[1*], В. Георгиева[2], В. Казанджиев[2]

[1]Сектор „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология, филиал Пловдив
[2]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *зърнено-житни, агроклиматични условия, месечни температури, суми на валежите.*
*email: sbotiansky@meteo.bg

Въведение

Зърнено-житните култури заемат до 50% от обработваемите площи в област Пловдив. Измененията на климата са предпоставка за изменение на агроклиматичните условия. Те са и предизвикателство пред агротехнологиите при отглеждането на съвременните видове и сортове зърнено-житни култури. Характеризирането на агроклиматичните ресурси на района за отглеждането им е от съществено значение при избора на подходящ вид и сорт, както и за прилагането на оптимална технология на отглеждане. Дигитализацията на земеделието през последните години увеличава възможностите за набиране на информация за състоянието на растенията и условията, при които се развиват и формират добивите си. Бъдещото оптимизиране в тази посока ще е водещо за постигане на по-високо качество на продукцията, както и по-високи добиви.

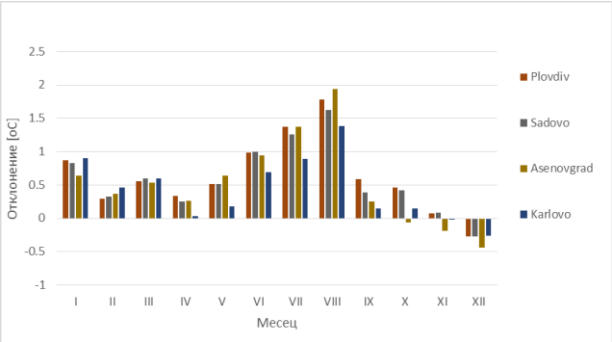
Целта на проведеното изследване е да се оценят агроклиматичните условия през последните 30 години (1991–2020 г.) с оглед на отглеждането на основни зърнено-житни култури в района на област Пловдив.

Методология

Характеризирани са агроклиматичните ресурси за Пловдив, Садово, Карлово, Асеновград, Хисар през периода 1991–2020 г. За целта са използвани данни за основните метеорологични елементи на околната среда – температура, валеж, относителна влажност на въздуха, скорост на вятъра и продължителност на слънчевото греене, както и от наблюдения върху състоянието на растенията и измерванията на почвената влажност. Използвани са основни агроклиматични индекси за оценка на температурните и влажностните условия, а също и комплексни индекси, отразяващи хидротермичните условия в изследваните райони.

Резултати и изводи

Извършен е статистически анализ на редиците от метеорологични и агрометеорологични елементи. Получени са минималната, максималната и средната стойност на всяка от тях. Изследвани са средноквадратичното отклонение, дисперсията, грешката и видът на разпределението на всеки от тези редове. Чрез полиномиална интерполация са получени стойностите на датите на преход на средните денонощни температури през 5 и 10 °C. Пресметната е продължителността на вегетационния период за петте климатични станции. Получени са стойностите на отклоненията спрямо референтния (1961–1990) период и са представени в графичен вид (фиг. 1).



Фигура 1. Отклонения на средните месечни температури спрямо референтния период

Пресметнати са стойностите на активните и ефективни температури и е направена оценка на техните стойности спрямо изискванията на зърнено-житните култури. Получени са стойностите на отклоненията на сумите на валежите по периоди X–III, IV–VI и VI–VIII (табл. 1).

Таблица 1. Отклонения на сумите на валежите по периоди от развитието на зърнено-житните култури

Станция / Периоди	Отклонение на валежите по периоди (%)		
	X–XII	IV–VI	VI–VIII
Пловдив	6.8	-9.8	-4.5
Садово	12.5	-8.8	11.7
Карлово	6.6	-4.3	14.9
Асеновград	-0.3	-1.4	-21.4
Хисар	-8.9	-12.0	-32.4

Изводът е, че средните месечни температури в изследваните райони през последните 30 години от януари до октомври са се повишили с 0.5–2.0 °C спрямо периода 1961–1990 г. и само през ноември и декември техните стойности са с 0.2–0.4 °C по-ниски. Относно сумата на валежите по периоди е констатирано повишение с 14% през летните месеци в Карлово и намаление в Асеновград и Хисар с 21–32%. Всички останали отклонения са от порядъка на грешката.

Литература

Georgieva, V., Kazandjiev, V., Bozhanova, V., Mihova, G., Ivanova, D., Todorovska, E., Uhr, Zl., Ilchovska, M., Sotirov, D., Malasheva, P. (2022). Climatic Changes – A Challenge for the Bulgarian Farmers. *Agriculture,* 12.12(2022): 2090.

Ход на цъфтежа при кайсиеви сортове, отглеждани в района на град Пловдив

М. Нешева*

Институт по овощарство – Пловдив, Селскостопанска академия

Ключови думи: *кайсия, климат, цъфтеж, фенология, костилкови плодове*

*email: marieta.nesheva@abv.bg

Въведение

Фенологичните изследвания при овощните видове започват с проследяване на хода на цъфтежа, който има голямо стопанско значение, пряко свързано с добива. Доказано е, че фенологичните фази се влияят от климатичните фактори, но се смята, че последователността им при отделните сортове е генетично заложена. Фенологичните наблюдения предоставят ценна информация за характеризиране на ефекта от измененията в условията на околната среда върху развитието на дърветата.

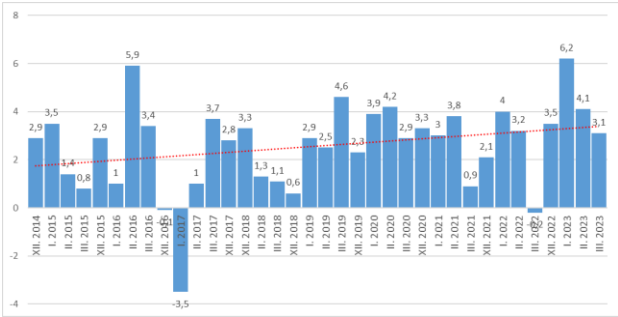
Кайсията е един от ранноцъфтящите овощни видове. Времето на цъфтеж е един от най-широко използваните индикатори за изменението на климата и настоящото изследване има за цел да оцени промяната във времето на цъфтеж при кайсиеви сортове (Prunus armeniaca L.), отглеждани в района на град Пловдив.

Методология

Изследването е проведено в колекционно насаждение от кайсии в Института по овощарство – Пловдив, през периода 2015–2023 г. Проследено е фенологичното развитие на десет кайсиеви сорта: Харкот (Harcot), Харлейн (Harlayne), Лито (Lito), Суиткот (Sweet Cot), Перлекот (Perle Cot), Флейвъркот (Flavor Cot), Томкот (Tom Cot), Дженикот (Jenny Cot), Лейдикот (Lady Cot) и Бержекот (Bergecot). Отчетена е датата на настъпване на фенологичните фази BBCH 55, BBCH 59 и BBCH 65. Датите са преобразувани в брой дни от 1 януари (JD) за допълнителен анализ.

Резултати и изводи

Зимният (дълбок) покой при овощните видове завършва, когато потребността от студ на дърветата е задоволена, а фенофаза „цъфтеж“ настъпва, когато са задоволени и топлинните им изисквания. Потребността от студ и изискванията към топлина варират при различните сортове. За района на Пловдив цъфтежът на кайсиевите сортове започва в края на март – началото на април (Bozhkova & Todorova, 2012). Под влиянието на климатичните фактори настъпването на тази фенофаза през две последователни години може да варира с над 20 дни. През последните години се наблюдава тенденция към затопляне (Казанджиев и Малашева, 2016) и високите (активни) температури през февруари карат дърветата да излязат рано от принудителния покой и плодните им пъпки набъбват. През периода 2015–2023 г. е наблюдавано отклонение от температурната норма за декември-март в посока на постепенно повишаване на температурите (фиг. 1).



Фигура 1. Отклонение на средните месечни температури през периода 2015–2023 г. спрямо температурната норма (1997–2007 г.)

Поради все по-често наблюдаваното повишаване на средните месечни температури през януари, февруари и март времето на цъфтеж постепенно се измества към по-ранни дати. От 2019 г. се наблюдава трайна тенденция за настъпване на фенологична фаза „червен бутон“ още в края на февруари – първите дни на март (табл. 1). Това е изключително неблагоприятно, тъй като увеличава рисковете от щети от повратни пролетни мразове.

Таблица 1. Дати на настъпване на фенофаза „червен бутон“ за периода 2015–2023 г.

BBCH 55								
сорт	2015	2016	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Харкот	23.мар	7.мар	15.мар	8.мар	2.мар	23.фев	4.мар	28.фев
Суиткот	22.мар	5.мар	13.мар	28.фев	25.фев	14.фев	21.фев	21.фев
Томкот	20.мар	5.мар	14.мар	28.фев	2.мар	28.фев	4.мар	28.фев
Дженикот	21.мар	5.мар	15.мар	28.фев	2.мар	15.фев	4.мар	28.фев
Лейдикот	23.мар	7.мар	18.мар	8.мар	2.мар	28.фев	21.фев	23.фев
Бержекот	23.мар	7.мар	18.мар	10.мар	4.мар	1.мар	4.мар	28.фев
Перлекот	20.мар	6.мар	17.мар	8.мар	2.мар	14.фев	21.фев	21.фев
Флейвъркот	23.мар	6.мар	15.мар	8.мар	2.мар	28.мар	21.фев	21.фев
Лито	22.мар	5.мар	13.мар	28.фев	2.фев	12.фев	21.фев	21.фев
Харлейн	23.мар	7.мар	14.мар	28.фев	4.фев	14.фев	21.фев	21.фев

Литература

Казанджиев, В., Малашева, П. (2016). Агрометеорологичните условия и създаването на устойчиво овощарство от костилкови видове в България. *3rd National Congress on Physical Sciences.*

Bozhkova, V., Todorova, L. (2012). Some results of apricot cultivars testing grown in the region of Plovdiv. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* vol. 15,1, 193-204.

Агрометеорологични условия през периода на зимен покой в районите на Пловдив и Кюстендил за отглеждане на череша (*Prunus avium* L) и кайсия (*Prunus Americana* L)

П. Малашева[1*], В. Георгиева[1], В. Казанджиев[1]

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *череша, кайсия, екопокой, нарастващи градусови часове (GDH*)

*email: Petia.Sredkova@meteo.bg

Въведение

Регистрираното увеличение на температурите на въздуха през зимните месеци – януари и февруари предизвиква по-ранно развитие на плодните пъпки на овощните видове и повишава риска от последващите повратни пролетни мразове.

През периода на зимен покой овощните видове изискват специфично за вида време с температури под биологичния минимум (chilling requirements, CR). Потребността от студ се изразява със сумата от часовете на зимните температури със стойност от 1 до 7 °C (Lang, 1987). Покоят започва от началото на микроспорогенезата и завършва с настъпването на цъфтежа. През този период овощните видове акумулират температури над биологичния минимум (growing degree hours) (Anderson et al., 1986).

Методология

Метеорологичните и фенологичните данни за това изследване са взети от агрометеорологичния архив на Националния институт по хидрология и метеорология (НИМХ), базата данни на НИМХ и базата данни ERA5-Land. Използвани са средни дневни и часови стойности на температурата за периода 1991–2020 г. За измерване и оценка на акумулираните (CR) при кайсия и череша е приложен Utah model, разработен от Ричардсън (Richardson et al., 1974). Методът се изразява в количествено акумулиране на единици (CU), даващи на всеки час стойност с различен температурен диапазон. Изискванията към топлина са изчислени като GDH, акумулирани от края на дълбокия покой до датата на цъфтеж, като се използва температура над 5 °C. (Anderson et al., 1986.)

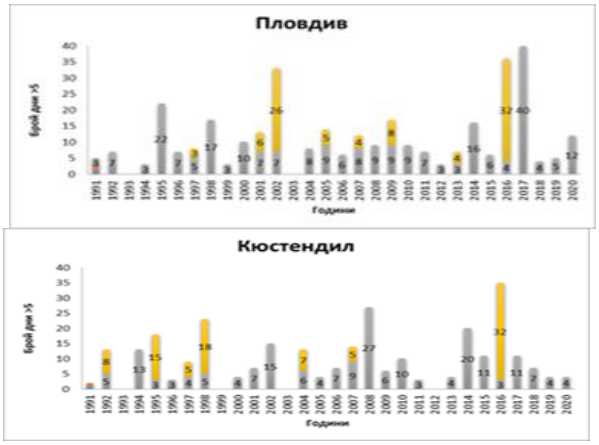
Резултати и изводи

За характеризиране на условията по време на принудителен покой и изискванията към топлина (HR) са изчислени като сума от нарастващи градусови часове над 5 °C (GDH), акумулирани от прекратяване на дълбокия покой до периода на масов цъфтеж при някои сортове череши и кайсии в районите на Пловдив и Кюстендил за периода 1995–2015 г. Стойностите им при череша и кайсия в GDH за Кюстендил и Пловдив са дадени в таблица 1.

Таблица 1. Средна дата на цъфтеж и сума на температурите над 5 °C от периода на принудителен покой до цъфтеж при кайсия и череша

Станция	Дата край на дълбок покой	Дата цъфтеж	GDH
Кюстендил – череша	24.01	13.04	644
Кюстендил – кайсия	24.01	6.04	494
Пловдив – череша	19.01	7.04	697
Пловдив – кайсия	19.01	27.03	540

Изследванията на агрометеорологичните условия по време на принудителен покой показват, че за района на Пловдив през 29 от 30 години настъпват затопляния. Те са между 2–3 периода, като най-продължителните са между 32 и 40 дни. За Кюстендил такива затопляния се наблюдават през 27 от 30 г. Най-продължителният период е 32 дни.



Фигура 1. Брой дни с температура над 5 °C през месец февруари за района на Пловдив

Опредена е нарастващата честота на средните месечни температури през януари и февруари Установено е, че колкото по-топли са януари и февруари, толкова по-висока е стойността на GDH. Наблюдава се по-ранно прекратяване на дълбокия покой и навлизане на овощните култури в принудителен покой.

Литература

Anderson, J., Richardson, A., & Seeley, A. (1986). Validation of chill unit and flower bud phenology models for sour cherry. *Acta Hort.* (184), 71-78.

Richardson, A., Seeley, S.D., & Walker, D.R. (1974). A model for estimating the completion of rest for “Redhaven” and “Elberta” peach trees. *HortScience*, (9), 3319-3332.

Калибриране на модела AquaCrop за определяне на продуктивността на зимна пшеница в района на София

Д. Атанасов[1*], В. Георгиева[1], В. Казанджиев[1]

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *зимна пшеница, AquaCrop, калибриране, добив*

*email: dragomir.atanasov@meteo.bg

Въведение

Развитието на числени модели през последните десетилетия създаде възможности за подобряване на нашето разбиране за поведението на културите, тяхната физиология и реакциите им към промените в околната среда. Те се явяват инструменти за оценка, прогнозиране и вземане на агротехнически решения. След анализ на предимствата и недостатъците на най-разпространените моделът AquaCrop, препоръчван за използване в райони с недостатъчна влажност, беше избран като подходящ за условията на България.

Калибрирането е важна част от процеса на моделиране и позволява получаването на числени резултати и тяхното надеждно използване в приложения. То включва: коригиране на параметрите с директно измерени стойности за намаляване на грешката между изхода на модела и измерените данни; статистически процедури за оптимизиране на масовия поток; „настройване“ на набор от параметри, които може да не са директно измерими, като се използва цялостната производителност на модела и разбиране на чувствителността на модела.

Целта на изследването е да бъдат калибрирани за условията на нашата страна и оптимизирани параметрите на модела AquaCrop за зимна пшеница, отглеждана при естествени условия на овлажнение.

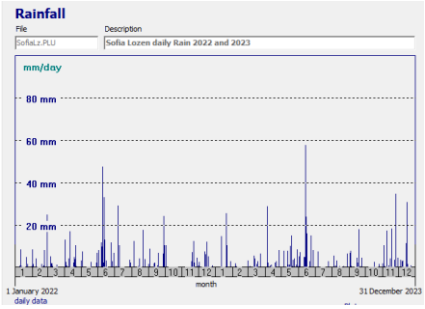
Методология

Представени са резултатите, получени от едногодишен експеримент – 2022/2023 стопанска година, проведен на опитното поле на Института по физиология на растенията и генетика при БАН. Посевът е от зимна пшеница сорт „Аурелио“ с дата на сеитба 18.11.2022 г. и дата на жътвата 27.07.2023 г. По време на експеримента са извършвани фенологични наблюдения и измервания на свежа и суха надземна биомаса, височина на стъблата, гъстота на посева, покритие на почвата от посева, площ на листната повърхност и размер на получения добив.

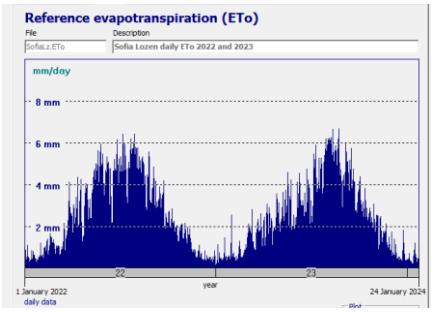
Резултати и изводи

В рамките на изследването е тествана способността на AquaCrop да симулира площно изменение на растителната покривка (CC), общо водно съдържание на почвата (TWC), биомаса (B) и добив на пшеница при условията на България.

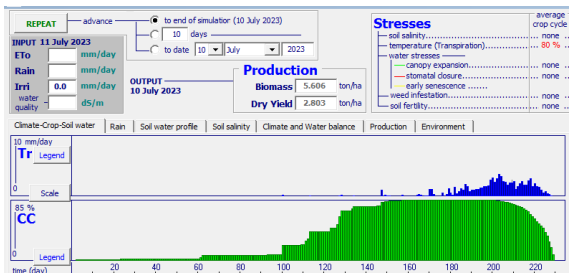
Моделът е захранен с метеорологични данни за температурите, валежите по месеци (фиг. 1) и е пресметната еталонната евапотранспирация по формулата на Penman-Monteith (фиг. 2).



Фигура 1. Ежедневни стойности на сумата на валежите по месеци за 2022 и 2023 г.



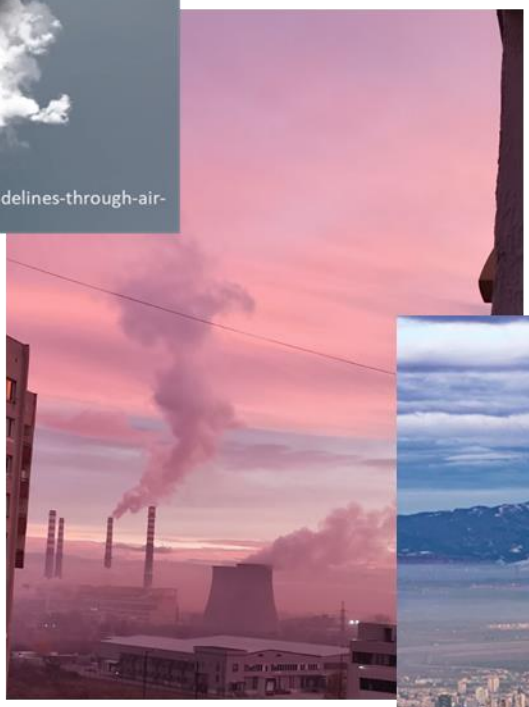
Фигура 2. Ежедневни стойности на еталонната евапотранспирация по месеци за 2022 и 2023 г.

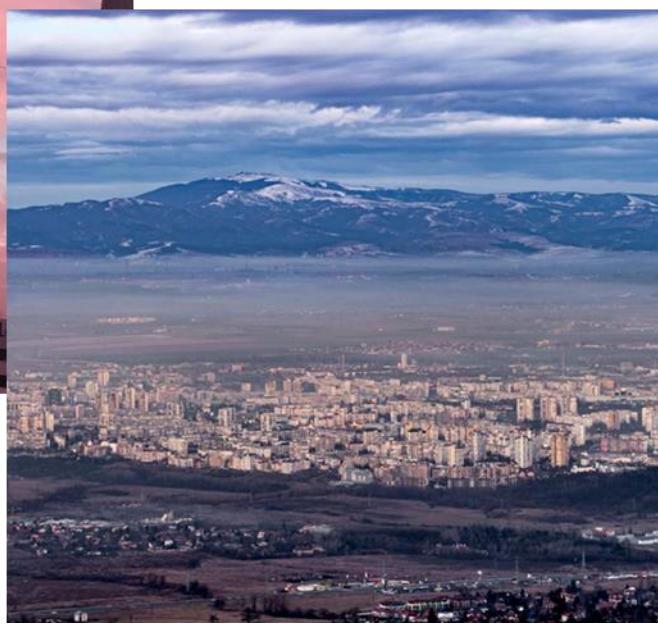


Фигура 3. Резултати от проведената симулация за периода на експеримента 2022/2023 г.

За симулациите са използвани данни и от десетдневните наблюдения по време на експеримента. Получените резултати показват известно несъответствие между измерените и изчислени стойности на коефициента на покритие на почвата и добива. Това ще бъде обект на по-нататъшна оптимизация на модела.

Замърсяване на атмосферата, екология и човешко здраве





Оперативна система за прогноза на замърсяването на въздуха

Д. Сираков[1,2], М. Проданова[1,2], Г. Гаджев[1*], И. Георгиева[1], В. Иванов[1], П. Мухтаров[1]

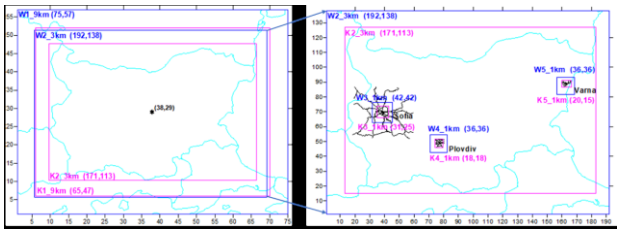
[1]Национален институт по геофизика, геодезия и география – Българска академия на науките
[2]Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *индекс за качеството на въздуха, замърсяване, система за прогноза, качество на въздуха, замърсители, доминантен замърсител*
*email: ggadjev@geophys.bas.bg

Въведение

Създадена е нова версия на системата за прогноза на химическото време, означена като KWFS (Kemical Weather Forecast System), за разлика от предишните версии, означавани като CWFS. Системата произвежда 72-часова прогноза за България и за районите на избрани три града – София, Пловдив и Варна. Разделителната способност за България 3 km, а за трите града – 1 km. Системата е построена с използване на по-съвременни версии на моделите CMAQ, WRF и MCIP. Прогнозират се полетата на концентрациите на пет ключови замърсителя – NO_2, SO_2, O_3, PM_{10} и $PM_{2.5}$. Допълнително се изчисляват и визуализират индекс за качеството на въздуха и универсален термичен индекс. Входна информация за WRF са GFS данните на американския център за прогноза. Изходът от WRF се подава на MCIP, който подготвя метеорологичния входен файл за CMAQ. Емисионният вход на CMAQ се подготвя от наша програма, захранвана с инвентаризацията на емисиите на TNO (за териториите извън България) и на MOCB (за България). Химичните гранични условия за най-външната област се приготвят въз основа на данните от финландския модел SILAM, част от ансамбъла на CAMS. Подготвен е и уебсайт KWFS, който представя обновяващите се всеки ден резултати от работата на системата.

Методология

Възможностите на WRF и CMAQ за работа с няколко вместени една в друга области с нарастваща разделителна способност (телескопизация или nesting) се използват за намаляване на пространствения мащаб и детайлизиране на прогнозите (фиг. 1) от района на Балканския полуостров (BP или K1) до България (BG или K2) и след това до 3 градски района – София (SF или K3), Пловдив (PL или K4) и Варна (VN или K5).



Фигура 1. Схема на петте области на KWFS (прозорците за модела WRF са в синьо, а тези на MCIP и CMAQ – в розово)

Разделителната способност на основната област BP е 9 km, достатъчно голяма, за да съответства на разделителната способност на GFS данните (~25 km). В нея е вложена BG (3 km), а в нея – трите последни области с 1 km разделителна способност. Използваният в системата метеорологичен модел WRF-ARW е конфигуриран с 27 σ-нива. В таблица 1 са описани използваните параметризационни схеми.

Таблица 1. Параметризация на физическите процеси

Физически процеси	**Пар. схеми**
Микрофизика	WSM6
Конвекция	Kain-Fritsch
Планетарен граничен слой	YSU
Дълговълнова радиация	RRTM
Късовълнова радиация	Dudhia
Модел на земната повърхност	NOAH LSM

Резултати

За по-добра публичност на резултатите от работата на системата е обновен уебсайтът, като той е максимално ориентиран към по-широката публика и е на български и английски език. На сайта може да се избира област, замърсител/индекс за произволен час или да се пусне анимация. Освен това за всеки замърсител/индекс е дадена и основна информация за неговите източници, метод на дефиниране, влияние върху човешкото здраве и за нормите съгласно българското законодателство. За всеки замърсител във всеки час се визуализират също така и неговите минимални, максимални и средни за областта стойности.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Националната научна програма „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01-27/06.02.2024).

Литература

Система за прогноза на замърсяването (KWFS), 2024: http://www.geophys.bas.bg/cw3/index.php

Изследвания на НИМХ по пренос на пустинен прах и влиянието му върху качеството на атмосферния въздух в страната

Е. Георгиева[1*], А. Стойчева[2], Х. Кирова[1], Р. Нейкова[1], Н. Нейкова[1], В. Клещанова[2], А. Кулишев[2]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
[2]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, НИМХ
Ключови думи: *пустинен прах, прогнози, модели, фини прахови частици*
*email: emilia.georgieva@meteo.bg

Въведение

Пустинният прах (ПП) оказва влияние на редица социално-икономически дейности (авиация, фотоволтаична енергия, селско стопанство), на качеството на атмосферния въздух (КАВ) и човешкото здраве. Накратко се представят разработени в НИМХ продукти през периода 2022–2024 г. за прогноза на преноса на ПП и за оценка на приноса му към концентрациите на фини прахови частици ($ФПЧ_{10}$).

Методология

Оперативни прогнози за пренос на ПП към страната се извършват в два режима: а) експертен анализ от дежурните синоптици на база информация от множество източници – за МОСВ; б) прогностични оперативни карти за КАВ (включително и ПП) над страната по резултати от модели на Услугата за мониторинг на атмосферата на програма „Коперник“ (CAMS) – за информираност на широк кръг потребители.

Приносът на ПП към концентрациите на $ФПЧ_{10}$, измерени в мрежата на ИАОС, се оценява по методиката, разработена в НИМХ за целите на ежегодните докладвания на ИАОС за КАВ в страната. Използват се резултати от ансамбловия модел на CAMS за КАВ в Европа и статистическа обработка на средноденонощни концентрации на $ФПЧ_{10}$, измерени във всяка станции от мрежата на ИАОС (https://eea.government.bg/bg/legislation/air).

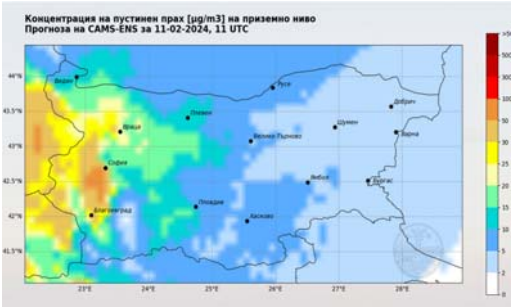
Резултати и изводи

НИМХ издава от 2022 г. ежедневни бюлетини към МОСВ за очакван пренос на пустинен прах над страната. Обобщение на тази оперативна дейност се публикува в месечните и годишните бюлетини на НИМХ (https://bulletins.cfd.meteo.bg). В годишните бюлетини се дава справка за дните с пренос на ПП общо за страната за всеки месец, в месечните се указват дните за четири района на страната (фиг. 1).

Карти, показващи прогнози за почасови и дневни концентрации за ключови замърсители ($ФПЧ_{10}$, $ФПЧ_{2.5}$, SO_2, O_3, NO_2) и ПП, се изработват на база моделни резултати от CAMS и са налични от 2023 г. на https://airquality.meteo.bg/ (фиг. 2).

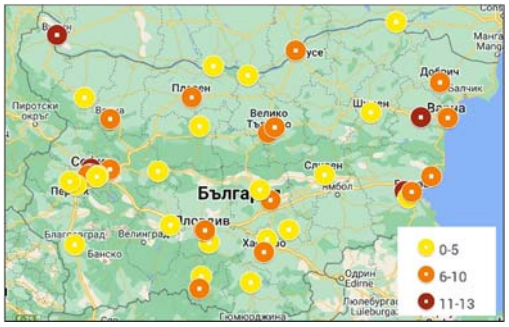
Прилагането на методиката за приноса на пустинен прах към превишенията на средноденонощните норми (СДН=50 μgm^{-3}) за $ФПЧ_{10}$ през 2022 г. показа, че около 23% от регистрираните превишения се дължат на пустинен прах.

Фигура 1. Брой дни с пренос на пустинен прах



Фигура 2.Пустинен прах (μgm^{-3}) – прогноза по данни на CAMS за 11.02.2024 11 UTC

Фигура 3 представя оценения брой превишения заради влияние на пустинен прах.



Фигура 3. Брой дни с $ФПЧ_{10}$ > 50 μgm^{-3} заради принос на пустинен прах, 2022 г.

Благодарности: Това изследване е осъществено частично в рамките на проекти, финансирани от ИАОС – МОСВ, № 4074/14.10.2021, и от ECMWF, CAMS-NCP (CAMS2_72BG).

Изследване на атмосферната радиоактивност в България през последните 60 години

Б. Велева[1*], Е. Христова[1], Ю. Паатеро[2]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология, България
[2]Финландски метеорологичен институт, Финландия

Ключови думи: *атмосфера, радиоактивност, техногенни радионуклиди*

*email: Blagorodka.Veleva@meteo.bg

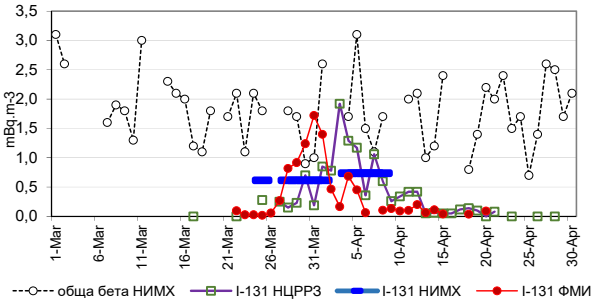
Въведение

Съществена характеристика на съвременната околна среда, включително атмосферата, е съдържанието на естествени и техногенни радионуклиди. Човешката дейност като опитите с ядрени оръжия и енергетиката, базирана на ядрения горивен цикъл, са основни източници за възможно постъпване на радиоактивни изотопи в околната среда. Различни технологии за добив на полезни изкопаеми, изгарянето на нефт и въглища също могат да са източници на замърсяване с естествени радионуклиди. Някои от естествените и техногенни радионуклиди могат и се използват като трасери за процесите в геосферата. Всичко това обяснява защо е започнало систематично изследване на радиоактивността на атмосферата. В България започва в рамките на Хидрометеорологичната служба (сега НИМХ) през 1959 г., а във Финландския метеорологичен институт – през 1960 г.

Глобалният фолаут от ядрените опити в атмосферата от техногенни радионуклиди се проследява с измерване 120 часа след пробовземането на аерозолни проби, т.нар. дългоживуща обща бета активност, тъй като голяма част от техногенните радионуклиди са бета лъчители. Използваните методи в двата института са подобни, с разлика в обема филтриран въздух, вида на филтрите, използваната радиометрична апаратура и честотата на пробовземане. В настоящата работа се обобщават и представят резултатите от тези дългогодишни изследвания, като се отличават периоди и епизоди с различни по пространство, време и мощност източници на радиоактивно замърсяване: (I) глобален фолаут; (II) авариите на АЕЦ „Чернобил“ и (III) АЕЦ „Фукушима“; (IV) регионално замърсяване с бета радионуклиди.

Резултати и изводи

Сравнително изследване на радиоактивното замърсяване на атмосферата в България и във Финландия в резултат на глобалния фолаут от ядрените опити в атмосферата е представено в (Paatero et al., 2006). Регистрирана е висока корелация между средномесечните концентрации и депозиции в двете страни. С няколко изключения, концентрациите в България са по-високи от тези във Финландия през периода 1960–1985 г. Замърсяването от аварията в Чернобил, силно нехомогенно, е регистрирано в края на април 1986 г. в Хелзинки, а след няколко дни – в България, с изразен нехомогенен характер (Veleva et al., 2011). В резултат на аварията на АЕЦ „Фукушима“ (Fukushima Dai-ichi NPP) в цялото Северно полукълбо са измерени трасерни количества от ^{131}I, ^{134}Cs и ^{137}Cs през март и април 2011 г. Стойностите в България и Финландия са подобни, близки до докладваните средни за Европа (фиг. 1), и не са радиологично значими. Няма съществена нехомогенност между депозицията в отделните региони в страната.



Фигура 1. Обща бета активност и концентрация на ^{131}I във филтри от София (НИМХ, НЦРРЗ) и ФМИ, 2011 г.

През последните години във въздуха в Европа са регистрирани замърсявания с отделни бета радионуклиди, като в началото на 2017 г. в Северна и Западна Европа е измерен ^{131}I в количества от няколко µBq.m^{-3}, през септември-октомври 2017 г. в много станции в Европа и Азия е измерен ^{106}Ru (~mBq.m^{-3}), който повишава и общата дългоживуща бета активност на пробите депозиция в няколко града в България. В международната мрежа от IMS станции на СТВТО (https://www.ctbto.org) често е измерван ^{133}Xe, по-рядко се докладват ^{131}I и ^{137}Cs в аерозолна форма.

Продължаване на изучаването на естествената и техногенна радиоактивност на атмосферата е ясна и необходима задача в реалността на съществуващите различни антропогенни източници и възможно въздействие на климатичните вариации и други фактори върху ядрени съоръжения. За да продължи тази дейност в НИМХ, са необходими спешни мерки за обновяване на наличната апаратура и технологии.

Литература

Paatero, J., Veleva, B., Hatakka, J., Mattsson, R. (2006). PINTAILMAN PITKÄIKÄINEN KOKONAISBEETA-AKTIIVISUUS SUOMESSA JA BULGARIASSA 1960-2000, Proc. Symposium Helsingissa 25-26.4.2006. STUK-A217, pp. 187-191.

Veleva, B., Paatero, J., Hatakka, J. (2011). Variation of the total beta activity in the surface air layer in Finland and Bulgaria during the last decades, BJMH 16/1(2011), 62-67.

Оценка и сравнение на работата на различни по сложност атмосферни дисперсионни модели в градска среда

А. Петров*

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
*email: anton.petrov@meteo.bg

Въведение

В настоящото изследване е направено сравнение между представителите на три основни типа модели: Гаусови — AERMOD (AERMOD, 2019), Лагранжеви частичкови — GRAL (Oettl, 2019), и числени флуидодинамични (CFD) – OpenFOAM. За целта е използвана база данни от аеродинамичен тунел.

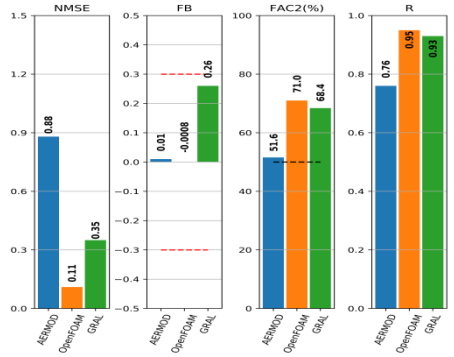
Целта на изследването е да се добие по-ясна представа за приложимостта на отделните типове дисперсионни модели за градска среда.

Методология

Измерените в аеродинамичния тунел концентрации на тестов замърсител са сравнени с изчислените от моделите и на базата на тези сравнения е направена оценка, с помощта на най-често използваните в такава практика статистически показатели: NMSE, FB, FAC2 и коефициент на корелация (R).

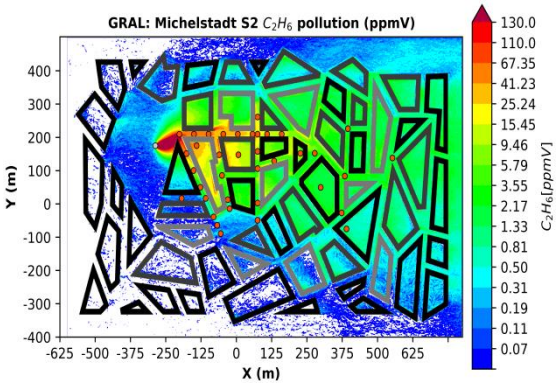
Резултати и изводи

Статистически най-добре се представя OpenFOAM с NMSE = 0.14, FB ≈ 0.0, FAC2 = 0.71 и R = 0.95, следван от GRAL с NMSE = 0.35, FB = 0.26, FAC2 = 0.68 и R = 0.93. AERMOD е с NMSE = 0.88, FB = 0.01, FAC2 = 0.52 и R = 0.76 (фиг. 1).



Фигура 1. Сравнение между AERMOD, GRAL и OpenFOAM по статистически показатели

Стойността на FB за GRAL е по-голяма от тази на AERMOD, което означава, че в дадения случай, спрямо измерените стойности, Лагранжевият модел има по-занижени очаквания от Гаусовия. По отношение на баланса между точност и необходим изчислителен ресурс GRAL се оказва в „златната среда“ – това е модел, който отчита влиянието на сградите върху въздушния поток (фиг. 2) и отнема малко повече от час за симулация.



Фигура 2. Поле на замърсяване, представено от CFD-Лагранжевия модел GRAL

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект „Изграждане на система за прогнозиране на замърсяването на въздуха в локален мащаб“, финансиран от Националната програма „Млади учени и постдокторанти“ (2018–2020), модул „Млади учени“.

Литература

AERMOD (2019). User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD), EPA-454/B-22-007, Office of Air Quality Planning and Standards Air Quality Assessment Division Research Triangle Park, NC, June 2019.

Oettl, D. (2019). Documentation of the Lagrangian Particle Model GRAL (Graz Lagrangian Model) Vs. 20.1, 8010 Graz, Austria.

Фини прахови частици при окисление на биомаса и цитотоксичен отговор на моделни системи от пулмонарни клетъчни култури

И. Найденова[1*], О. Сандов[1], Ц. Георгиева[2], Й. Йорданов[3], Ц. Петрова[1], Т. Панов[2], В. Цанкова[3]

[1]Технически университет – София, Технически колеж – София, катедра „Енергетика и машиностроене“
[2]Министерство на здравеопазването, Национален център по обществено здраве и анализи – София
[3]Медицински университет – София, Факултет по фармация – София

Ключови думи: *ФПЧ при изгаряне на биомаса, ПАВ екстракция от ФПЧ, цитотоксичен отговор на пулмонарни клетки*

*email: inaydenova@tu-sofia.bg

Въведение

Настоящото изследване цели: (а) определяне на разпределението на фини прахови частици (ФПЧ), получени в резултат на изгаряне на биомаса в добре контролирани лабораторни условия; (б) изследване на ключови характеристики на ФПЧ; (в) оценка на цитотоксичния отговор на белодробни клетъчни култури в резултат на въздействието на $ФПЧ_{\leq 1}$ с аеродинамичен диаметър под 1 микрон.

Фокусът е върху достъпни на българския пазар твърди биогорива (ТБГ), получени от лигноцелулозна биомаса (неопасна отпадъчна суровина). Основната мотивация се корени във факта, че на българския пазар нараства разнообразието от ТБГ и тяхното потребление, за които не са установени подробни експериментално измерени данни за вредните за околната среда вторични продукти на окисление, като: ФПЧ, сажди, полициклични ароматни въглеводороди (ПАВ) и др.

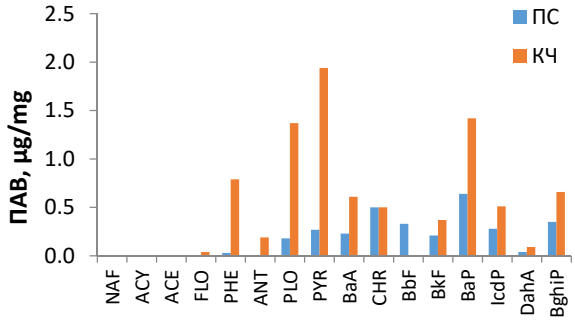
Методология

Образци от два вида биомаса: пелети от пшенична слама (ПС) и костилки от череши (КЧ), са изгорени в хоризонтален проточен тръбен реактор (ХПТР), описан в Naydenova et al. (2023). Разпределението на ФПЧ (от димните газове) спрямо техния аеродинамичен диаметър е определено с Dekati® Low Pressure Impactor+, Dekati Ltd., Финландия. Импакторът разполага с 14 каскади, пробонабиращи частици в широк диапазон (от 0,015 µm до 10 µm). Количественият анализ на 16 ПАВ, препоръчан от Агенцията за опазване на околната среда (EPA) на Съединените американски щати, е извършен посредством газ хроматографски анализ. Проведеният цитотоксичен анализ, основаващ се на In vitro изследване на токсичното действие на $ФПЧ_{\leq 1}$ върху белодробни клетъчни култури при различни условия на експозиция, прилага стандартен анализ (МТТ тест) за оценка на промените в клетъчната жизнеспособност като маркер за цитотоксичността.

Резултати и изводи

Разпределението на $ФПЧ_{10\text{-}0.016}$, получени в процеса на изгаряне на двата вида биомаса, е обобщено във фигура 1. Пиковите стойности са установени при $ФПЧ_{\leq 1}$. Нивата на ПАВ от $ФПЧ_{0.25}$ в димните газове на КЧ надвишават измерените стойности при $ФПЧ_{0.25}$ от ПС (фиг. 2).

Фигура 1. Разпределение на ФПЧ при окисление на биомаса при 850 °C, p-атмосферно и 21 vol % O_2



Фигура 2. Концентрация на ПАВ, извлечени от проби на $ФПЧ_{0.25}$

Проведеният цитотоксичен анализ на влиянието на ФПЧ показва, че ФПЧ, получени от пшенична слама, намаляват в по-малка степен жизне-способността на клетките A549 в сравнение с частиците, получени от черешови костилки.

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект „Аерозоли, получени при кон-версията на биомаса и техни органични екстракти – цитотоксичен и оксидативен отговор на моделни системи от белодробни клетки“, финансиран от ФНИ при МОН, № КП-06-Н44-5/14.07.2021 г. и ДС от 25.08.2023 г.

Литература

Naydenova, I., Radoykova, T., Petrova, T., Sandov, O., Valchev, I. Molecules 2023, 28, 4842.

Мьосбауерова спектроскопия и сканираща електронна микроскопия на пътни прахови седименти в градската среда на София

Б. Бончев[1*], Н. Велинов[2], В. Русанов[1]

[1]Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика – Българска академия на науките
[2]Институт по катализ – Българска академия на науките
Ключови думи: *прахови седименти, желязосъдържащи частици, Мьосбауерова спектроскопия, сканираща електронна микроскопия, суперпарамагнитни ултрафини частици*
*email: boyan.bonchev@gmail.com

Въведение

Според Европейската комисия замърсяването на въздуха е един от най-сериозните екологични и здравни проблеми в ЕС, засягащ и България. Фини прахови частици с размер 10 микрометра (PM_{10}) или по-малки, както и газовите компоненти NO_2, SO_2, O_3 и др. са основните замърсители на въздуха в София. Източниците на замърсяванията са индустриалните мощности, изгарянето на фосилни горива и интензивният автомобилен трафик. Основната цел на настоящото проучване е да се изследват праховите седименти от пътища с фини прахови частици, съдържащи желязо, в град София като косвен индикативен метод за оценка на качеството на въздуха.

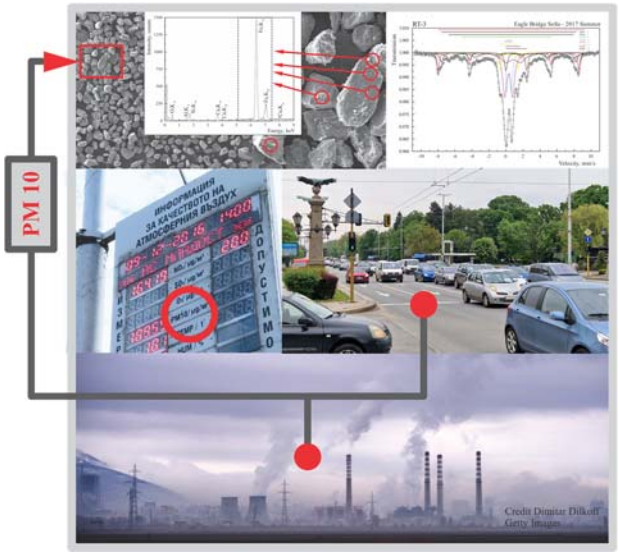
Методология

Прахови утайки са взети от три локации: метростанция „Джеймс Баучер“, района на Орлов мост и метростанция „Люлин“. Само най-фино-дисперсната фракция с размер до 60 μm е изследвана с рентгенофлуоресцентен елементен анализ и Мьосбауерова спектроскопия (Gütlich et al., 2011).

Резултати и изводи

Основното количество прахови частици включва силикатни, глинени и карбонатни минерални компоненти, чийто теригенен произход е безспорен. Техногенният компонент е с относително по-малки размери, които са в субмикронния и дори нанометричния диапазон. Както показват Мьосбауеровите спектроскопски изследвания, при температурата на кипене на течния азот най-финият компонент с концентрация между 10 и 20% е в суперпарамагнитно състояние. Частиците с размери от десетки микрона са изцяло свързани с теригенния силикатен компонент. Желязото е включено под формата на оксиди и хидроксиди. Повечето от тези компоненти имат теригенен произход, но не може да се изключи и техногенен такъв. Наличието на голямо количество фини прахови частици от метално желязо, α-Fe и вероятно малки количества циментит, Fe_3C, е явно доказателство за техногенен принос в замърсяването на въздуха в София с фини прахови частици.

Железните, α-Fe, частици се наблюдават като фини инкрустации върху повърхността на силикатите.



Фигура 1. Представяне на основните източници на замърсяване на въздуха в София и някои резултати от аналитичните изследвания

Наблюдавани са някои екзотични фини прахови обекти с разнообразни форми и химичен състав (Bonchev et al., 2024).

Благодарности: Това изследване е финансирано по Националната пътна карта за научноизследователска инфраструктура 2020–2027 г. за Националния циклотронен център, финансирана от Министерството на образованието и науката на България.

Литература

Bonchev, B., Velinov, N., Rusanov, V. (2024). *International Journal of Environmental Analytical Chemistry, submitted for publication.*

Gütlich, Ph., Bill, E., Trautwein, A. X. (2011). Mössbauer Spectroscopy and Transition Metal Chemistry: Fundamentals and Applications. Springer-Verlag.

Влияние на аерозолите в ролята им на облачни кондензационни ядра върху микрофизичните и динамични характеристики на конвективни облаци

С. С. Петрова[1*], Р. П. Мицева[1], Д. Л. Колева[2]

[1]Физически факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“
[2]Национален институт по метеорология и хидрология – Варна
Ключови думи: *аерозоли, облачни кондензационни ядра, конвективни облаци, валежи, замърсяване*
*email: asavita@phys.uni-sofia.bg

Въведение

Замърсяването на въздуха е свързано с повишаване на концентрацията на аерозолите в атмосферата, което от своя страна води и до нарастване на броя на облачните кондензационни ядра (ОКЯ). При рязкото увеличаване на концентрацията на ОКЯ могат да се създадат условия за промяна на валежния режим на даден район, което да доведе до промяна на климата и съответно до непредвидими последствия за живота на хората. Целта в настоящата работа е да се изследва влиянието на аерозолите като ОКЯ върху микрофизичните и динамични характеристики на преохладени конвективни облаци и върху валежа от тях.

Методология

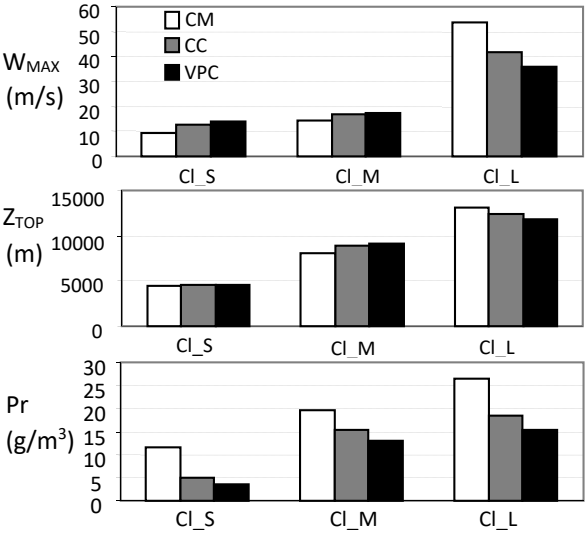
С 1.5-мерен числен модел на конвективен облак (Mitzeva et al., 2006) с параметризирана микрофизика са възпроизведени 3 различни по мощност облака (Cl_S, Cl_M и Cl_L), при 3 различни типа ОКЯ, типични за: морски тип въздушна маса (CM), чиста континентална (CC) и замърсена континентална въздушна маса (VPM). Една от основните разлики между облаци, образували се в континентални и в морски въздушни маси, е по-малкото на брой и по-големи ОКЯ в морската въздушна маса, поради което валежните капки се образуват по-рано, отколкото в континентален тип облаци. За параметризиране на този процес в числения модел се използва уравнението на Kessler (1969), като се задават различни стойности за прага на водност $S_o(g/m^3)$ и за скорост на автопревръщане $k_1(s^{-1})$ на облачните капки във валежни (табл. 1).

Таблица 1. Праг на водност S_0(g/m^3) и скорост на автопревръщане k_1(s^{-1}) при параметризация на ОКЯ за различен тип въздушни маси

S_o	k_1	Въздушни маси
0,01	0,02	Морска (CM)
0,5	0,002	Континентална (CC)
1	0,001	Замърсена континентална (VPC)

Резултати и изводи

Според резултатите (фиг. 1 – горен и среден панел) увеличаването на броя на аерозолите като ОКЯ води до намаляване на възходящата скорост и височината на облачния връх в по-мощния конвективен облак (Cl_L) и до увеличаване на възходящата скорост и височината на облачния връх в облаци с по-малка мощност (Cl_S и CL_M).



Фигура 1. Максимална вертикална скорост (W_{MAX}), височина на облачния връх (Z_{TOP}) и количество валеж (Pr) при трите облака (Cl_S, Cl_M и Cl_L) с различни ОКЯ, типични за CM, CC и VPM въздушни маси

Количеството валеж (фиг. 1 – долен панел) е най-голямо от конвективни облаци, развиващи се във въздушна маса с ОКЯ, типични за морски тип въздушна маса (CM), и най-малко от облаци, формирани в замърсена континентална въздушна маса (VPC). Резултатите от численото изследване показват, че замърсяването на въздуха води до намаляване на валежа.

Благодарности: Това изследване е финансирано от Европейския съюз – NextGenerationEU, чрез Националния план за възстановяване и устойчивост на Република България, проект SUMMIT BG-RRP-2.004-0008-C01.

Литература

Kessler, E. (1969). Meteor. Monogr., Bolton, 10, 32.
Mitzeva, R., Latham, J., Petrova, S. (2006). Atmos. Res., 82, 26–36: https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2005.01.006

Универсален топлинен индекс (Universal Thermal Climate Index – UTCI) в рамките на системата за прогноза на замърсяването (KWFS)

В. Иванов[1*], И. Георгиева[1], Г. Гаджев[1], Д. Сираков[1,2], М. Проданова[1,2], Р. Димитрова[1,3], П. Мухтаров[1]

[1]Национален институт по геофизика, геодезия и география – Българска академия на науките
[2]Национален институт по метеорология и хидрология
[3]Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Ключови думи: *универсален топлинен индекс, комфорт, топлинен стрес, система за прогноза, качество на въздуха, доминантен замърсител*

*email: vivanov@geophys.bas.bg

Въведение

В рамките на Националната научна програма „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, финансирана от МОН, е създадена системата за прогноза на замърсяване на въздуха (KWFS). Системата е достъпна за всички и налична на сайта на Националния институт по геофизика, геодезия и география. Тя предоставя прогноза за замърсяването на въздуха и топлинен комфорт в реално време за три дни напред, започвайки от 00:00 часа на текущия ден, за територията на България с разделителна способност 3 км и за три избрани града – София, Пловдив и Варна, с разделителна способност от 1 км.

Методология

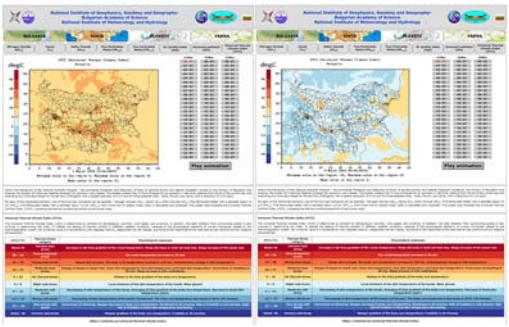
Универсалният топлинен индекс (UTCI) определя влиянието на термичните условия на околната среда (Błażejczyk et al., 2013) и зависи от температурата на въздуха на височина 2 м, относителната влажност на височина 2 м, скоростта на вятъра на височина 10 м и компоненти на късовълновата и дълговълновата слънчева радиация. Стойността му попада в една от десет категории (табл. 1), които отговарят на степента на отклонение от състоянието на топлинен комфорт при човека. Те са в три групи – за мразово натоварване, за топлинно натоварване и за топлинен комфорт.

Таблица 1. Категоризация на универсалния топлинен индекс

UTCI (°C)	Категория топлинен стрес
Над 46	Изключително силно топлинно натоварване
38–46	Много силно топлинно натоварване
32–38	Силно топлинно натоварване
26–32	Средно топлинно натоварване
9–26	Няма топлинно натоварване
0–9	Леко охлаждащо натоварване
-13–0	Средно мразово натоварване
-27 – -13	Силно мразово натоварване
-40 – -27	Много силно мразово натоварване
Под -40	Изключително силно мразово натоварване

Резултати и изводи

Системата (KWFS, 2024) визуализира информацията за топлинния комфорт под формата на наличие на дадена категория в определен район на областта за указания срок на прогнозата за територията на страната (фиг. 1) и отделно за трите областни града – София, Пловдив и Варна, заедно с техните близки околности. Информацията за трите избрани града е по-подробна поради по-голямата хоризонтална разделителна способност, което прави полезен такъв подход с оглед на това, че тези райони са гъстонаселени и с най-голям брой население (NSI, 2024).



Фигура 1. Прогноза на UTCI за 3.03.2024 13 UTC (ляво) и 4.03.2024 00 UTC (дясно)

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Националната научна програма „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01-27/06.02.2024).

Литература

Błażejczyk, K., Jendritzky, G., Bröde, P., Fiala, D., Havenith, G., Epstein, Y., Psikuta, A., Kampmann, B. (2013). *Geographia Polonica,* **86**/1.

Население по области, общини, местоживеене и пол (NSI): www.nsi.bg (*accessed on 1 March 2024*)

Система за прогноза на замърсяването (KWFS): http://www.geophys.bas.bg/cw3/index.php (*accessed on 1 March 2024*)

Индекс за качеството на въздуха (Air Quality Index, AQI) в рамките на системата за прогноза на замърсяването (KWFS)

И. Георгиева[1*], В. Иванов[1], Г. Гаджев[1], Д. Сираков[1,2], М. Проданова[1,2], Р. Димитрова[1,3], П. Мухтаров[1]

[1]Национален институт по геофизика, геодезия и география – Българска академия на науките
[2]Национален институт по метеорология и хидрология
[3]Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Ключови думи: *индекс за качеството на въздуха, замърсяване, система за прогноза, качество на въздуха, замърсители, доминантен замърсител*

*email: iivanova@geophys.bas.bg

Въведение

Индексът за качеството на въздуха предоставя информация за прогнозираното състояние на качеството на въздуха, директно измерващ ефектите върху човешкото здраве въз основа на проведени изчисления за прогнозата на 5 замърсителя. В България е обновена системата за прогноза на химическото време – замърсяване на въздуха (KWFS, 2024), която визуализира индекса за качеството на въздуха (AQI) в реално време, като започва от 00:00 часа на текущия ден и продължава още два дни напред за територията на страната с разделителна способност от 3 км и на 3 избрани града – София, Пловдив и Варна, с разделителна способност от по 1 км.

Методология

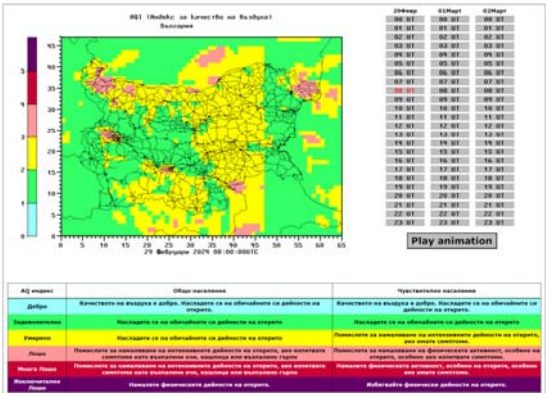
По света се използват различни индекси за качеството на въздуха. В работата на нашата система е вграден алгоритъмът, използван от Европейската агенция по околна среда (European Environment Agency, EEA). Общо 5 замърсителя се използват за формиране на краткосрочен индекс на качеството на въздуха: озон (O_3, часова средна стойност), азотен диоксид (NO_2, часова средна стойност), серен диоксид (SO_2, часова средна стойност), прахови частици PM_{10} (часова средна стойност) и прахови частици $PM_{2.5}$ (часова средна стойност). В поясненията към AQI има и информация за визуализиране на доминантния замърсител. Всеки замърсител има своя таблица от прагови стойности, по която се определя частният индекс за качеството на въздуха (индексът, отговарящ на дадения замърсител). Общият индекс за качеството на въздуха е най-високото ниво на замърсяване, причинено от всеки от 5-те замърсителя.

Замърсител / Индекс	1	2	3	4	5	6
Озон (O3)	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	380-800
Азотен диоксид (NO2)	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	340-1000
Серен диоксид (SO2)	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	750-1250
Фини прахови частици (PM10)	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	150-1200
Фини прахови частици (PM2.5)	0-10	окт.20	20-25	25-50	50-75	75-800

Фигура 1. Прагови стойности на замърсители (μg/m³)

Резултати

При представяне на индекса за качеството на въздуха към праговите стойности на замърсителите са добавени и цветово оформление и здравни препоръки към населението и чувствителните групи от него. Здравните препоръки и референтните нива, използвани при образуването на такива таблици и скали, са свързани с директивите за граничните нива за опазване на човешкото здраве, определени от Европейския съюз и/или от Световната здравна организация (WHO, 2021).



Фигура 2. AQI за България за 29.02, 1.03 и 2.03.2024 г.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Националната научна програма „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01-27/06.02.2024).

Литература

Системата за прогноза на замърсяването (KWFS), 2024: http://www.geophys.bas.bg/cw3/index.php (*accessed on 6 March 2024*)

European Environment Agency (EEA): https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index (*accessed on 6 March 2024*)

World Health Organization`s Air quality guidelines, 2021: https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines (*accessed on 6 March 2024*)

Връзка на pH на валежите с емисиите на SO_2, NO_X и NH_3

Л. Вълчева[1*], Е. Христова[1]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *киселинни валежи, емисии, pH на валежа*

[*]email: lora.valcheva@meteo.bg

Въведение

Отлагането на замърсители е част от многобройни взаимносвързани процеси, включващи емисиите на замърсители, техните химични трансформации и поглъщания, както и въздействието им върху земната повърхност. Интересът към изучаване на негативните ефекти от отлагания на вкиселяващи вещества чрез валеж (т.нар. киселинен дъжд) продължава и в наши дни. Една от причините е, че намаляването на серните емисии не води в същата степен до намаляване на отлагането на под-киселяващи вещества (Вълчева, 2022).

Целта на това изследване е да се направи задълбочен анализ на емисиите на серен диоксид (SO_2), азотни оксиди (NOx) и амоняк (NH_3) за територията на Европа, Балканския полуостров и България и да се потърси връзка със стойностите на pH на валежите в България.

Методология и резултати

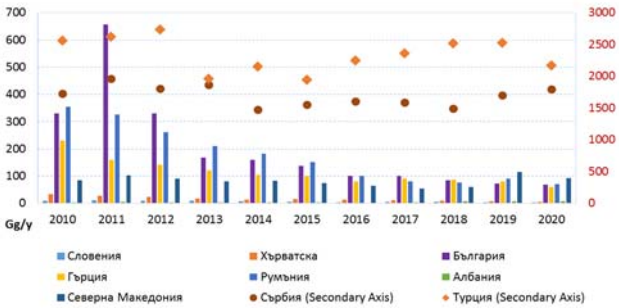
В настоящото изследване са използвани данни за десетгодишен период (2010–2020 г.) за:

- емисии на SO_2, NOx и NH_3 от Европейската агенция за околна среда (EEA);
- концентрации на SO_2, NO_2, NO_x във въздуха от Изпълнителната агенция по околна среда (ИАОС);
- pH на валежа от мрежата за химическия състав на валежите на НИМХ (meteo.bg).

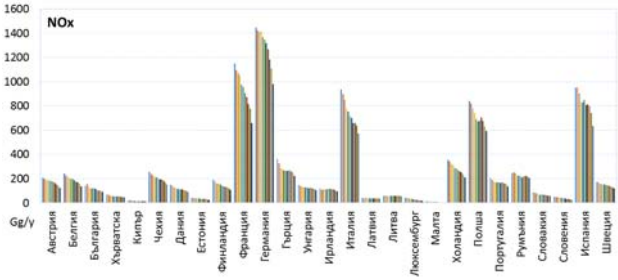
В началото на изследвания период (2010 г.) емисиите на SO_2 и NO_x са значително по-високи от тези за 2020 г. (фиг. 1 и 2). Общо емисиите на SO_2 в Европа са намалели с 39%. Емисиите NO_x са намалели с 35%. По отношение на емисиите на NH_3 в Европа се наблюдава увеличаване с 25,9% за периода от 2010 до 2020 г. За България това увеличение е с 9.1%.

Направен е анализ на емисиите на SO_2, NO_2 и NH_3 по сектори за България. На фигура 3 като пример са показани данните за NH_3. Емисиите на NH_3 от земеделския сектор се увеличават, за разлика от тези от индустрията.

В допълнение е потърсена връзката на pH на валежите с концентрациите на SO_2, NO_2, NO_x във въздуха за София, Пловдив и Рожен. На фигура 4 са илюстрирани данните за София. Стойностите за серен диоксид и азотни оксиди са по-високи през последните 5 години в сравнение с началото на изследвания период, което вероятно е причина за по-ниските стойности на pH на валежа.

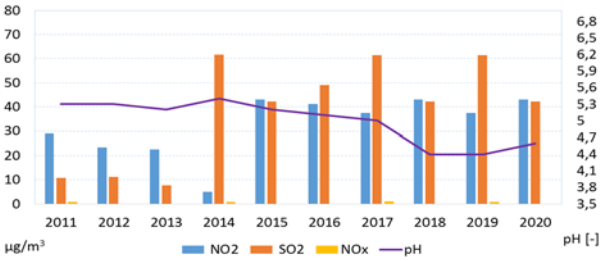


Фигура 1. Емисии на SO_2 в Турция и на Балканите



Фигура 2. Емисии на NO_x за Европа

Фигура 3. Емисии на NH_3 по сектори в България



Фигура 4. Връзка на pH на валежите с концентрациите на SO_2, NO_x, озон във въздуха в София

Литература

Вълчева, Л., Велева, Б., Христова, Е. (2022). Изследвания върху процесите на пренос и депозиция на атмосферни замърсители в България – кратък обзор (1–32). В: Атмосферна депозиция в България (ред. Е. Георгиева и Е. Христова). София: Херон Прес ООД. ISBN 978-954-580-394-9

Валидация на методи за определяне на компонентите на слънчевата радиация по моделни данни от модел WRF и данни за продължителност на слънчевото греене

В. Манева-Петрова*

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *актинометрия, моделиране, оценка на грешката*
*email: vanya.maneva@meteo.bg

Въведение

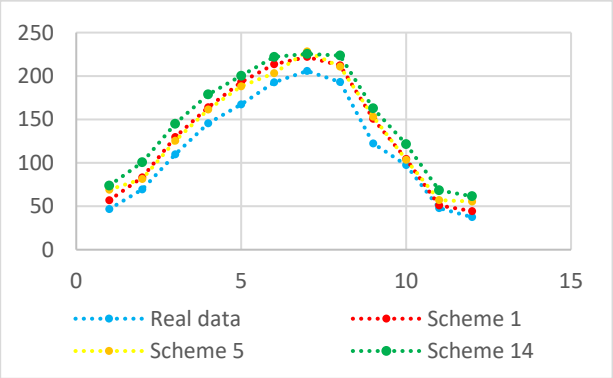
Актинометричната мрежа в България е слабо развита – измервания се провеждат само в четири станции в страната. По тази причина е необходимо да се разработват методи за определяне на компонентите на слънчевата радиация за райони, където няма преки измервания. В настоящото изследване се проверява възможността за използване на данни, моделирани с модел WRF, и данни за продължителност на слънчевото греене за определяне на слънчевата радиация в места без преки измервания. Оценява се грешката при прилагането на двата метода, като получените резултати се сравняват с реални данни, измерени в актинометрична станция от мрежата на НИМХ. Данните за захранване на модел WRF са взети от базата данни на GFS, а данните за продължителност на слънчевото греене са от базата данни на НИМХ.

Методология

Използваните в разработката данни са два вида – моделни данни за слънчева радиация, получени от модел WRF (Powers & Co-Authors, 2017), и данни за слънчева радиация, изчислени на база продължителност на слънчевото греене (Gopinathan, 1988). Получените от двата метода данни са сравнени с данни от актинометрична станция. Модел WRF (метод 1) е „захранен“ с данни от GFS, а метод 2, който се основава на „прости математически формули за изчисляване на слънчевата радиация“ (Angstrom, 1924) се „захранва“ с данни за продължителност на слънчевото греене.

Резултати и изводи

На фигура 1 е представено графично сравнението между получените данни от модел WRF (за моделирането на данните са използвани 3 схеми, с които се определя слънчева радиация от модела) и данни, измерени в приземна актинометрична станция. Целта на сравнението е да се провери коя от схемите дава най-добри резултати. В таблица 1 са дадени получените разлики между измерените и моделираните данни с цел да се покаже с каква грешка работи всяка от схемите.



Фигура 1. Слънчева радиация – сравнение на моделирани и измерени данни

Таблица 1. Грешка на метода на оценка

Err Sch 1 (%)	Err Sch 5 (%)	Err Sch 14 (%)
8.80	8.54	7.72

Получените резултати показват, че отклонението на модел WRF е от порядъка под 10%.

Благодарности: На д-р Антон Петров, на чийто компютър бе пуснат модел WRF, за да може да се моделират данните, необходими за разработката.

Литература

Angstrom, A. (1924). Solar and terrestrial radiation. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society,* 1924, 50, 121–125.

Gopinathan, K. K. (1988). A general formula for computing the coefficients of the correlations connecting global solar radiation to sunshine duration. *Solar Energy*, 1988, 41, 499–502.

Powers, J. G., and Co-Authors (2017). The Weather Research and Forecasting Model: Overview, System Efforts, and Future Directions. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 98.

Изследване на динамиката на концентрациите на някои основни замърсители в атмосферния въздух на Столична община

Г. Цеков[1,2]*, Е. Христова[2]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
[2] Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *атмосферни замърсители, температура, вятър, градска среда*

*email: georgi.tsekov@meteo.bg

Въведение

София, най-големият град на България, е на 14-о място по брой жители в Европейския съюз – 1 399 286 души (https://www.nsi.bg). Ето защо контролът на качеството на въздуха е от първостепенно значение за здравето на жителите му. Заради орографските и климатичните особености, както и заради многочисленото население в София често се набюдава превишаване на средноденонощните норми на някои видове замърсители. Целта на тази работа е да се направи анализ на динамиката на концентрациите на основни замърсители (ФПЧ$_{10}$, ФПЧ$_{2.5}$, CO, NO, O_3, NO_2, SO_2 и бензен) в атмосферния въздух по данни от системата за следене на качеството на атмосферния въздух (КАВ) към Изпълнителната агенция по околна среда (ИАОС) за периода 01.01.2021 г. – 30.06.2023 г.

Методология

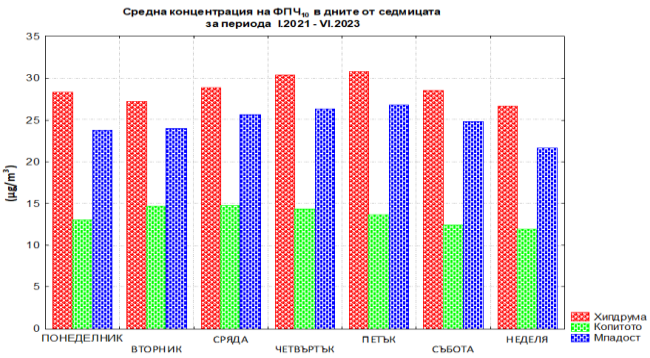
В изследването са използвани средночасови стойности за концентрациите на ФПЧ$_{10}$, ФПЧ$_{2.5}$, CO, NO, O_3, NO_2, SO_2 и бензен, както и метеорологичните параметри температура, относителна влажност на въздуха, посока и скорост на вятъра в автоматични измервателни станции в „Младост“, „Хиподрума“ и Копитото (Витоша) на ИАОС. Обработените данни обхващат средно около 96% или над 21 000 часа от разглеждания период. Чрез софтуер за статистически анализ (Statistica 6.0) графично са изведени сезонни, денонощни и седмични разпределения и закономерности на нивата на концентрация. Поради по-доброто качество на измерване за станция „Младост“ са ползвани метеорологични данни от (АМС) Vaisala на НИМХ.

Резултати и изводи

Изследвани са корелационните зависимости между отделните замърсители и метеорологичните елементи/параметри. За „Хиподрума“ най-голяма стойност на коефициента на корелация R=0.89 се получава между бензен и азотен оксид. Очаквано, голяма стойност на коефициента е изчислена за връзката между ФПЧ$_{10}$ и ФПЧ$_{2.5}$ – R=0.88. Температурата е в най-голяма зависимост с измерените нива на бензен с отрицателен коефициент R=-0.48. За станция „Младост“ най-значима е корелацията между бензен и азотен оксид – R=0.77, а за бензен и температурата на въздуха R=-0.69. Бензенът се проявява като замърсителя с най-добре изразен годишен ход и зависимост от температурата. За станция Копитото корелационните коефициенти са относително малки; там видът и концентрацията на замърсителя често зависят от силата и посоката на вятъра.

Потвърждава се влиянието на метеорологичните условия и антропогенните фактори върху качеството на атмосферния въздух в градска среда. Това най-добре личи в дните около новата 2023 година, когато в района на столицата времето е почти тихо, температурната инверсия е продължителна и в комбинация с емитираните замърсители от битовото отопление, трафика и ползваната пиротехника, нивата на концентрации на всички замърсители са най-високи за целия разглеждан период. За другите дни с най-високи концентрации са разгледани и описани синоптичните обстановки.

Осреднени са стойностите на концентрациите по дни от седмицата и резултатите са представени в графичен вид за всеки един от разглежданите замърсители (фиг. 1). За разглеждания период неделя е денят от седмицата с най-ниски средни концентрации на всички атмосферни замърсители.



Фигура 1. ФПЧ$_{10}$ в дните от седмицата

Благодарности: Авторите изказват благодарност на Изпълнителната агенция по околна среда за предоставените данни.

Сравнителен анализ на метеорологични параметри, получени от наблюдения и моделиране с мезомащабния метеорологичен модел WRF

А. Петров[1*], Н. Нейкова[1], Р. Нейкова[1]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *WRF, посока и скорост на вятъра*

*email: anton.petrov@meteo.bg

Въведение

Задачата на изследването е да се определи дали е възможно и доколко е приложимо използването на мезомащабния метеорологичен модел WRF (Weather Research and Forecasting) като средство за метеорологично обезпечаване на модели за замърсяване на атмосферния въздух. За целта е направен сравнителен анализ между вятъра, измерен в синоптичната станция в НИМХ – София, и този, моделиран с WRF, за няколко избрани периода. Основното пред-положение е, че ако има добро съответствие между измерени и моделирани данни в една точка, то моделните резултати биха били валидни и приложими за цялата изследвана област.

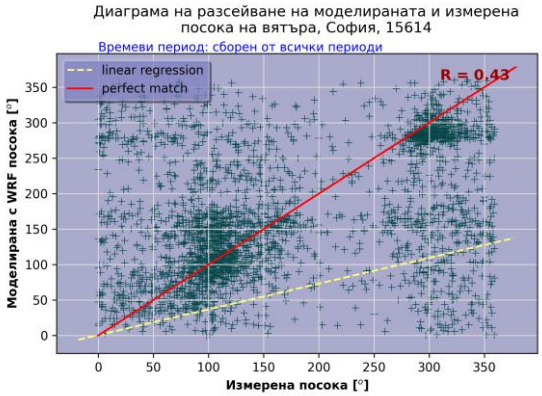
Методология

В прогностичния модел е използван физичният пакет “CONUS”, който е най-често използваният и проверяван в практиката (Janjic, 1994; Thompson et al., 2008). Първоначалният анализ включва търсене на корелационни зависимости и сравнение на розите на вятъра за всеки отделен период.

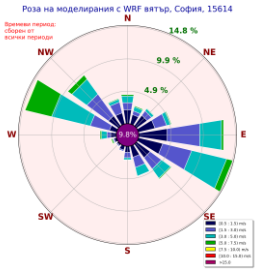
Резултати и изводи

Сравнението показва, че WRF има завишени очаквания в стойностите на скоростта на вятъра (фиг. 2). По отношение на посоката сборно за всички периоди резултатите показват много ниска корелация (R=0.43, фиг. 1).

Поотделно, за всеки период се получава значително разминаване между моделирания и измерения вятър. Всички данни, взети заедно, обаче дават по-добро съвпадение, което означава, че за целите на дисперсионно моделиране е наложително да се използват усреднени данни от WRF за по-продължителен период от време, например 1 година.



Фигура 1. Диаграма на разсейване на посоката на вятъра



а) б)

Фигура 2. Рози на измерения (а) и на моделирания с WRF (б) вятър

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект №КП-06-Н34/9 от 19.12.2019 г., финансиран от Фонд „Научни изследвания“.

Литература

Janjic, Z. (1994). The step-mountain eta coordinate model: Further developments of the convection, visc. sublayer and turbulence closure schemes, *Mon. Wea. Rev,* 122, 927-945.

Thompson et al. (2008). Explicit forecasts of winter precipitation using an improved bulk microphysics scheme, Part II: Implementation of a new snow parametrization. *Mon. Wea. Rev.* 136, 5095-5115.

Сравнителни измервания на атмосферния аерозол и височината на атмосферния граничен слой в София и Крумовград през юли 2017 г.

Н. Колев[1*], П. Савов[1], М. Коларова[2], Л. Ламбов[3], Ж. Василев[3]

[1]Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“
[2]Национален институт по метеорология и хидрология
[3]Дънди Прешъс Металс Крумовград ЕАД, България

Ключови думи: *ceilometer – облакомер, атмосферен граничен слой, аерозол, PM10*
*email: nic_k@abv.bg

Въведение

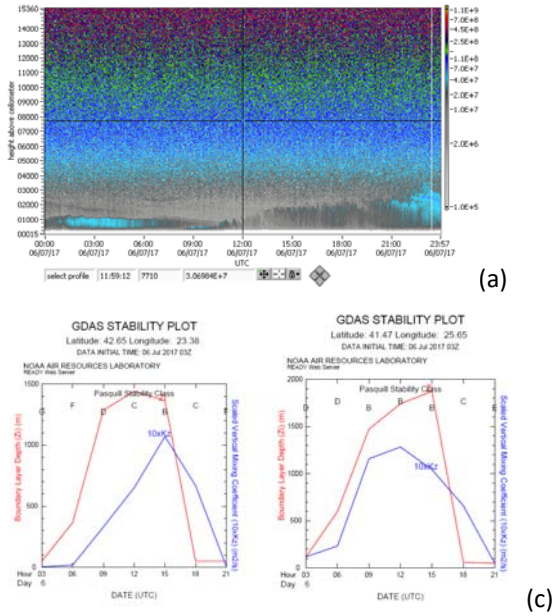
Представени са резултати от комплексно изследване на атмосферния аерозол и височината на атмосферния граничен слой (АГС) в София и Крумовград през юли 2017. В настоящата работа височината на АГС се определя от данни с висока времева и пространствена разделителна способност, получени от сейлометър (облакомер). Експериментални резултати от измервания на масовата концентрация на частици в атмосферния въздух, проведени в дни с конвективни условия през юли 2017 г., са анализирани съвместно с метеорологичните параметри и височината на АГС, получена от наблюдения и моделиране. Данните от сейлометър и лазерен брояч на частици (LPC) са анализирани, за да се определи дневната структура и формирането на аерозолния слой над София и Крумовград. Приложен е моделът HYSPLIT съвместно с WRF-GDAS за проследяване на обратните траектории на пренос и моделната височина на АГС.

Методология

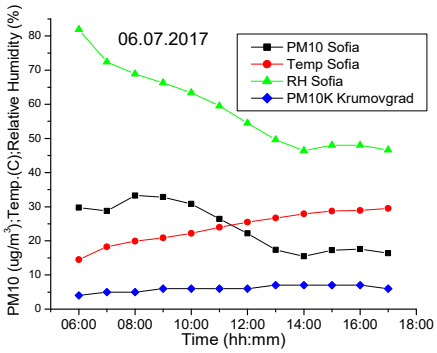
Проведени са измервания с облакомер, Ceilometer (Jenoptik CHM 15k), разположен в Борисовата градина в София, със спецификации: източник на светлина – Nd:YAG лазер с дължина на вълната 1064 nm за определяне на височината на АГС и с преносим лазерен брояч на частици – LPC BQ20 (TROTEC) с канали за размер на частиците 2,5 µm и 10 µm за измерване на масовата концентрация. Използвани са моделите HYSPLIT и WRF-GDAS, разработени от ARL-NOAA, с помощта на които се определя по моделни данни височината на АГС за двата града и се сравнява с резултатите, получени от сейлометъра.

Резултати и изводи

Това изследване представя резултати от комплексни експерименти в София и Крумовград за оценка на връзката на АГС и оптичните и микрофизични характеристики на атмосферния аерозол с помощта на устройства за дистанционно наблюдение, измервания на място и моделни данни.



Фигура 1. Сигнали от облакомер CHM 15k, получени на 06.07.2017 г. в София (a), и модел WRF-GDAS – прогноза за височината на АГС за (42.65N, 23.38E) София (b) и (41.47N, 25.65E) Крумовград (c)



Фигура 2. Концентрация фини прахови частици PM10, температура и относителна влажност на 06.07.2017 г. в София и Крумовград

За двата града наблюдаваната височина на АГС варира от 1000 до 2000 m за експерименталните дни. По време на експерименталните изследвания измерените концентрации на частици (PM10) в София са от 20 до 40 µg/m^3. За района на Крумовград те са между 2 и 10 µg/m^3, които могат да се разглеждат като фонови, тъй като измерванията са направени преди началото на експлоатацията на мината „Ада тепе“.

Влияние на метеорологичните условия върху концентрациите на основни атмосферни замърсители в град София

Н. Нейкова[1], Р. Нейкова[1], Б. Велева[1], Е. Христова[1]*

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *ФПЧ$_{2.5}$, ФПЧ$_{10}$, Black carbon, PAHs, NO_2, CO*

*email: elena.hristova@meteo.bg

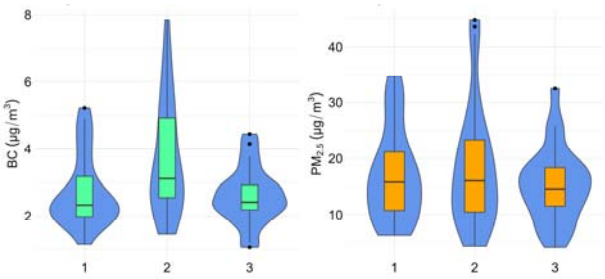
Въведение

Един от основните индикатори за определяне на качеството на атмосферния въздух е количеството на фини прахови частици (ФПЧ) в атмосферата. След като бъдат емитирани, ФПЧ претърпяват различни химични и физични трансформации под въздействието на атмосферни процеси с различен пространствен мащаб. В рамките на проект „CARBOAEROSOL“ за първи път в България са изследвани концентрациите на въглеродни частици (черен въглерод/Black Carbon, BC) и полициклични ароматни въглеводороди (PAHs) във ФПЧ$_{2.5}$. Те са въглеродни съединения в атмосферния аерозол, получени при непълното изгаряне на изкопаеми горива, биогорива и биомаса. Измерването и изследването им е важно заради вредните ефекти, които оказват върху околната среда и човешкото здраве.

Методология и някои резултати

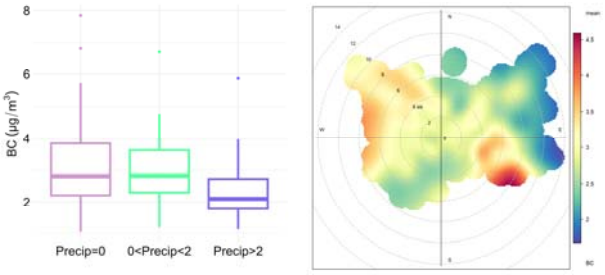
През периодите февруари-март 2022 г., октомври-ноември 2022 г. и февруари-март 2023 г. в Централната метеорологична обсерватория (ЦМО) на НИМХ – София, са проведени 3 експериментални кампании по пробонабиране на ФПЧ$_{2.5}$. Анализът на съдържанието на BC е извършен в НИМХ – София, с инструмента MABI (Multi-wavelength Absorption Black Carbon Instrument). 19 PAHs съединения във ФПЧ$_{2.5}$ са анализирани с GC–MS/MS в Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас (*Hristova, 2023*). За изследване на взаимовръзките между средно-дневните стойности на ФПЧ$_{2.5}$, BC и PAHs и други атмосферни замърсители са използвани данни за ФПЧ$_{10}$, NO_2, CO, Benzene, измерени в станция София – Младост, на ИАОС. За оценка на влиянието на метеорологичните параметри върху замърсяването в гр. София са използвани данни за скорост и посока на вятъра, температура и количество валеж от ЦМО.

Сравнени са разпределенията на атмосферните замърсители за трите периода, условно наречени 1, 2 и 3. Като пример на фигура 1 са представени сравнения на концентрациите на BC и ФПЧ$_{2.5}$ с помощта на violin plots. За период 2 се наблюдават по-високи средни и максимални стойности, като и за двата замърсителя най-високи стойности са измерени на 14 и 15.11.2022 г. На същите дати са измерени най-високи концентрации и за ФПЧ$_{10}$ и ∑PAHs. Синоптичната обстановка за тези дни се характеризира с понижена температура на въздуха, слаб вятър, висока относителна влажност и наличието на инверсия.



Фигура 1. Сравнение на трите периода за BC и ФПЧ$_{2.5}$

Анализирани са и обединените данни от трите периода. ФПЧ$_{2.5}$, BC и PAHs имат високи корелации помежду си, както и с останалите разгледани атмосферни замърсители. Влиянието на метеорологичните параметри валеж и вятър върху BC е показано на фигура 2. На графиката отляво са представени боксплотове за BC в дните без и с валеж. Не се наблюдават значими разлики между концентрациите на BC в дните без валеж и със слаб валеж, докато при валеж над 2 мм измерените стойности са по-ниски. От розата на замърсяването (фиг. 2, дясно) се вижда, че посоката на вятъра при високите концентрации на BC е от запад, а при най-високите е от югоизток. Най-ниски концентрации са измерени при вятър с източна компонента.



Фигура 2. Сравнение на BC при дни без и с валеж (ляво) и роза на замърсяването (дясно)

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект № КП-06-Н34/9 от 19.12.2019 г., финансиран от Фонд „Научни изследвания“.

Литература

Hristova, E., Veleva, B., Naydenova, S., Veli, A., Mustafa, Z., Gonsalvesh-Musakova, L. (2023). PAHs and Black Carbon in Urban Air Particulate Matter in Bulgaria. In: Dobrinkova, N., Nikolov, O. (eds). Environmental Protection and Disaster Risks. EnviroRISKs 2022. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 638. Springer.

Сезонни специфики в съдържанието на полициклични ароматни въглеводороди в атмосферен аерозол в община Бургас

С. Найденова[1], А. Вели[2], З. Мустафа[2], А. Димитров[1], Л. Гонсалвеш[2,3*]

[1]Катедра „Екология и опазване на околната среда“, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас
[2]Централна научноизследователска лаборатория, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас
[3]Катедра „Химия“, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас

Ключови думи: *атмосферен аерозол, ФПЧ$_{2.5}$, полициклични ароматни въглеводороди*

*email: lenia_gonsalvesh@abv.bg; lenia_gonsalvesh@uniburgas.bg

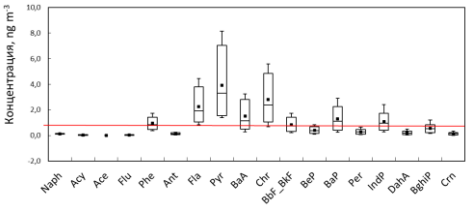
Въведение

През последните години заради значителното влияние върху общественото здраве замърсяването на въздуха се превърна в тема от всеобщ интерес. За България фините прахови частици (ФПЧ$_{10}$ и ФПЧ$_{2.5}$) са едни от най-проблемните замърсители по отношение на човешкото здраве, като по-малките частици имат по-сериозно въздействие поради по-дълбокия им достъп в дихателната система на човека и по-нататъшно проникване в кръвоносната система. Негативните здравни ефекти на ФПЧ обаче са свързани не само с техния размер, но и с техните концентрации, повърхностни свойства, химичен състав и различни взаимодействия. Едновременното проследяване на концентрацията на ФПЧ$_{2.5}$ и на техния химичен състав е от съществено значение за идентифицирането на източниците на емисии, определянето на качеството на въздуха и неговите здравни ефекти и създаването на ефективни програми за контрол на замърсяването.

Експеримент и резултати

Това изследване обхваща експериментални кампании, проведени през всички сезони на 2021 г. в шест различни пункта на община Бургас, в т.ч. кв. „Долно Езерово“ (42°31'11.7"N, 27°21'36.3"E), к-с „Лазур“ (42°29.621N, 27°28.331E), АИС „Лазур“ (42°30'18.2"N, 27°28'32.2"E), АИС Централна градска част (ЦГЧ), в двора на ПГЕЕ „К. Фотинов“ (42°29'50.4"N, 27°28'04.6"E). Пробонабирането и анализът за ФПЧ$_{2.5}$ са изцяло подчинени на БДС EN 12341:2014. Използваните филтри за пробонабиране и анализ на полициклични ароматни въглеводороди (ПАВи) са кварцово влакнести Whatman® с размер 47 mm, накалени за 8 часа при температура 500 °C, за да се избегне принос на грешки от пасивна адсорбция в лабораторните помещения. Оценени са концентрациите на 19 ПАВи във ФПЧ$_{2.5}$, в т.ч. naphthalene (Naph), acenaphthylene (Acy), acenaphthene (Ace), fluorene (Flu), anthracene (Ant), phenanthrene (Phe), fluoranthene (Fla), pyrene (Pyr), benz[a]anthracene (BaA), chrysene (Chr), benzo[a]pyrene (BaP), benzo[b]fluoranthene (BbF), benzo[k]fluoranthene (BkF), benzo[g,h,i]perylene (BghiP), indeno[1,2,3–c,d]pyrene (IndP), dibenz[a,h]anthracene (DahA), coronene (Crn), perylene (Per) и benzo[e]pyrene (BeP), посредством метод, описан в Naydenova et.al (2022).

Получените резултати показват, че концентрациите на ФПЧ$_{2.5}$ и ФПЧ$_{2.5}$ асоциирани ПАВи са най-високи през студен период на годината, характеризиращ се с температурна инверсия, която предполага задържане и концентриране на първични замърсители във въздуха. Най-замърсена по отношение на ФПЧ асоциирани ПАВи е централната градска част, със средна сумарна концентрация на ПАВи, изразена като токсична BaP еквивалентност от 1.89 (SD=1.29) ng m^{-3}, следвана от к-с „Лазур“, със средна сумарна токсична BaP еквивалентна концентрация на ПАВи 0,70 (SD=0,65) ng m^{-3}. Профилът на разпределение на регистрираните ПАВи съединения в пунктовете е сходен, като в най-високо съдържание са Pyr, Chr, Fla, BaP, Phe и IndP (фиг. 1), т.е. ПАВи с 4-ароматни ядра и обикновено свързани с емисии от горивни процеси. През останалите сезони концентрациите на ФПЧ$_{2.5}$ асоциирани ПАВи са приблизително еднакви в изследваните пунктове и над 8 пъти по-ниски от тези, регистрирани в ЦГЧ на града за зимния период, като отново в най-високо съдържание са Pyr, Chr и Fla.



Фигура 1. Box-whiskers диаграма за индивидуалните ПАВи в централната градска част на Бургас, зима 2021 г.

Оценени са и корелационните зависимости между концентрациите на ПАВи и други замърсители. С цел идентифициране на основни източници на замърсяване са изчислени диагностичните съотношения на ПАВи.

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект НИХ-407/2018, финансиран от Фонд НХДТ – Университет „Проф. д-р Асен Златаров“.

Литература

Naydenova, S. et al. (2022). Atmospheric levels, distribution, sources, correlation with meteorological parameters and other pollutants and health risk of PAHs bound in PM$_{2.5}$ and PM$_{10}$ in Burgas, Bulgaria – a case study. *J. Enviro. Sci. & Health*, Part A, 57, 4, 2022.

Използване на данни от услугата за мониторинг на атмосферата (CAMS) на програма „Коперник“ за прогнози и анализи по замърсяване на въздуха в България – първи резултати по проект CAMS2_72BG

Е. Георгиева[1*], Е. Христова[1], Х. Кирова[1], Д. Атанасов[1], А. Стойчева[2], Т. Спасова[1], И. Господинов[2], А. Петров[1]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
[2]Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, НИМХ
Ключови думи: *прогнози, модели, замърсяване на въздуха*
*email: emilia.georgieva@meteo.bg

Въведение

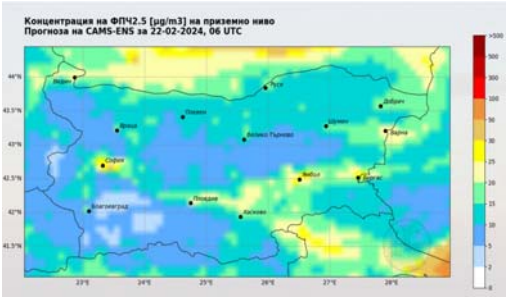
Услугите за мониторинг на атмосферата (CAMS, https://atmosphere.copernicus.eu/) предоставят данни и информация за замърсяването в атмосферния въздух на база съвременни числени модели с асимилиране на данни от наземни и сателитни измервания. От 2023 г. екип на НИМХ работи по първия за страната проект, финансиран от ECMWF по програмата за национални сътрудничества по CAMS.

Цели, основни дейности и методи

Основна цел на CAMS2_72BG е да се използват данни и продукти от CAMS за предоставяне на адаптирана информация в близко до реалното време (прогнози) за концентрациите на различни замърсители за територията на страната, както и за детайлизиране на прогнозите до ниво град. Дейностите са в следните направления – адаптирани прогнози за България, прогнози за Пловдив, анализ на епизоди и популяризиране на резултатите. Използват се основно прогнози от ансамбловия регионален модел на CAMS за Европа (link1) с резолюция около 10 км. Инструмент за детайлизиране на прогнозите за Пловдив до резолюция 250 м е локалната система LAQMS (Atanassov et al., 2006).

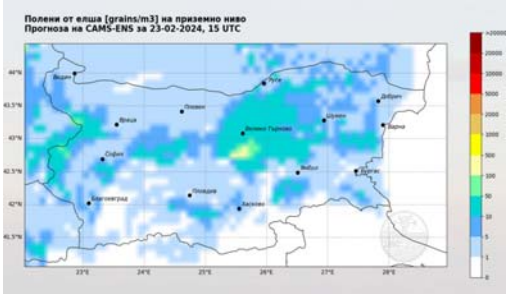
Първи резултати

Прогнози за концентрации над страната на ФПЧ$_{10}$, ФПЧ$_{2.5}$, SO_2, O_3, NO_2, както и пустинен прах и различни видове полени са налични в оперативен режим на https://airquality.meteo.bg.



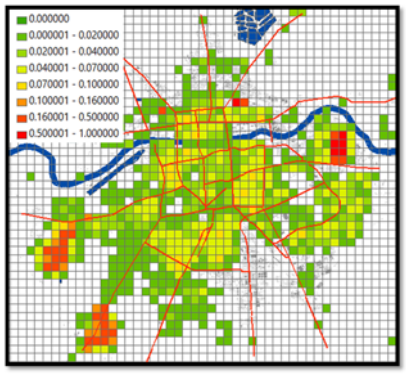
Фигура 1. ФПЧ$_{2.5}$ (µgm^{-3}) – прогноза за 22.02.24 06 UTC

Прогнозите са за почасови и дневни стойности за 4 дни напред. Като примери, фигура 1 показва прогноза за ФПЧ$_{2.5}$, а фигура 2 – прогноза за полени от елша, за конкретен ден и час.



Фигура 2. Полени от елша (grains.m^{-3}) – прогноза за 23.02.24 15 UTC

Фигура 3 показва актуализираните в GIS среда емисии на ФПЧ$_{10}$ от битовия сектор в Пловдив при използване на подход „от долу нагоре“.



Фигура 3. Емисии на ФПЧ$_{10}$ (kg/h) от битовия сектор в Пловдив

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект CAMS2_72BG (2023–2024), финансиран от ECMWF по програма CAMS-NCP.

Литература

Link1: CAMS regional model, available at: https://atmosphere.copernicus.eu/regional-products

Atanassov, D., Spassova, S., Grancharova, D., Krastev, S. et al. (2006). *J. of Environ. Prot. and Ecology*, 7, 260-268.

Универсален термален климатичен индекс и връзката му със случаите на инсулт през лятото във възрастовата група под 60 години в град София

З. Спасова[1*], Ц. Димитров[2]

[1] Дирекция „Промоция на здраве и превенция на болестите“, НЦОЗА
[2] Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *универсален термален климатичен индекс, инсулт, лято, горещи вълни*
*email: z.spassova@ncpha.government.bg

Въведение

Климатичните изменения през последните десетилетия водят до нарастване на честотата, продължителността и интензивността на горещите периоди в много райони по земното кълбо, в т. ч. и България. Продължителният топлинен стрес се отразява негативно на всички хора, включително и тези в активна възраст (под 60 години). Увеличаването на случаите на инсулт, наблюдавано в днешно време, се дължи на нарастващия им брой именно при хора в активна възраст.

Методология

За определяне на топлинния стрес използвахме Универсалния термален климатичен индекс (UTCI), който е световноизвестен и широко използван климатичен индекс, характеризиращ въздействието на топлината върху човешкото тяло. UTCI отразява физиологичните реакции на „средностатистически човек“, базирайки се на метода на топлинния баланс на човешкото тяло. Изследвана е връзката между човешкия топлинен комфорт или дискомфорт и случаите на инсулт във възрастовата група под 60 г., дефинирани като „млади“ (15–44 г.) и „средна възраст“ (45–59 г.) по критериите на СЗО, като е отчетено и разпределението им по пол. Данните за хоспитализираните пациенти се отнасят за периода 2007–2011 г. в София. Сравнен е средният брой приети пациенти при различни стойности на UTCI през топлото полугодие (май-септември): NoTS – без въздействие, MHS – умерено топлинно въздействие, SHS – силно топлинно въздействие, и VSHS – много силно въздействие. Посредством Т-тест на Стюдънт стойностите на средния брой хоспитализирани в различни градации на UTCI са оценени за тяхната статистическа значимост.

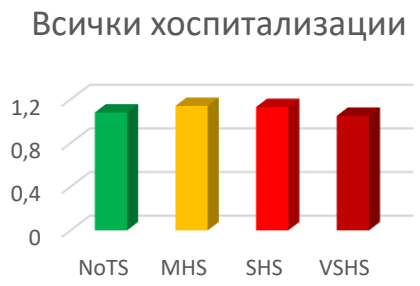
UTCI (°C)	Stress category
UTCI > 46	extreme heat stress
38 < UTCI < 46	very strong heat stress
32 < UTCI < 38	strong heat stress
26 < UTCI < 32	moderate heat stress
9 < UTCI < 26	no thermal stress
0 < UTCI < 9	slight cold stress
-13 < UTCI < 0	moderate cold stress
-27 < UTCI < -13	strong cold stress
-40 < UTCI < -27	very strong cold stress
UTCI < -40	extreme cold stress

Source: Blazejczyk et. al 2014

Фигура 1. Стойности на UTCI и топлинно въздействие

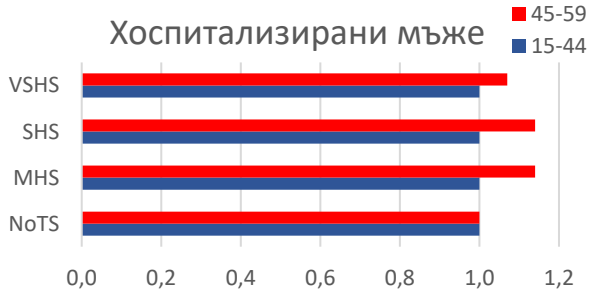
Резултати и изводи

По отношение на средния брой на всички хоспитализирани пациенти за денонощие той е най-голям при стойности на UTCI – MHS и SHS, съответно 1.14 и 1.13 пациенти (фиг. 2).



Фигура 2. Среднодневен брой на всички хоспитализирани пациенти през топлото полугодие (2007–2011 г.)

При мъжете на средна възраст най-голям е средният брой на хоспитализираните пациенти за денонощие при UTCI – SHS и MHS (по 1.14, фиг. 3).



Фигура 3. Среднодневен брой хоспитализирани мъже

При жените на средна възраст по-голям е той при MHS (1.19) и NoTS (1.25) – фигура 4.

Фигура 4. Среднодневен брой хоспитализирани жени

Благодарности: Изследването е осъществено със съдействието на Аджибадем Сити Клиник Болница Токуда – София, която предостави данните за хоспитализираните пациенти за периода 2007–2011 г.

Изследване на въглерод и някои значими въглеводороди в атмосферен аерозол в градска среда

Е. Христова[1*], Б. Велева[1], С. Найденова[2], Л. Гонсалвеш-Мусакова[3], А. Вели[3], З. Мустафа[3], Н. Нейкова[1], Р. Нейкова[1], Е. Георгиева[1], А. Петров[1]

[1]Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
[2]Катедра „Екология и опазване на околната среда“, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас
[3]Централна научноизследователска лаборатория, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас

Ключови думи: *ФПЧ$_{2.5}$, Black Carbon, полициклични ароматни въглеводороди*

*email: elena.hristova@meteo.bg

Въведение

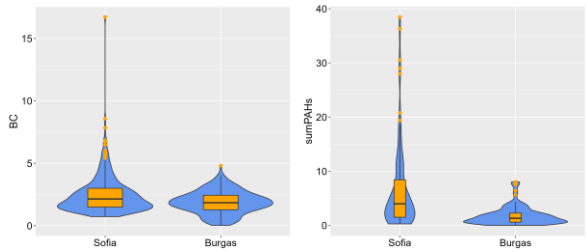
Едни от най-значимите замърсители на атмосферния въздух в градовете са фините прахови частици (ФПЧ). Вредният им ефект върху здравето на човека зависи от техния размер, концентрация и химически състав. В България изследванията на химичния състав на ФПЧ са изключително актуални и не обхващат един значителен клас замърсители: въглерод и въглерод съдържащи съединения. В рамките на проект „CARBOAEROSOL“ за първи път в България са изследвани концентрациите на въглеродни частици – черен въглерод/Black Carbon (BC) и полицикличните ароматни въглеводороди (PAHs) във ФПЧ$_{2.5}$. Те се образуват при непълно изгаряне на изкопаеми горива, биогориво и биомаса както от антропогенни, така и от естествени източници. BC е важен замърсител, който освен върху човешкото здраве влияе и на климата. PAHs са един много важен клас органични съединения и въпреки ниската си концентрация в атмосферата представляват сериозен проблем за здравето на човека. Настоящата работа се фокусира върху изследване на концентрациите на ФПЧ$_{2.5}$, BC и PAHs в два български града: София и Бургас.

Методология и някои резултати

Това изследване се базира на паралелни експериментални кампании в НИМХ и Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас, проведени в периода 2020–2023 г. 24-часови проби от ФПЧ$_{2.5}$ са пробонабирани със стандартизирани устройства (2.3m^{3}h^{-1}), съгласно стандарт EN-12341. Анализът на съдържанието на въглерод е извършен в НИМХ – София, с инструмента MABI (Multi-wavelength Absorption Black Carbon Instrument), който измерва поглъщането на светлина при седем различни дължини на вълната: 405, 465, 525, 639, 870, 940, 1050 nm (Hristova, 2022). 19 PAHs съединения във ФПЧ$_{2.5}$ са анализирани с GC–MS/MS в Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас (Naydenova, 2022).

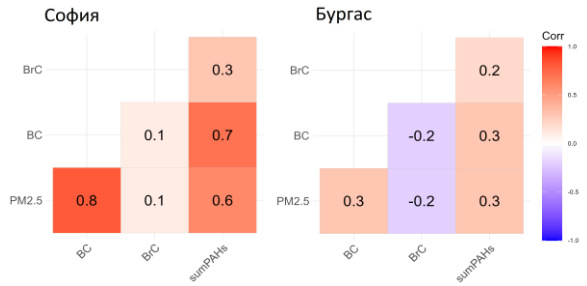
От измерените средноденонощни концентрации на ФПЧ$_{2.5}$ в София 35% (2-104 µgm^{-3}, n=326) превишават препоръките на СЗО (15 µgm^{-3}). В Бургас това са 49% (2-35 µgm^{-3}, n=170).

Дневните концентрации на BC варират от 0.62 до 16.7 (SD=1.5) µgm^{-3} в София и от 0.03 до 4.8 (SD=0.9) µgm^{-3} в Бургас. За изследвания период сумарната концентрация на ΣPAHs за София е в диапазона 0.2–38 (SD=7.78) ngm^{-3}, а за Бургас – от 0.2 до 8.4 (SD=1.72) ngm^{-3} (фиг. 1).



Фигура 1. Violin plots за BC (µg.m^{-3}) и ΣPAHs (ngm^{-3})

Получени са корелационните зависимости между концентрациите на ФПЧ$_{2.5}$, BC и ΣPAHs (фиг. 2).



Фигура2. Корелационни матрици за София и Бургас

Направен е опит за идентифициране на източника на BC и ПАВ с използване на три различни подхода: абсорбция при различни дължини на вълната – LAC$_{\lambda=639\ nm}$ за BC (от дизеловото гориво, изкопаемите горива) и LAC$_{\lambda=405nm}$ – LAC$_{\lambda=1050nm}$ за BrC (изгарянето на биомаса); диагностични отношения на PAHs и модела EPA PMF 5.0 за PAHs.

Благодарности: Това изследване е осъществено в рамките на проект № КП-06-Н34/9 от 19.12.2019 г., финансиран от Фонд „Научни изследвания“.

Литература

Hristova, E., et al. (2022). Black Carbon in Bulgaria – Observed and Modelled Concentrations in Two Cities for Two Months. *Atmosphere*, 13, 213.

Naydenova, S., et al. (2022). Atmospheric levels, distribution, sources, correlation with meteorological parameters and other pollutants and health risk of PAHs bound in PM2.5 and PM10 in Burgas, Bulgaria – a case study. *J. Enviro. Sci. & Health*, Part A, 57, 4.

Изследване на спецификата на замърсяване на въздуха в градска среда

М. Велизарова[1*], Р. Димитрова[1], А. Буров[2], Д. Брезов[3]
*email: margretv@phys.uni-sofia.bg

[1]Катедра „Метеорология и геофизика“, Физически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“
[2]Катедра „Градоустройство“, Архитектурен факултет, УАСГ – София
[3]Катедра „Математика“, Факултет по транспортно строителство, УАСГ – София

РЕЗЮМЕ:

Повече от половината население на планетата (55%) е съсредоточено в градските райони, като през 2050 г. се очаква да достигне 68%. Множество изследвания показват, че замърсяването на въздуха в тези области оказва значително влияние върху човешкото здраве и качество на живот.

Изследването на замърсяването в локални мащаби с отчитане на физическата среда (сгради, улици, паркове и т.н.) е изключително важно поради същественото влияние на този фактор върху хетерогенността в полето на различните замърсители. В представеното изследване са използвани няколко различни модела: WRF, осигуряващ метеорологичните условия, EMIT за изчисляване на надеждни емисии от транспорта от булевардите с интензивен трафик и ADMS-Urban за симулиране на локалните полета на замърсяване.

Целта на това изследване е да представи пространственото и времевото разпределение на основните атмосферни замърсители в различни мащаби от уличен каньон до град София и покрайнините. Първите изследвания с използване на създадени вече инвентаризации на емисиите за град София показаха редица дефицити, което постави необходимостта от разработването на нови емисии от транспорта и битовото отопление, за да се подобрят моделните резултати. Използвайки оскъдни данни за трафика, извадка за геолокация на относителен брой автомобили по улични отсечки и моделирани данни от Отворения транспортен модел, както и допълнително събрани и обработени данни, с помощта на интерполация и машинно обучение, бе постигната сравнително добра оценка на средногодишната денонощна интензивност на движението по уличната мрежа. Получените активни данни бяха използвани за изчисляване на емисиите от автомобилния транспорт с EMIT.

Новата инвентаризация на емисиите от транспорта бе тествана за конкретни улични каньони, направени бяха подобрения в емисионните фактори, свързани с NO_2 и фините прахови частици от ресуспенсия, които да отговарят на реалните условия. Направени бяха няколко експеримента за улични каньони с цел изследване на влиянието на градската инфраструктура върху качеството на въздуха. Продължава изследване за София, за да се оцени новата методология.

Ключови думи: *градско замърсяване, моделиране, емисии от автомобилния транспорт, ADMS-Urban модел*

Направление: Замърсяване на въздуха, екология и човешко здраве