

ХАБИЛИТАЦИОННА РАЗШИРЕНА СПРАВКА

За научните приноси на доц. д-р инж. Любка Георгиева Пашова

за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „професор“ , съгласно

ЗРАСРБ, Постановление № 122/29.06.2018 г., Правилника на БАН (Приложение 1, 14.06.2021г.) и Правилника за академично израстване на НИГГГ-БАН

1. Въведение

Общият брой публикации на доц. д-р инж. Любка Пашова за конкурса е 56, от които 18 са в индексирани и реферирани бази данни на WoS и Scopus, като 10 тях са в списания с импакт фактор. Останалите 36 публикации са в реферирани и индексирани сборници с доклади на национални и международни конференции, 1 е глава от монография и 1 е Методика за оценка на заплахата и риска от наводнения, разработена съгласно изискванията на Директива 2007/60/ЕС и одобрена от МОСВ. В 26 от публикациите кандидатът е посочен като първи автор (в 7 от 18 публикации в WoS & Scopus), като е самостоятелен автор на 4 публикации и на 22 е първи автор. На 18 от публикациите е втори автор, а на останалите 12 – трети (на 8) и следващ (на 4). Общият брой на забелязаните цитати е 202. Индексът по Хирш (H-index) на кандидата въз основа на всички публикации, включени в базата данни на Thomson ISI, е 5(7) (Scopus) и 6 (Web of Science).

Научните и научно-приложни приноси, съдържащи се в представените за рецензиране публикации могат да се систематизират в следните тематични направления

- 1) Използване на съвременни математико-статистически и интелигентни методи за обработка, анализ и интерпретация на геодезически данни
- 2) Изграждане, развитие и управление на национална геопространствена инфраструктура за ефективно използване на данни и информация
- 3) Използване на геопространствени данни и информация за анализ, оценка и картографиране на опасността и риска от природни и техногенни опасности за територията на страната
- 4) Моделиране на гравитационното поле на Земята по данни от спътникови и наземни измервания
- 5) Използване на GNSS данни за сондиране на атмосферата

1) Използване на съвременни математико-статистически и интелигентни методи за обработка, анализ и интерпретация на геодезически данни

1.1. Приложен е интелигентен метод за оценка на риска с помощта на теорията на размита логика и експертно знание [71]. За решаване на мултикритерийната задача е използван модел на йерархична система с две нива в Matlab среда. При оценка на риска са използвани данни от публикувани тематични карти на сеизмичния хазарт, геоложкия риск и гъстотата на населението. Подходът е демонстриран за три населени места в ЮЗ България – Дупница, Благоевград и Сандански. Направена е комплексна оценка на риска

и е установено, че районът на Сандански е най-уязвим в сравнение с другите два. Оценката може да помогне на заинтересованите страни да вземат по-информирани решения за устойчивото управление на изследвания район. В [79] са анализирани съвременни методи за обработка и анализ на геодезически данни, като изкуствени невронни мрежи, размита логика, генетични алгоритми и дърво на решенията. Изтъкнати са предимствата и недостатъците на всеки от методите. Демонстрирана е приложимостта за попълване на пропуски в данни от максимални, средни и минимални среднодневни морски нива за мареографна станция Бургас за двугодишен период чрез изкуствени невронни мрежи (ИНМ). Показано е, че ИНМ са една добра алтернатива на класическите математически методи за попълване на пропуснати данни във времеви редове. Изследванията са продължени в [79] с други два вида ИНМ - FFBD и EST. Тестовият пример е за данни от дневни регистрации на морско ниво за 5-годишен период. Показано е, че ESN моделът за изследване вариациите на морското ниво може да се обучава в реално време и изисква значително по-малък изчислителен ресурс. Архитектурата на ESN може да се използва за онлайн приложения и попълване на пропуски в данните. ESN моделът може да се използва за моделиране и прогнозиране на вариациите на морското ниво с по-малка времева стъпка, което е от съществено значение за прогнозирането на щормови явления в крайбрежните райони. В [84] е предложена друга ИНМ, която да се използва при по-големи пропуски в данните. Разработеният подход може да се използва за попълване на липсващи стойности във времеви редове и да се прилага като алтернатива на други класически методи, като линейна интерполация, методът на пълзящо средно и др.

- 1.2. Приложен е *copula* подход при многовариантен анализ за изследване зависимостите между морско ниво (максимални и минимални средномесечни стойности) и метеорологични параметри (температура на въздуха, атмосферно налягане, валежи и влажност) [77]. Изследвана е връзката между вариациите на морското ниво и измерените метеорологични параметри за локален район във Варненския залив за периода 1970-1997 г. Параметрите са разгледани като многовариантни случайни променливи и са изследвани времевите нелинейни зависимости между тях. Анализът е проведен с използване коефициентите на рангова корелация τ на Kendall, ρ на Spearman и *copula* подхода. Резултатите са използвани за анализиране на възможностите и ограниченията на *copula* подхода за установяване на взаимозависимостта между морското ниво и метеорологичните параметри.
- 1.3. Приложена е непрекъснатата Wavelet трансформация за анализ на локалното проявление на геомагнитната буря на Хелюин в средни географски ширини с използване на *in situ* геомагнитни минутни данни. Анализирани са данни от три геомагнитни обсерватории (GO): Ebro EBR (Испания), Surlary SUA (Румъния) и Beijing Ming Tombs BMT (Китай). Изследвани са вариациите на Н-компонентата на геомагнитното поле за периода 29 до 31 октомври 2003 г. В резултат на изследването чрез Wavelet анализ се разграничават за първи път фините характеристики на йоносферното влияние от влиянието на кръговия ток върху геомагнитния DS индекс в относително високочестотната област. Приложено е Wavelet преобразование за анализ на данни от измерено морското ниво в станция Бургас [119] като са използвани функции на Haar, Daubechies, Morlet и Gauss. Установено е нестационарно поведение в енергийния спектър на основни нискочестотни периоди в осредненото морско ниво, изчислено при определена времева стъпка – дневна, месечна и годишна стойност. Оценени са специфични периодични съставлящи и е проследена

тяхната вариация във времето. Резултатите от изследването са сравнени с подобни проучвания на нивото на Черно море.

- 1.4. Геодезическите измервания и оценки на различни параметри са определящи за много дейности от мултидисциплинарните изследвания в Антарктида, които обикновено не могат да се извършват другаде по света. Те допринасят съществено за подобряване на числените климатични модели и научното определяне на съществените климатични променливи (величини). За първи път са получени оценки на над 30 приливни съставлящи от 15-минутни наблюдения на океанското ниво в мареографна станция, изградена в Българската антарктическа база (БАБ) на о-в Ливингстън [123, 126, 127]. Изчисленията са извършени със софтуерните програми T_tide и U_tide за два времеви реда от наблюдения. Установено е, че приливът е смесен и достига до 2.3 m, който е съществен фактор за навигацията в залива Емона пред БАБ „Св. Кл. Охридски“. За съхраняване на данните и резултатите от проведени научни изследвания в БАБ в Антарктида, е създаден модел на информационна уеб-базирана система [132].

2. Изграждане, развитие и управление на национална геопространствена инфраструктура за ефективно използване на данни и информация

- 2.1. Предложено е разработване на съвместни интернет гео-услуги между България и РС Македония с цел засилване на международното трансгранично сътрудничество [87]. Предоставянето на такива услуги ще допринесат за икономическия растеж чрез насърчаване на обществения достъп до геопортали и техните инструменти. Една от предпоставките за трансгранични съвместими геоуслуги е прилагането на Европейската директива INSPIRE (Инфраструктура за пространствена информация в Европа), която може да осигури оперативно съвместими ресурси на пространствена информация. Направен е критичен анализ на състоянието на прилагане на директивата в двете съседни страни и са дискутирани теми, свързани със създаването на инфраструктура за пространствена информация. Като продължение на изследване на актуалното състояние в двете страни, са оценени етапите на изпълнение на директивата INSPIRE [88]. Анализирани са резултати от подбрани национални проекти, изпълнявани във връзка с разработването на геопортали и предоставянето на продукти и услуги чрез тях. Аргументирана е необходимостта от осигуряване на публичен достъп до геопорталите за обмен на данни. Анализът адресира основите проблеми в двете държави по изграждане на националните им пространствени инфраструктури и начините за тяхното решаване. Предложена е нова организационна структура за България, която да подпомогне и улесни взаимодействието между заинтересованите страни за споделянето на пространствени данни. По-подробно в [89, 91] са анализирани основните постижения на страната по изграждане на националната геопространствена инфраструктура, проблемите при изпълнение на Директивата INSPIRE и възможностите за решаването им. Проследени са основните етапи на изпълнение на директивата в страната и са дискутирани реалните възможности за изпълнение на препоръките. Направен е критичен преглед на изпълняваните до момента проекти, които нямат устойчиво развитие във времето напред. Очертани са основни проблеми по координиране на дейностите между държавните институции, агенции и др., както и необходимостта от стандартизация, метаданни и интернет услуги през геопортали, обучени специалисти, активно участие на всички заинтересовани страни и др. В [103] е представен преглед на текущото състояние на националните инфраструктури за пространствени данни (SDI) на държавите-членки на

Европейския съюз (ЕС), съчетани със специфичните особености за България. Посочени са някои основни предизвикателства в рамките на напредъка при създаването на SDI на ЕС, който се регулира от директивата INSPIRE за провеждане на екологични политики и дейности. Накратко са разгледани наличните сравнителни анализи на основните индикатори за метаданни, набори от данни и услуги за данни, предоставяни от страните-членки на ЕС, като специално внимание е отделено на напредъка на България. Очертани са последните постижения за ускоряване на процеса на прилагане на препоръките на Директивата INSPIRE в България.

- 2.2. В монографията [115] се обобщават основните резултати от изпълнението на научно-образователния проект „Академия „Моят зелен град“ на НИГГГ-БАН, финансиран по програма „Образование с наука“ на МОН. Книгата е предназначена за подпомогане на образователния процес в часовете по природни науки на средните училища в страната и запознаване с научни методи и подходи за работа с данни и информация за околната среда. Основен акцент е поставен на методите за изследване и визуализация на елементи от градската среда чрез ГИС. Систематизирани са базови теоретични и практически указания за работа с QGIS – ГИС с отворен код. Представени са на общодостъпен език научни методи за изследване на основни параметри на качеството на атмосферния въздух, водите и зелените площи на примера на гр. София. Отделено е място и на обекти на културно-историческото наследство на столицата във връзка с разработването на образователни маршрути. Основните резултати са демонстрирани с изготвянето на тематични карти за територията на гр. София.
- 2.3. Анализирани са картографският подход за използване на „Големи данни“ (Big Data) при работа с ГИС в веб среда [118]. С цел постигане на максимална стойност и ориентирано към потребителя изобразяване на картната съдържание, е представено авторското мнение относно частта от BD, която може да се използва за нови продукти и услуги за картографиране. Представена е концептуална рамка за създаване на веб карта, обхващаща няколко етапа на обработка на данни от множество източници, на управление и анализ на данни, както и изобразяването им от реалния свят върху карта. Дискутирани са търговски веб ГИС платформи и безплатни софтуерни решения с отворен код за веб картографиране, като са очертани предизвикателствата, пред които е изправена съвременната картография за създаване на по-добри и по-евтини картографски многоизмерни и многопластови картографски продукти за по-кратко време в различни мащаби на картата. Дадени са примери за добри и несъвършени продукции на веб карти в контекста на BD визуализация. Анализирани са съществуващи пречки в процеса на автоматизация на производството на карти, в разбиране съдържанието на визуализираната карта, добавянето на виртуална реалност / разширена реалност (VR / AR), използването на облачни технологии и суперкомпютри със софтуерни платформи за създаване на карти.
- 2.4. В [117] е анализирано съвременното състояние на наблюденията на Земята (EO) и тяхното ефективно използване в различни области. Обсъдени са постиженията на водещите световни космически агенции, бъдещите спътникови мисии, както и възможностите и перспективите за дългосрочно използване на тези наблюдения за постигане на устойчиво развитие. Подчертана е необходимостта от обединяване на международните усилия за стандартизация на големи EO данни. Анализирани са наличностите на ресурси и съвременни софтуерни и хардуерни решения, които се разработват в облачна инфраструктура. Обобщени са основни източници на информация от EO, каталози, бази данни и архиви, като са представени съвременни методи за обработка на големи данни в областта на геонауките. Данните от EO могат ефективно да се комбинират с други данни

и използване на софтуер с отворен код като QGIS [122]. Дискутирани са теми за стимулиране получаването и разпространението на знания за използване на ГИС софтуер с отворен код, предоставени от OSGeo. В [128] за България са обобщени организационните дейности, предприети на различни нива за координиране на усилията на заинтересованите страни за технологично развитие и иновации в областта на космоса, пряко или косвено свързани с използването на ЕО през последните три десетилетия. Обсъжда се участието на България в GEO и ESA Plan for European Cooperative State (PECS) Споразумението. Обект на анализ са действащите нормативни документи, международни договори, участие на страната в космически програми, научноизследователски и приложни проекти, организационна дейност, образователни инициативи и обучение. Очертани са основните предизвикателства пред научната общност в България и нейните усилия за активно участие в международни програми, проекти и инициативи, свързани с космоса. Обсъждат се глобални инициативи и програми със специално внимание към GEO, EuroGEO, Galileo, Copernicus, EGNOS и др.

3) Използване на геопространствени данни и информация за анализ, оценка и картографиране на опасността и риска от природни и техногенни опасности за територията на страната

- 3.1 В [86] се дискутират европейски директиви, българското национално законодателство и предприетите мерки за борба с наводненията. Направен е анализ на световния и европейски опит при разработване на национални методологии за оценка на заплахата и риска от наводнения по отношение на категориите човешко здраве, околна среда, културно-историческо наследство и икономическа активност. Анализирани са основни фактори за оценяване на заплахата и риска от наводнения в бреговата зона. Препоръчани са конкретни мерки за интегрирано управление на българската крайбрежна зона. В [90] са разгледани методите за изработване на карти на заплахата от наводнения в бреговата зона на черноморските държави. Изработваните специализирани карти за бреговата зона са анализирани по отношение заплахата и уязвимостта от морски наводнения. Направено е сравнение между изработваните карти в отделните черноморски страни и начините за подобряване на тяхното картно съдържание, оформление и визуализация.
- 3.2 В друго изследване [93] е направен преглед и систематизация на налични данни в страната за намаляване на сеизмичния риск чрез използване на ГИС. Въз основа на националната стратегия за намаляване на риска от бедствия, свързани с приоритети на ЕС, се демонстрира интегрален подход за систематизиране на свободно достъпна информация за оценка на сеизмичния риск в страната. Представен е общ концептуален модел за интегриране на геобаза данни от различни източници с конкретно съдържание на отделни тематични модули. Направен е графичен сравнителен анализ на изготвени карти на сеизмичната опасност и отделни инженерно-геоложки елементи. В [94] е представена концепция за оценка на уязвимостта и сеизмичния риск, както и данните, които биха могли да се използват за тяхната оценка. В обобщена концептуална схема се анализират необходимият набор от данни за тяхната оценка на ниво административно-териториални единици. Особен акцент се поставя на оценката на сградния фонд и физическата му уязвимост при земетресения. В контекста на оценка на сеизмичния риск се анализират статистически данни, които са свързани с демографски и социални фактори, изградена инфраструктура и мерки за превенция на сеизмичния риск [95], както и ефективното използване на информационни системи за тази цел [100]. Геопространствената информация, получавана от обработката на многобройни ЕО има ключова роля във всяка

фаза от цикъла на управление на риска от природни бедствия и техногенни аварии [97]. Процесите за управление на риска от природни бедствия и технологични аварии са интер- и мултидисциплинарни, за чието навременно обезпечаване с информация съществен принос имат геоинформационните науки и ЕО. Анализирани са възможностите за съдействие от отстрана на европейските оперативни центрове по програма Коперник и достъп до спътникови данни за превенция на бедствени ситуации. С цел подобряване познанията на най-уязвимите социални групи при природни бедствия и катастрофи [96] е предложено изграждане на обучителен център за предоставяне на конкретна информация адаптирана за възрастта на децата чрез образователни материали, придружени с прости илюстративни обяснения за лесно и бързо разбиране на бедствията. Предложена е концептуална рамка на проект за създаване на Образователен център за бедствия „Спасете живота на децата” в УАСГ. Предложено е конкретно съдържание на образователни и обучителни материали за деца с използване на подходящо оборудване, вкл. на геоданни за образователни цели [106].

- 3.3. Оценката на мулти-рисковете при природни бедствия е една от областите с висок приоритет за международната научна общност. Природните бедствия не засягат равномерно територията на България и някои от тях имат трансгранично въздействие. В [99] е представен подход за картографиране на уязвимостта от множество опасности в национален мащаб. За целите на картографирането се използва свободно достъпна демографска и социална информация, индустриални, бизнес и комуникационни активи и статистически данни за сградния фонд. Предложен е подход от методологични стъпки за изготвяне на карти на уязвимости, които могат да се използват във всички фази на управлението на бедствия.
- 3.4. Участие като съавтор в разработването на методика за картографиране на опасността и риска от наводнения, съгласно изискванията на Директива 2007/60/ЕС, съобразена с изискванията на фаза 2 на Директива 2007/60/ЕК, по-конкретно в част морски наводнения, одобрена от МОСВ през 2013г. [83] Методиката е съобразена със състоянието и наличността на информационната обезпеченост с необходими данни към момента на изготвянето ѝ. Основните приноси са свързани с разработване на методологичния подход за оценка на максимални морски нива, необходими при изготвяне на картите на опасността и риска от морски наводнения по българското крайбрежие. Разработената методика предлага комбиниран подход за изчисляване на максимални морски нива. Методологичната последователност от конкретни стъпки и действия за определяне заплахата от морски наводнения е представена за три различни обезпечености 5%, 1% и 0.1% и при различни сценарии, като са отчетени основните физически процеси и явления в бреговата зона. За изготвяне на картите на заплахата и риска от морски наводнения е разработен алгоритъм от последователни стъпки на работа. Формулирани са основни източници на неопределености, неточности и грешки и са посочени начини за тяхното преодоляване или редуциране. Алгоритъмът е демонстриран на практика за случая на гр. Китен, като са изработени карти при три нива на обезпеченост и различни сценарии на климатични промени. Предложената методика е използвана при първия етап от изпълнение на Европейската директива за наводненията за изготвянето на карти за потенциално застрашените райони от наводнение по българската брегова зона. За подобряване на Методиката, е обоснована необходимостта от подобряване на българската изследователска инфраструктура в западната част на Черноморския регион, което може да подобри способността за по-ефективна оценка на опасността от наводнения и управление на риска в крайбрежната зона с използване на ГИС [101, 102]. С цел бъдещо

усъвършенстване на националната методика за картографиране на опасностите в бреговата зона, е анализирана възможността от използване на непрекъснати регистрации на морско ниво за проследяване на различни природни опасности в бреговата зона [125]. Непрекъснатите регистрации на черноморското ниво са засега единствените инструментални данни за регистрирани вълни цунами през изминалото столетие. В [131] са представени съвременните методи и подходи за оценка на опасността от цунами по българското крайбрежие. Анализирани са източниците за възникване на вълни цунами и регистрирани такива събития в района на Черно море, дължащи се на различни източници. Разглеждат се съвременни методи за изследване на минали събития, числени методи за моделиране на цунами, технологични решения за регистриране и ранно предупреждение и холистични подходи за анализ на опасността и риска от цунами и свързаните с тях несигурности. Представен е пример за регистрирано метеоцунами в края на м. юни 2014 год., включително от геодезическите мареографни станции във Варна и Бургас, което засяга няколко южноевропейски страни от Испания до Украйна. Регистрациите на морското ниво са анализирани съвместно с метеорологични данни от синоптични станции, разположени по българското крайбрежие. Обоснована е необходимостта от извършване на непрекъснати наблюдения на черноморското ниво, които са незаменими за мултидисциплинарни изследвания и редица инженерни приложения в бреговата зона.

- 3.5. Българската крайбрежна зона е изложена на редица природни опасности, където тяхното комплексно въздействие може да предизвика отрицателни социални и икономически последици и промени в околната среда [124;129; 130]. За да отговори на националните нужди и приоритети, изложени в Националната стратегия за намаляване на риска от бедствия 2017–2030 г., в [107] е направен систематичен анализ на данните от Коперник за целите на съставянето на различни картографски продукти за мониторинг на екосистемите в бреговата зона. Анализирани са налични оптични и радарни спътникови изображения, архивни данни от началото на 90-те години и от програма Коперник за района на Западното Черноморие. Разработен е прототип на интерактивна веб-система SatWebMare за българската крайбрежна зона [111]. Интерактивната система е проектирана да предоставя иновативни продукти и услуги чрез геопортал за интегрирано управление на крайбрежната зона. При разработване на веб системата са комбинирани геоданни от различни източници, вкл. спътникови изображения, карти, векторни слоеве и други [116]. Чрез системния веб интерфейс на SatWebMare геопортала се осигурява достъп до приложения и продукти с подобрена пространствена и времева разделителна способност за българското крайбрежие в три области на интерес – морски вълнови климат, природни опасности и геомагнетизъм. Веб система се разработва с използване на свободен софтуер с отворен код, OGS стандарти и в съответствие с препоръките на Европейската директива INSPIRE. След пълното разработване на прототипната система, тя ще позволи да се осигури достъп до продукти и услуги с добавена стойност, които са полезни за министерства, агенции, местни власти и други заинтересовани страни в подкрепа на вземането на решения.
- 3.6. В [117] е направена оценка на динамиката на водонепропускливата повърхност на българското крайбрежие в периода 1975-2018 г., която досега не е проучена подробно. Анализът е извършен за черноморските крайбрежни общини с помощта на платформата Google Earth Engine на данните от GMIS, GHSL (JRC-EC) и GAIA. Направени са изводи за тенденцията на нарастване и разпространение на непроницаемите повърхности в

черноморските общини за четиридесетилетни промени и са дадени препоръки относно националното пространствено планиране в този район.

- 3.7. Разработена е и създадена геопропространствена база данни за дългосрочен мониторинг на околната среда за района на Митровица, Косово [120]. Тя ще предостави аналитични инструменти в подкрепа на управленските решения на местни власти и агенции. Базата данни съдържа топографски елементи и екологични параметри, събрани от различни национални и международни източници със свободен достъп. Всички събрани данни са анализирани, стандартизирани и хармонизирани в рамките на софтуера QGIS с отворен код. Проектираната база данни е уникална по своята архитектура, с възможност за периодичен мониторинг на околната среда в близост до минните райони.
- 3.8 Изправени пред нарастващата честота на бедствия, водещи до огромни щети, много държави са разработили свои рамки за управление на риска от бедствия (DRM). В [121] е обоснована тезата, че геопропространствените данни са решаващ обвързващ елемент във всяка национална рамка за различни етапи от цикъла на управление на бедствия. Многостранните рамки за DRM, като Рамката от Сендай 2015–2030 г. и Стратегическата рамка за геопропространствена информация и услуги за бедствия на Комитета на експертите на ООН за управление на глобалната геопропространствена информация (UNGGIM), осигуряват стратегическата насока, но те са твърде общи, за да се сравняват геопропространствените данни в национални DRM рамки. Проучени са двете рамки и са предложени критерии за оценка на използването на геопропространствени данни за DRM. Изведените критерии са валидирани за сравнителен анализ на националните рамки за управление на бедствия на Индия и България. Валидирането доказва, че критериите могат да се използват за общо сравнение в националните DRM.

4. Моделиране на гравитационното поле на Земята по данни от спътникови и наземни измервания

- 4.1 В [85] са анализирани налични данни за гравитационното и геомагнитно поле от спътникови, морски и наземни данни в района на Черно мор. Изработена е карта на аномалиите свободен въздух. Въз основа на обработените данни са локализиран райони с изразени локални структури на двете полета. Комбинираният анализ на гравитационни и геомагнитни данни са ценен източник за инженерни, проучвателни, минераложки, геоложки и други изследвания на литосферата в района, както и за детайлно им представяне изследване на геодинамични процеси. Обоснована е необходимостта от стандартизация, хомогенизация и пълноценно използване на наличните данни за решаване на научни и приложни задачи в района.
- 4.2 В продължение на предходни изследвания за района на Черно море, в [104] е определена границата на Мохоровичич по данни от спътникови гравиметрични наблюдения за територията на страната. Използвана е итеративна процедура на Parker-Oldenburg и нискочестотен филтър при обработка на данните за получаване на крайното решение. Резултатите са анализирани и сравнени с подобни изследвания за територията на страната. Установени са различия като най-значителни са за югозападната и източната част от територията на страната, като максималните стойности са получени за периферните зони на изследвания район.
- 4.3 Цифровите модели на земната повърхност намират широко приложение в научните изследвания, индустриални, оперативни, военни и други области. Такива модели с висока разделителна способност се получават чрез UAV заснемане, което е извършено с

различни видове дроне в района на Ботаническата градина в София [133]. Комбинирането на наземни геодезически GNSS измервания с тези от заснемането и сравнението с предходни, извършвани от преди 15 години, ще позволи да се изясни състоянието на свлачищния район в по-ново време. Подобно изследване на свлачищни райони по северното черноморско крайбрежие е представено в [129, 130], известно с активната свлачищна дейност. Получените цифрови модели с висока разделителна способност се използват за картографиране и инвентаризация на свлачища и в допълнение за съставяне на цифрови карти на опасностите и рисковете от подобни събития в цялата страна.

- 4.4 За територията на България има свободно достъпни високоточни цифрови модели на релефа с размери на клетката (пиксел) от 1" (~30 m). В статията са анализирани глобалните модели SRTM DEM v4.1 и ASTER GDEM v2. Проведено е изследване на качествата на двата цифрови модела за тестови високопланински район в ЮЗ България. Направена е оценка на точността на надморските височини при сравнение с цифров топографски модел, предоставен от ВГС на БА и с данни от GPS/нивелачни измервания на геодезически точки от ГММП. Получените резултати за височините от трите цифрови модела за тестовия район показват разлики от порядъка на няколко десетки метра, включително и при сравнение с данните от геодезическите измервания. Направени са препоръки относно приложимостта на разгледаните цифрови модели на релефа за различни цели.

5) Използване на GNSS данни за сондиране на атмосферата

- 5.1 В [76] е изследвано локалното влияние на силна геомагнитна буря върху непрекъснатите регистрации на GPS сигнали в перманентна станция SOFI. За силната геомагнитна буря в периода 7-12 ноември 2004г. са анализирани съвместно параметри на геомагнитното поле – геомагнитните индекси Dst и Kp, получени в геомагнитна обсерватория Панагюрище PAG и стойностите на пълното електронно съдържание, определени в станция SOFI. Установени са максимални вариации в TEC от порядъка на 47 TECU които при използване на едночестотни приемници би довело до определяне на координатите на местоположението с грешка от порядъка на 4.9 м. При сравнение на отделните параметри се установява, че геомагнитната буря влияя съществено върху точността на определяните координати, поради внезапни промени в йоносферата поради въздействието на геомагнитната буря.

- 5.2 В [80] се анализира широкото използване на данни от перманентни GNSS станции за изследване на параметри на атмосферата в различните й слоеве. Поради наличността на данни с малка времева стъпка има възможност да се проследява бързото изменение на съдържанието на водни пари в тропосферата и да се прогнозира движението на атмосферния фронт. Демонстриран е пример за бързото изменение на водните пари за денонощие за станция SOFI за разлика от еднократното измерване в станция на НИМХ. Проследено е изменението на TEC за района около Перник по време на земетресението от 22 май 2012г. като са анализирани данни от 10 перманентни станции в района. Показано е, че данните от перманентни GNSS станции могат успешно да се използват за

анализ на параметри на тропосферата и йоносферата с висока времева и пространствена разделителна способност.

- 5.3 Извършено е сравнително изследване за определяне изменението на пълното електронно съдържание в йоносферата за GNSS станция SOFI от преки измервания и моделни параметри, определени от емперичния модел IRI2007 за силната геомагнитна буря през м. октомври 2003г. [110]. Анализирани са планетарните геомагнитни индекси Dst и Kp, хоризонталната компонента на геомагнитното поле и данните за критичната честота f0F2 от йоносферна станция SQ143 в София. Установено е, че моделните параметри, прогнозираны чрез модела IRI2007 при спокойна и смутена геомагнитна обстановка се различават съществено от тези изчислени за тоталното електронно съдържание за периода на геомагнитната буря. Стойностите, определени по модела IRI2007 се различават двойно от реално изчислените чрез GPS данните от станция SOFI, като вариациите между двете стойности са в границите 0-36%. За района на София, моделът IRI2007 надценява или подценява стойностите изчислени за TEC по време на геомагнитна буря. При наличие на достатъчно гъста мрежа от постоянни GNSS станции, проследяването на времевите изменения на TEC – стойностите в йоносферата показва необходимост от подобряване на емперичните модели като IRI2007.
- 5.4. За построяване на глобален емпиричен модел на йоносферата са използвани данни от IONEX файловете, предоставяни от CODE центъра [81]. Разработен е глобален йоносферен модел за прогнозиране на тоталното йоносферно съдържание за 13-годишен период 1999-2011. Емпиричният модел позволява да се правят прогнози за добре известни глобални структури в йоносферата, както и някои дължинни вълнообразни структури. Направена е детайлна статистическа оценка на глобалния емпиричен модел чрез три грешки и неговите възможности за прогнозиране при различни състояния на слънчевата активност, сезона и местно време [82].

03.09.2022 г.

Гр. София

Изготвил:

/доц. Любка Пашова/