

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
СЕКЦИЯ: “Дистанционни изследвания и ГИС”

Теодора Андреева-Нешева

ТЕМА: “Метод и система за интегриран ГИС базиран мониторинг, за прогноза и управление на електромагнитното замърсяване на територията на Столична Община, по данни от наземни измервания”

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация
за присъждане на образователна и научна степен „ДОКТОР”

София, 2018 г.



**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
СЕКЦИЯ: “КОСМИЧЕСКО МАТЕРИАЛОЗНАНИЕ”**

Теодора Христова Андреева - Нешева

“Метод и система за интегриран ГИС базиран мониторинг, за прогноза и управление на електромагнитното замърсяване на територията на Столична Община, по данни от наземни измервания”

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация
за присъждане на образователна и научна степен „ДОКТОР”

*Област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика;
професионално направление 4.4. Науки за Земята; научна специалност „Дистанционни
изследвания на Земята и планетите”*

Научен ръководител:

Проф. д-р Димитър Теодосиев

Научно жури:

Проф. д-н Гаро Мардиросян

Проф. д-р Бойко Рангелов

Проф. д-н Иван Кутиев

Доц. д-р Божидор Сребров

Проф. д-р Димитър Теодосиев

Резервни членове:

Проф. д-р Илия Илиев

Проф. д-н Георги Сотиров

София, 2018 г.

Дисертацията включва 116 страници, включително 28 фигури и 3 таблици, оформени в 5 глави, общи изводи, приноси и публикации по дисертацията. Библиографията обхваща 65 литературни източници. Номерата на фигурите, таблиците и графиките, съответстват на тези в дисертационния труд.

Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита на разширен научен семинар на секция “Дистанционни изследвания и ГИС” на ИКИТ–БАН на 25.06.2018 г., протокол №/.....

Защитата на дисертацията ще се състои на 6 август 2018 г. от 14:00 часа в зала 309 на ИКИТ (София, бул. “Акад. Г. Бончев, бл. 1), при открито заседание на Научното жури.

Материалите по защитата (дисертацията и рецензиите) са на разположение на интересувашите се в сградата на ИКИТ и на интернет страницата на института: www.space.bas.bg.

Автор: Теодора Андреева-Нешева
Тираж: 10 броя
София

Заглавие: “Метод и система за интегриран ГИС базиран мониторинг, за прогноза и управление на електромагнитното замърсяване на територията на Столична Община, по данни от наземни измервания”

1. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Един от факторите за енергийно замърсяване на околната среда е електромагнитното поле. В резултат на изключително широкото приложение на електромагнитната енергия в различни области на човешката дейност, към съществуващите източници на естествено електрично и магнитно полета на Земята, атмосферното електричество и галактичното и слънчево радиоизлъчване, се добавят електромагнитните полета с изкуствен произход. Факт е, че тяхното ниво в редица случаи значително надвишава нивото на електромагнитните полета от естествени източници.

Мониторингът на околната среда, по електромагнитния фактор, поставя сериозно теоретични, технически и организационни задачи и е пряко свързан с проблемите на защита на хората и околната среда от неблагоприятните въздействия на електромагнитните полета в широка честотна област от 0 Hz до 300 GHz. Налице е устойчива тенденция в технологичното и техническо усъвършенстването на средствата за телекомуникация, излъчващи електромагнитна енергия и увеличаване на броя им. Усвояват се нови честотни диапазони, разширява се мрежата за радиовръзки (в това число и мобилната) и радиоразпръскване. Неконтролираното нарастване на електромагнитните излъчвания (ЕМИ), може да влоши качеството на връзката и дори да направи отделни части от честотния спектър неизползваеми, поради което е много важно нивата на ЕМИ и фоновия шум (ФШ) да бъдат наблюдавани и ако надхвърлят допустимите норми да бъдат взети съответни мерки.

Всички тези нововъведения, водят до необходимостта от прилагането на по-развита и разширена оценка на експозицията и мониторинг на електромагнитното замърсяване на околната среда. Електромагнитното поле е биологически активен фактор и поради това, като поле с изкуствен произход, оказва неблагоприятно въздействие върху околната среда и здравето на хората. Това обуславя нуждата от прилагането на специфични методи за измерване, мониторинг и прогнозиране на нарастването на ЕМИ и ФШ. От особено значение за решаването на тези проблеми е необходимостта от създаване на гео-бази данни, съдържащи резултати от измерени нива на ЕМИ и ФШ. След анализ те ще са в основата на създаването на методи за намаляване на ЕМИ и за ограничаване нивата на общия ФШ. Поради тези причини се счита, че мониторинга на ЕМИ и ФШ в различни точки, може да спомогне за предсказването на тези ефекти. Затова от особена необходимост е създаването на гео-база данни (ГИС БД), с резултати от разпределението на измерени нива от мониторинга на ЕМИ в населени места, за продължителен период от време.

Обект на изследване в дисертацията е мониторинга на електромагнитното замърсяване, като теоретични концепции, добри практики и модели в Европа и в света, като динамика в развойните тенденции, през призмата на концепцията за интегриран екологичен мониторинг. Осмислянето и съвместяването на посочените аспекти е трудно не само за описание, но и за анализ, предвид комплексността на проблема, динамиката в проявите му в съвременното, което определя липсата на подобни текстове у нас.

Предмет на изследването са теоретични, методологични и практико-приложни въпроси и казуси, водещи до разработването на метод и система за интегриран ГИС

базиран мониторинг, за прогноза и управление на електромагнитното замърсяване на околната среда. Това от своя страна трасира пътя, към формулиране на единна методология в интересуващата ни област и ще допринесе за включване на електромагнитното замърсяване, като елемент на общото европейско екологично законодателство, изграждане на единна методология за неговия мониторинг, създаване на интегриран екологичен мониторинг на европейско ниво.

Цел и задачи на дисертацията

Основната цел на изследването е разработването на методика и система за интегриран ГИС базиран мониторинг, за прогноза и управление на електромагнитното замърсяване на територията на Столична Община, по данни от наземни измервания. При осъществяване на тази цел, ще се осигури ново специфично знание за мониторинга на електромагнитното замърсяване и база за оптимизиране на този мониторинг, с оглед на разбирането му, като важна част от интегрирания екологичен мониторинг. Създаването на единна методология за мониторинг на електромагнитното замърсяване, би имало определена роля за развитието и повишаването на ефективността на опазването на околната среда и неговото по-добро регулиране на общо европейско ниво и постигането на очакван синергиен ефект. Осъществяването на тази цел ще апробира стабилността и разумността на използваната комбинирана методика в тази област.

Основни задачи:

За постигане на поставената цел, са формулирани следните основни задачи:

- Анализ на основните цели и принципи на европейското право, свързано със защитата на околната среда;
- Анализ на европейската политика в областта на околната среда;
- Преглед на съвременното състояние на проблема с електромагнитното замърсяване;
- Анализ на международното и европейско законодателство по електромагнитното замърсяване на околната среда;
- Преглед на публичното финансиране, от държавите-членки на ЕС, на изследвания, свързани с експозицията на електромагнитните полета (ЕМП);
- Информация за интегрирани системи за мониторинг на околната среда и мониторинг на електромагнитното замърсяване;
- Анализ на съществуващи системи за мониторинг на електромагнитното замърсяване и резултати;
- Методология на мониторинга на електромагнитното замърсяване. Предложен подход за мониторинг на електромагнитното замърсяване;
- Разработване на модел на гео-база данни за мониторинг на електромагнитното замърсяване на територията на Столична Община;
- Избор на подходящ софтуер за събиране, визуализация, съхранение, класифициране и възможности за отдалечен достъп до базата данни;
- Измервания на нивата на ЕМП в различни точки на Столична Община и други населени места и оценка на ефективността на предложената мониторингова система;
- Анализ на резултатите от измерванията на ЕМИ в различни точки от територията на СО и формулиране на препоръки за усъвършенстване на системата за мониторинг.

Методологична основа

Изследването се базира на системния анализ на тенденциите в съществуващото европейско и световно законодателство и правни регламентации, теоретични разработки и реални практики, и на анализ на нуждите и потребностите на населението и научната общност в тази област. Концепцията на изследването се базира на междудисциплинния, интеграционен характер на труда. Концепцията на изследването се базира също така на признаването на универсалните основи на прилагане на науката за разрешаване проблемите, определени от триадите: „минало – настояще – бъдеще” и „технологии – общество – знание”. Прилагането на основните цели на Европейската политика по околната среда, като запазване, защита и подобряване на човешкото здраве и принципите на Европейската политика, като високо равнище на защита, принципите на предпазливостта и предотвратяването, дават една отлична теоретична база и позволяват осъзнаването на нарастващото значение на електромагнитното замърсяване за развитието на екологичните политики, по отношение на здравето на хората.

Методи за изследване:

Методологичната основа на изследването се определя от неговата специфика. Основополагащи са общонаучните подходи, реализирани на основата на системния и на комплексния подход, частично – на информационния и на интегрирания подход. Като общи научни методологични принципи са използвани принципите на теоретичната конструкция, на единството на теория и практика, и на допълнителността. Системният подход налага изискването, обектът да се изследва като система, в нейната цялост, с многообразие от типове връзки и взаимодействия, както вътре в него, така също и извън него. Методите на изследването включват общонаучни компоненти – анализ на екологични принципи и политики, регулации и тяхното приложение, информацията, получена от практическата реализация на подобни системи в други страни, обобщаване и систематизиране на данните от практическата част на изследването, сравнителни и съпоставителни методи, предвид тенденциите към унификация и рецепцията на идеи, технологии, опитности от функционирането на други екологични мониторингови системи, частични такива – метода на аналогията за организацията на цялостната система и др. Данните от тях позволяват да се направи опит за конструиране на интегрирана приложна мониторингова система за електромагнитно замърсяване, която да бъде част от една интегрирана екологична мониторингова система.

Обем и структура на дисертационния труд

Дисертационния труд съдържа: 5 глави с общо 28 фигури и 3 таблици, заключение и 65 литературни източника. Работата е в обем от 116 страници и се състои от анализ на резултатите, публикувани във включената литература, характеризиращи сегашното състояние на разглеждания проблем. Целта и задачите са определени на основа на нерешени до този момент въпроси, касаещи проблематиката. Представени са проведени експерименти и получени резултати, обсъждане и задълбочен анализ на експерименталните резултати. Заключението обхваща основните изводи, постигнати в хода на решаване задачите на изследването и приносите в научно отношение, касаещи работата по дисертацията.

Научна новост

В резултат от изпълнение на задачите в дисертацията, е разработена и обоснована методика и система за интегриран ГИС базиран мониторинг, за прогноза и управление на електромагнитното замърсяване в урбанизирани територии, по данни от наземни измервания. Създадена е единна методология за мониторинг на електромагнитното замърсяване, която има определяща роля за развитие и повишаване ефективността, в областта на опазването на околната среда, както и нейното по-добро регулиране на европейско ниво. Предложен е комбиниран аналитичен инструментариум, за въвеждане на общи принципи, в системата за мониторинг на електромагнитното замърсяване, разработен след систематизиране на сходства, различия, добри практики и интегриране в общата система за мониторинг на околната среда.

Практическа приложимост

Разработена и апробирана е методика и система за интегриран ГИС базиран мониторинг, за прогноза и управление на електромагнитното замърсяване на територията на Столична община, по данни от наземни измервания, която може да се прилага в бъдеще и за други, силно урбанизирани територии.

Апробация на изследванията

Основните резултати върху дисертационната работа са представени от автора с доклади на научни конференции в Брюксел, Белгия, НБУ, както и на научните конференции с международно участие SES 2014, SES 2015, SES 2016 и SES 2017 в София. Авторът е публикувал и 3 публикации по темата на дисертацията в български списания: Proc. IV International Scientific Conference “Ecologization 2012”, NBU, Sofia; Екологично инженерство и опазване на околната среда, ISSN 1311 -8668; Aerospace Research in Bulgaria, ISSN 1313 -0927.

2. ОСНОВНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава I. Увод обхваща: актуалност на проблема, цел и задачи на дисертационния труд, методология на изследването. Представена е на шест страници.

Глава II. Европейско законодателство в областта на околната среда и контрола на електромагнитното замърсяване включва: препоръки и директиви, европейска правна рамка за контрол на ЕМП, прилагане на препоръките в страните членки на ЕС, международни проекти в областта на ЕМП, изводи и препоръки.

Направен е критичен анализ на съвременното състояние на европейското законодателство, в областта на контрола на нейонизиращите лъчения, като важен компонент от политиката за опазване на околната среда. Представена е хронологията на приемане на общоевропейските нормативни документи в тази сфера, като са дискутирани аргументите, в подкрепа на необходимостта от засилване контрола на пределно допустимите дози на облъчване, за пребиваващите в среда на интензивни електромагнитни лъчения, с оглед на превантивния контрол и тенденцията на експоненциалното нарастване на интензивността на нейонизиращите лъчения, в силно урбанизираната градска среда. Дискутирани са някои от основните нерешени проблеми, свързани с различни аспекти от влиянието на електромагнитните лъчения

върху здравето на хората. Предложени и аргументирани са мерки, за подобряване и осъвременяване на общоевропейската нормативна уредба, свързана с контрола на замърсяването на околната среда и по-конкретно с електромагнитното замърсяване.

Европейската политика в областта на околната среда днес включва повече от 300 правни акта, сред които директиви, регламенти, решения и препоръки [11,12]. Един от факторите, за енергийно замърсяване на околната среда, е електромагнитното поле, което поражда тревоги, но все още не е намерило подobaващото си място в регулациите на екологичната политика. В резултат на изключително широкото приложение на електромагнитната енергия в различни области на човешката дейност, към съществуващите източници на естествено електрично и магнитно полета на Земята, атмосферното електричество и галактичното и слънчево радиоизлъчване, се добавят електромагнитните полета с изкуствен произход. Въпреки нарастващия обществен интерес и загриженост към влиянието на електромагнитните полета [22], в европейското законодателство, все още не се отделя достатъчно внимание на електромагнитните полета, като фактор - замърсител на околната среда и с риск за здравето на човека.

Препоръки и директиви

Вследствие на осъзнатото значение на проблема, свързан с електромагнитното замърсяване на околната среда в неговия здравен и екологичен аспект, различни публични органи, включително и Европейската комисия, осъзнават необходимостта от независими научни съвети по този въпрос. Това довежда до създаването през 1992 г. на Международната комисия по защита от нейонизиращи лъчения (ICNIRP), неправителствена организация, включваща независими научни експерти, призната официално от Световната здравна организация (СЗО), която оценява научните резултати от цял свят. През 1998 г. ICNIRP публикува Насоки за ограничаване на излагането на променливи във времето електрически, магнитни и електромагнитни полета (до 300 GHz) [32]. Това е първият цялостен опит да се създаде набор от насоки за защита на здравето на населението от потенциалните последици от ЕМП. На равнище ЕС, нормите за експозиция на гражданите са определени в Препоръка на Съвета от 12 юли 1999 г., относно ограничаването на експозицията на гражданите от електромагнитни полета (от 0 Hz до 300 GHz.). Ограниченията и референтните равнища, които се предлагат в препоръката, са базирани на *насоките на Международната комисия за защита от нейонизиращите лъчения*.

Настоящите стандарти на IEEE и ICNIRP, не защитават достатъчно общественото здраве, по отношение на хроничното облъчване с модулирани електромагнитни полета, (като съвременните технологии, които са импулсно модулирани и активно се използват в клетъчната телефония).

Трябва да бъде направена важна промяна в европейското законодателства, за да се насърчи пазарът и промишлеността да работят за опазване на околната среда. Това може да бъде насърчено от инициативите на институциите на ЕС, но действителните действия трябва да се осъществяват на национално равнище.

Търсенето на различни политически цели, изисква подходящи стратегии за осигуряване на последователност и съгласуваност, между различните сектори и инициативи. Договорът от Лисабон предвижда многократно позоваване на принципа на съгласуваност, като общ принцип на европейската политика и действия както вътрешно, така и в областта на външните отношения.

Новата Рамкова програма на ЕС за научни изследвания и иновации, за периода 2014-2020 г. "Хоризонт 2020", предоставя финансови ресурси за справяне с предизвикателствата пред обществото и околната среда и трябва да се използва по-

ефективно. Те отразяват необходимостта от интегриран подход към предизвикателствата, подкрепа за дългосрочни, средносрочни и краткосрочни иновационни дейности и изследвания. Тази възможност, наред с другото, трябва да се използва разумно, за да се изследват по-систематично негативните въздействия на ЕМП върху човешкото здраве и околната среда в дългосрочен план. С познанията за действителните експозиции ще бъде извършена подробна и надеждна оценка на риска за здравето и ще бъдат установени ефективни мерки за управление и регулаторни промени на равнище ЕС.

Европейска правна рамка за контрол на електромагнитните полета.

Европейската политика, в тази област, включва конкретни препоръки и директиви, регламентиращи действията и задълженията и отговорностите на страните от ЕС, в областта на контрола и ограничаване излагането на населението, на електромагнитни полета (от 0 Hz до 300 GHz).

Такива са:

- **Препоръка (1999/519/ЕС)** на Съвета от 12 юли 1999 г., относно ограничаване на излагането на населението на електромагнитни полета (от 0 Hz до 300 GHz) [1].
- **Директива 2004/40/ЕО** [2], има за цел да въведе мерки за насърчаване и подобряването на безопасността и здравето на работниците на работното място и се отнася до краткотрайни неблагоприятни ефекти върху здравето на работниците, изложени на въздействието на електромагнитни полета, по време на работа. Разпоредбите на директивата, са за "минимални изисквания" и всяка държава членка, може да предвиди по-строги разпоредби. Директивата установява ограничения за излагането на електрически, магнитни и електромагнитни полета с честота до 300 GHz. Никой работник не трябва да бъде излаган на полета със стойности, превишаващи тези граници, които се основават на последиците за здравето и биологичните съображения. Директивата също така предоставя ценности за действие за променливите и статичните полета. Тези стойности са пряко измерими и определят прага, над който работодателите трябва да предприемат една или повече мерки, предвидени в директивата. Спазването на тези стойности ще гарантира спазването на съответните гранични стойности на експозиция.
- **Директива 2004/40/ЕС** е отменена и заменена с нова **Директива 2008/46/ЕС**, която остава редица важни принципи и разпоредби на Директива 2004/40/ЕС.
- **Директива 1999/5 / ЕС** [3] установява регулаторна рамка, за пускането на пазара, свободното движение и използването в ЕС, на радиосъоръжения и крайни далекосъобщителни устройства. Според научен доклад от 2012 г. [38], съществуват много проучвания, които отчитат ефекти от излъчването на мобилни телефони (дори при режим на готовност), безжичното използване на лаптопи, използването на клетъчни телефони от майките, водещи до негативни промени в развитието на плода на потомството.

Нормативна уредба в България [41]

В момента здравният контрол в България, се осъществява по реда на Наредба № 9, за пределно допустими нива на електромагнитни полета в населени територии и определяне на хигиенно-защитни зони около излъчващи обекти (обн., ДВ, бр. 35 от 1991 г., попр., бр. 38 от 1991 г., изм. и доп., бр. 8 от 2002 г.). (Наредба № 9).

Правилата за проектиране, изграждане, реконструкция и основен ремонт на мобилните далекосъобщителни мрежи и на съоръженията към тях, в т.ч. базови станции, са уредени с Наредба № 21 от 2007 г. за правилата за изграждане на мобилни далекосъобщителни мрежи и съоръжения (ДВ, бр. 41 от 2007 г.).

Към момента категоризацията на приемно-предавателните станции е регламентирана със ЗУТ, ЗЕС и Наредба № 1 от 2003 г. за номенклатурата на видовете строежи, като съществуват някои различия. Съгласно разпоредбата на чл. 32, т. 2 от ЗЕС, Комисията за регулиране на съобщенията (КРС) определя конкретните технически изисквания по отношение на електронно съобщителните мрежи и съоръжения към тях. В изпълнение на посочената разпоредба КРС е приела Технически изисквания за работа на мобилни наземни мрежи и съоръженията, свързани с тях. С посоченият нормативен акт се определят параметрите и характеристиките на мобилните наземни мрежи и съоръженията, свързани с тях, чрез които се осъществяват електронни съобщения.

Прилагане на препоръката в страните членки на ЕС.

Държавите членки на ЕС, могат да приемат по-строги мерки за защита, от тези в препоръката, поради което, не по-малко от 9 държави членки, вече направиха това на национално ниво, като сред тях са Гърция, Полша и Белгия [42,43]. Повечето държави членки, приеха Препоръката, а някои приеха свои правно обвързващи мерки, за контрол на експозицията на населението на ЕМП.

Международни проекти в областта на ЕМП

Повечето държави членки на ЕС, финансират със собствени средства изследвания, за потенциалните въздействия на ЕМП върху здравето. Шест страни, Белгия, Швейцария, Франция, Нидерландия, Румъния и Обединеното кралство, финансират проучвания за въздействията върху здравето на хората, от експозицията на ЕМП, използвайки комбинирани източници. В Унгария, Ирландия, Латвия, Малта и Полша, или не се отделят публични средства, за изследвания на потенциалните въздействия от ЕМП върху здравето, или те са твърде ограничени.

В тази глава са анализирани резултатите и приносите, от изпълнението на някои от водещите международни проекти, в областта на изследване влиянието на електромагнитните полета върху здравето на хората, а именно:

- Международен проект "Електромагнитни полета и общественото здраве" [24,25,26];

- Проект: Проучване INTERPHONE на СЗО [39,40];

- Проект: Доклад "Биоинитативна 2012" [23].

Проекти финансирани чрез Рамковата програма на ЕС за научни изследвания (FP7 2007-13) и "Хоризонт 2020" [64]:

- GERONIMO: използване на нови методи - интегриран подход: изследвания, които водят до оценка и подкрепа за управлението на риска.

- HEMIS: Електрически двигатели и мониторинг на здравето за по-голяма безопасност на напълно електрическите превозни средства.

- EU LEXNET: Излагане на ниско ниво на бъдещи мрежи.

- ARIMMORA: Изследване на взаимодействието на електромагнитните експозиции с организми и оценка на риска.

- EMFWELD: Анализ на експозицията на работниците на електромагнитни полета от процеса на заваряване, насоки за оценка и разработване на оценка на риска и уеб базиран риск.

- EMSAFETY: Проект за електромагнитна безопасност. Да се повиши общественото доверие в безопасността на електромагнитните полета в напълно електрическите превозни средства.

- Mobi-KIDS: риск от рак на мозъка от излагане на радиочестотни полета в детството и юношеството.

- WIDEMOB: блокира концепции за ефективно и безопасно използване на функционализирани градски електрически превозни средства.
- ICE PURE: въздействието на климатичните и екологични фактори върху експозицията на ултравиолетовите лъчи и проект на човешкото здраве.
- SEAWIND: оценка на риска и експозицията на безжични мрежови устройства.
- EFHRAN: Мрежови електромагнитни полета и оценка на експозицията.
- SEE-ERA.NET INTAS 10374: Разработване на метод и стратегия за мониторинг на електромагнитното замърсяване в района на Западните Балкани.

Изводи и препоръки

Направен е критичен анализ на съвременното състояние на европейското законодателство в областта на контрола на нейонизиращите лъчения в околната среда.

Предложени и аргументирани са мерки за подобряване и осъвременяване на общоевропейската нормативна уредба, свързана с контрола на замърсяването на околната среда и по-конкретно с електромагнитното замърсяване.

- Настоящите стандарти на IEEE и ICNIRP не защитават достатъчно общественото здраве по отношение на хроничното облъчване с модулирани електромагнитни полета, (като съвременните технологии които са импулсно модулирани и активно се използват в клетъчната телефония).
- Необходимо е да се направят повече изследвания, за да определят кои модулаторски фактори и комбинации, са биоактивни и вредни за живите организми при ниски интензитети и има вероятност да се отразят на здравето.
- Трябва да се прекрати настоящата практика на сегрегация на научните изследвания (отразяващо се на нивата за защита на общественото здраве), от изкуствени раздели по честоти, защото този подход драматично разводнява участието на базови научни резултати и елиминира значителна част от модулираните сигнали, като така редуцира тежестта на доказателствата във всеки процес на оценка.
- Трябва да бъде направена важна промяна в европейското законодателства, за да се насърчи пазарът и промишлеността да работят за околната среда. Това може да бъде насърчено от инициативите на институциите на ЕС, но действителните действия трябва да се осъществяват на национално равнище.
- Търсенето на различни политически цели изисква подходящи стратегии за осигуряване на последователност и съгласуваност между различните сектори и инициативи. Договорът от Лисабон предвижда многократно позоваване на принципа на съгласуваност, като общ принцип на европейската политика и действия както вътрешно, така и в областта на външните отношения.

Новата Рамкова програма на ЕС за научни изследвания и иновации, "Хоризонт 2020", предоставя финансови ресурси за справяне с предизвикателствата пред обществото и околната среда и трябва да се използва по - ефективно. Те отразяват необходимостта от интегриран подход към предизвикателствата, подкрепа за дългосрочни, средносрочни и краткосрочни иновационни дейности и изследвания. Тази възможност, наред с другото, трябва да се използва разумно, за да се изследват по - систематично негативните въздействия на електромагнитните полета, върху човешкото здраве и околната среда, в дългосрочен план. С познанията за действителните експозиции ще бъде извършена подробна и надеждна оценка на риска за здравето и ще бъдат установени ефективни мерки за управление и регулаторни промени на равнище ЕС.

Глава III. Интегрирани системи за мониторинг на околната среда и мониторинг на електромагнитното замърсяване.

Интегрирани системи за мониторинг на околната среда

Мониторингът на околната среда се определя като система от повторни наблюдения върху елементите на околната среда в пространството и времето с определени цели в съответствие с предварително подготвени програми. Обекти на мониторинга може да бъдат природни, антропогенни или природноантропогенни системи. Мониторингът на околната среда е система за наблюдение и контрол за състоянието на околната на човека среда с цел да се разработват мероприятия за нейното опазване, за рационално използване на природните ресурси, за предупреждение при ситуации критични, вредни и/или опасни за здравето на хората, живите организми и техните съобщества, природни комплекси и обекти. Целта на мониторинга не е само пасивна констатация на факти, но провеждането на експерименти, както и моделирането на процеси в качеството на основа за прогнозиране. Мониторингът е специална информационна система за повтарящи се наблюдения и анализ на един или повече елементи върху състоянието на природната среда, предназначена да регистрира, преценява и прогнозира въздействието на антропогенните фактори.[12,17]

Екологичен мониторинг е система, чрез която се наблюдават, анализират и прогнозираат измененията в състоянието на биосферата, настъпили или настъпващи вследствие на антропогенното въздействие. Екологичния мониторинг е система за наблюдение, анализ, оценка и прогнозиране на състоянието на компонентите на околната среда, но не се включва намеса в нея. Екологичния мониторинг само дава необходимата информация за такава намеса.

За осъществяването на мероприятия, свързани с глобалния мониторинг е необходимо наличието на базов (фонов) мониторинг. За базов мониторинг може да послужат продължително действащи териториални комплекси с минимални или практически нулеви предшествващи антропогенни въздействия. Необходимо е да има места, в които се е съхранило някакво нулево равнище на качеството на средата, в сравнение с което би се установила степен на въздействие на човека върху биосферата. През последните години рязко нарасна и делът на информацията в системата на глобалния мониторинг, която се получава от изкуствените спътници на Земята. Тази информация не може да бъде получавана по друг начин.

Поради това, че мониторинга включва не само наблюдение, но и оценка на фактическото състояние на околната среда, както и прогнозиране на нейните изменения и в зависимост от обхвата, задачите, направленията, са различават: Биосферен (глобален); Регионален, локален (импактен); Екологичен; Биологичен; Санитарно-токсикологичен; Международен; Национален; Базов (фонов); Непосредствен мониторинг; Дистанционен (в т.ч. авиационен и космически) мониторинг.

Според факторите и източниците на въздействие мониторингът бива: мониторинг за източниците на замърсяване; мониторинг на замърсяващите компоненти – токсични вещества (газове, пари, прах, аерозоли), различни излъчвания (шум, вибрации, и др.). Тук се включват токсичните елементи и техните съединения, токсични полупродукти и продукти от химически взаимодействия, включително и радиоактивни замърсители.[14,15]

По методите на наблюдение, се различават следните видове мониторинг: мониторинг по физични, химични и биологични показатели; дистанционен

(аерокосмически) или спътников мониторинг. Осъществява се чрез дистанционно аерокосмическо изследване на Земята.

Принципът на действие на мониторинга на околната среда е единен. Започвайки от документални източници – предварително проучване – при наличие на замърсяване – детайлно проучване – оценка на необходимостта от последващ мониторинг.

Интегрираните системи за мониторинг на околната среда, са комплекс от инструменти, методи и средства за наблюдение и изследване на съществуващите взаимовръзки и измененията в различните компоненти, обусловени от вътрешни и външни въздействия. Съществува потенциал в съвместното използването на веб-базирани ГИС и он-лайн инструменти за анализ на изображения при мониторинговите системи за околната среда. Комбинираната мощ от натрупаната база данни посредством техниките за дистанционни изследвания и инструментите за геопространствен анализ с помощта на интернет може значително да редуцира стойността и количеството работа, характерни при традиционните методи за мениджмънт и мониторинг на околната среда.

Интегрирането на веб-базирани ГИС и инструменти за дистанционни изследвания предоставя значителни предимства спрямо традиционните изследователски методи за мониторинг. Последните използват много големи по обем изображения, което изисква сериозен хардуерен и софтуерен ресурс, както и значително количество време за тяхната обработка и анализ. От друга страна, веб-базираната структура акцентира върху потребителски-ориентираните услуги, класифицираните мрежови среди, комуникационните протоколи, клиент-сървър изчислителните модели, което дава уникална дълбочина на получената информация. Интегрирана веб-базирана архитектура най-често се постига чрез комбиниране на три компонента на ГИС-услуги: структура от база данни и многослойна услуга на търсене, прецизен информационен дисплей, инструменти за пространствен анализ. Веб-базираната структура от данни позволява на потребителя да се ориентира в съдържанието на мета-данните. Тук основното изискване е да се създаде стандартизиран формат за ГИС-слоеве и дистанционните изображения, който да позволява интегрираната им употреба. Втората компонента изисква наличие на множество интегрирани сървъри за карти и сървъри за изображения. Тук ключовият момент е създаване на ефективен веб-базиран механизъм за интегрирано представяне на различните по характер изображения, както и клиент-сървър комуникационен протокол. Инструментите за пространствен анализ са свързващото звено в концепцията за интегрираните веб-базирани системи за мониторинг. Съществуват множество Java-базирани аналитични инструменти, които имат за цел да осигурят гъвкави и многостранни възможности за сравнителен анализ. Необходимо е наличието на независима връзка между отделните компоненти в интегрираната система. И тъй като системата е веб-базирана, и трите компонента е необходимо да бъдат достъпни посредством стандартен интернет браузър, който служи като редактор на изображения с лесен и удобен за използване интерфейс.

За съжаление досега интегрирания мониторинг на околната среда, не включва пълноценно, като елемент, мониторингът на електромагнитното замърсяване, въпреки доказаната нужда, поради негативното влияние върху околната среда и човешкото здраве.

Мониторинг на електромагнитното замърсяване

Реализирането на една система за мониторинг на електромагнитното замърсяване на околната среда, е не само научен и технически проблем, но трябва да отразява и възприятието на риска и управлението на риска. Възприятието на риска е

ключов момент. Когато говорим за предпазване на населението от вредното влияние на ЕМП, трябва да имаме предвид следните фактори: увеличаване нивото на страх у населението и намаляване доверието към властите. Поради това трябва да се подхожда внимателно при представяне, анализ и дискутиране на резултатите от работата на една такава мониторингова система.

В сравнение със системите за наблюдение и контрол на състоянието на атмосферния въздух и на повърхностните и подземни води, мониторингът на електромагнитните замърсявания е сравнително ограничен и недостатъчно разработен. Този мониторинг е за системно наблюдение, оценка и прогноза на измененията от дадена територия във времето, като резултат от антропогенната дейност и/или природните процеси. Той има силен географски компонент и по тази причина може да се разглежда, като основна част от специализирана географска информационна система, за ранно откриване на неблагоприятните или нежелани изменения, с оглед да се регулират процесите, които водят до замърсяване.

За да се отговори на тези опасения, са нужни подобрени методи за мониторинг и оценка. Без знания за реалните експозиции, не може да се направи детайлна и надеждна оценка на здравния риск и не могат да се установят ефективни мерки за управление, базирани на доказателства и ефективни програми за комуникация на риска за здравето, както и потенциални регулаторни промени, водещи например до изисквания за новите технологични продукти.

Съществуващи системи за мониторинг на електромагнитното замърсяване

В редица европейски страни, като Португалия, Гърция, Италия, Швейцария, Австрия и други, а също така в САЩ, Япония, Австралия, се прилагат различни схеми и технически решения при реализирането на мониторинг на нейонизиращите лъчения в градска среда.

Един пример е реализираният проект MONIT “MoniT Project: Electromagnetic Radiation Exposure Assessment in Mobile Communications”, от Института по телекомуникации в Лисабон, Португалия [47], съвместно с мобилните оператори Optimus, TMN и Vodafone Portugal, действащи на територията на страната, в периода 2005 – 2007 г. В няколко десетки градове в Португалия са изградени мрежи от автономни станции за измерване на електромагнитните полета, свързани с мобилните комуникации. Резултатите от измерванията от тези станции, са качени на специални web страници, като са достъпни в реално време през интернет, за гражданите на страната. Този проект обаче, нямаше за цел да прави карта, с разпределението на ЕМП за тези области, в ГИС среда.

Наличието на такива разработки и в други европейски страни, като Германия, Италия, Норвегия, Швеция, Австрия, както и в САЩ, Япония, Австралия, Нова Зеландия, Южна Корея и други, потвърждава важността на проблема за мониторинг, контрол, управление и изследване ефектите върху здравето на населението, подложено на електромагнитни лъчения в диапазона до 300 GHz. Най-вече здравните ефекти, са обект на задълбочени изследвания, за което е необходимо натрупването на много данни, както и по-големи периоди от време, за наблюдение на нивата на електромагнитните емисии и изследване на възможните ефекти.

Тези съществуващи системи, не са правени по обща стандартизирана методика за всички, включваща всички нива на мониторинг, не предоставят възможност за автоматизирана интеграция с външни приложения и интегрирани в системите за мониторинг на околната среда. Също така е трудно, данните съхранени в тях, да бъдат използвани от външни за системата информационни портали, а също и в приложения за анализ на учени от външни организации.

Систематизираното наблюдение на електромагнитните полета в околната среда е един от най-ефективните начини за получаване на достоверна и актуална информация за техните характеристики и е необходима предпоставка за извършването на последващи, по задълбочени изследвания, на влиянието им върху човешкото здраве.



Фиг. 2 проект MONIT “MoniT Project: Electromagnetic Radiation Exposure Assessment in Mobile Communications” на Института по телекомуникации в Лисабон.

В същото време, в България все още няма приета и изградена цялостна система за мониторинг на електромагнитните полета.

Изводи и препоръки

Здравните ефекти трябва да са обект на най-задълбочени изследвания, за което е необходимо натрупването на много данни, както и по-големи периоди от време за наблюдение нивата на ЕМП и изследване на възможните ефекти.

Резултатите от тези изследвания, се определят от бурното развитие на телекомуникационните технологии, навлизането им в различни области от живота на хората, стремежа за усъвършенстване на безжичните технологии и едновременно с това – сравнително краткия период от време, в който се извършват наблюдения и изследвания.

Засега няма категорични научни данни за влиянието на ЕМП върху здравния статус на хората. Допълнително, липсва ясна връзка между замърсяването и заболяванията, тъй като данните рядко са ГИС базирани и интерполацията в последствие, е трудна и недостатъчно достоверна.

От решаващо значение е дефицитите в текущия мониторинг и оценка на експозицията на ЕМП, да бъдат преодолени. Този дефицит се отнася до: липса на стандартизирани изисквания за системите на мониторинг; липса на надеждни данни за личните нива на експозиция; липса на модели за анализиране на данните и прогнозиране; липса на връзка с интегрираната система за мониторинг на околната среда.

Глава IV. Методология за мониторинг на електромагнитното замърсяване.

Проучването на електромагнитното замърсяване през последното десетилетие, показва значителен напредък. Наред с новите знания, все още съществуват и значителни пропуски. Изследванията в редица случаи, както в страната, така и в Европа, са единични и се предприемат при поява на рискови ефекти. Освен това, използваните методики не са единни и трудно се осъществява транспонация на знания и модели от един район в друг. Това дава основание и за реализирането на проект, целящ хармонизиране на подходите за изучаване и контрол на електромагнитните замърсявания. Именно желанието за установяване на единен подход при мониторинга на електромагнитните замърсявания и възможността за управляване на процесите в критични зони, ограничаване на риска за околната среда и човека, доведе до разработването на настоящата теза. Тя се основава на няколко стъпки, позволяващи създаване на методологична база за подобни изследвания. В началото на проучванията, като всяко научно изследване, стои необходимостта от набиране на достатъчно по количество и същевременно репрезентативна информация за критичната зона. За постигането на по-добри резултати в изучаване на ефектите от нейонизиращите лъчения върху хората, добре би било измерванията да бъдат разделени на по-малки честотни диапазони.

Допълнително, трябва да бъдат преодолените следните научни предизвикателства:

- Събиране на систематични данни и създаване на парадигмата за наблюдение на експозицията на ЕМП;
- Развитие на подходящо оборудване за наблюдение и оценка на ЕМП;
- Разработване на надеждни и хармонизирани методи за оценка на експозицията, съобразени с нуждите на епидемиологични проучвания;
- Намалване на несигурността в оценката ЕМП.

Разработката на цялостна стратегия за система за мониторинг на електромагнитно замърсяване включва:

- Планиране на системата за мониторинг;
- Установяване на технически спецификации и методи за анализ и мониторинг;
- Мониторинг на електромагнитното замърсяване;
- Математически модел;
- Информация за обществеността;
- План с мерки за органичаване на въздействието от замърсяването;
- Усъвършенстване на системата;
- Връзка с интегрираната система за екологичен мониторинг.

Такава методика ще даде единна база за интегриран екологичен мониторинг и ще позволи хармонизиране на подходите за изучаване и контрол на електромагнитните замърсявания с други замърсители на околната среда. Този единен подход при мониторинга на електро-магнитните замърсявания и възможността за управляване на процесите в критични зони и ограничаване на риска за околната среда и човека, базирано на дългогодишния опит в мониторинга на други замъряващи фактори на околната среда, дава основата за разработване на практическа стратегия.

Мониторингът на електромагнитното замърсяване включва:

- набиране на информация за критичните зони и характеризиране на източниците;
- провеждане на измервания и на системни наблюдения за определяне състоянието на околната среда, по отношение на електромагнитното замърсяване;
- контрол за качеството на резултатите;
- обработване, анализиране, визуализация и съхраняване на информацията;

- осигуряване на информация за целите на планирането;
- осигуряване на информация за оценка риска за здравето на хората и околната среда.

В началото на проучванията, като всяко научно изследване, стои необходимостта от набиране на достатъчно по количество и същевременно репрезентативна информация, за критичните зони и характеризирани на източниците. Установените зони на разпределение на замърсителите, дават база за последващи въпроси, като най-важният от тях е за степента на риска за околната среда и човека. Това се решава чрез анализ на данни, получени при подобни проучвания. За установяване на определени връзки и анализи е необходимо създаването на гео-базата данни. Това ще позволи интегрирано управление на постъпващата атрибутивна информация, визуализация, статистическата обработка, които са достъпни само в ГИС среда. За изграждане на ГИС БД за мониторинг на ЕМП, са необходими следните типове данни:

- Данни, събирани чрез измервания, оценка и анализ;
- Данни от “производителите” на ЕМП: мобилни оператори, електрокомпании, радио и ТВ станции и др. Същите са прилагани за оценка на хигиенно-защитни зони около самите излъчватели, с цел предварителен контрол на излъчването и оценка на възможното облъчване на населението.
- Данни, на база разговори по конкретни въпроси към части от населението, намиращо се в близост до излъчващите системи или заинтересовано по отношение на облъчването с ЕМП.
- Информация от лица, които имат оплаквания от въздействие с ЕМП и анализ на случаите. Най-често източниците са базови станции за мобилна комуникация, намиращи се в близост до техния дом или трафопостове, вградени в сградите, където те живеят или в близост до тях.
- Вторично характеризирани, за онези, за които се счита, че са рискови по отношение на въздействието;
- Планиране на пунктовете за мониторинг и на програмата за мониторинг, основани на извършената оценка на риска.

Мрежата за мониторинг съдържа:

- брой и разположение на станциите, нанесени върху карта;
- географски координати;
- техническа спецификация на средствата за измерване и наблюдение;
- наблюдавани показатели;
- информационна карта за станцията.

За да се осъществи практически системата за мониторинг на електромагнитното замърсяване е необходимо са се планират и осигурят :

- необходими финансови средства за оборудване на мрежата;
- експлоатационни разходи за всеки едногодишен период;
- кадрово осигуряване.

Детайлната оценка на тези елементи, може да се направи на базата на съществуващите системи за мониторинг на води, въздух и други фактори на околната среда.

Дейността по мониторинга на ЕМП се осъществява чрез натрупване, обработка и анализ на информационни масиви, от мониторингови дейности, по отношение на електромагнитното замърсяване. За осъществяване на мониторинга се планират три вида мониторингови програми, с различни информационни цели:

- контролен (наблюдателен) мониторинг - представя тенденциите на запазване или подобряване на състоянието околната среда;
- оперативен мониторинг - насочен е към онези замърсители и локации, които на база оценката на риска и контролния мониторинг са в риск;
- проучвателен мониторинг – планира се за да се установят нивата и риска от случайни и залпови замърсявания и предприемане на подходящите мерки за управление;

Честотите за мониторинг на ЕМП, за всеки от следените параметри, се определя така, че да осигурява достатъчни данни за надеждна оценка на състоянието на съответния елемент. Избират се честоти, съобразени с променливостта на параметрите, които се разписват в цялостна мониторингова програма.

На база данните и информацията от изпълнение на мониторинга се създава Географска Информационна Система. Актуализацията, информационното обслужване и поддръжката на тази система обхваща дейности, пряко свързани с администриране на данни от мониторинга, попълване на географска база данни.

Информационното осигуряване на системата за мониторинг включва:

- събиране на информация от мрежите за мониторинг ;
- съхраняване и организиране на информацията в информационна система за мониторинг
- визуализация на информацията.

Визуализацията на информацията за оценка на състоянието, се реализира чрез географска информационна система, във вид на карта, с оцветявания и символи. Чрез комплексното използване на информацията, се създават условия да се извършва:

- регулярен експертен картографски анализ на потенциалната и реална опасност от различните източници на електромагнитно замърсяване;
- моделни изследвания, свързани с разработване на критерии и препоръки за намаляване риска от електромагнитно;
- експресен и обективен контрол на прилаганите, от страна на местните органи и неправителствени организации, мерки за намаляване на риска.

При практическото реализиране на интегрираната географска информационна система за мониторинг на електромагнитното замърсяване, тя ще може да се използва като:

- Информационно-справочна система, осигуряваща лесен достъп до данните, съхранявани в ГИС и бързата им визуализация;
- Информационно-аналитична система, обезпечаваша, както справочни функции, така и създаване, чрез обработка и анализ на данните качествено нова по съдържание информация за състоянието и изменението на електромагнитното замърсяване във времето и пространството;
- Информационно-моделираща система за оценката въздействието на електромагнитното замърсяване върху природната среда, чрез която могат да се решат следните основни задачи:
 - Избор на местата за проектиране на нови антропогенни обекти и сравнителна оценка на различните варианти на разполагане, като се избере и предложи най-оптималният;
 - Сравнителна интегрална оценка на конкретния вид въздействие (или последицие от реализиране на проектните решения като цяло) върху отделни (или всички) компоненти на природната среда;
 - Сравнителна оценка на резултатите от експлоатацията на обекта в течение на различни интервали от време.

Комплексното използване на информацията от тази система, дава възможност регулярно да се извършва обективен контрол и оценка на източниците и степента на електроматнитното замърсяване, за дадена територия.

Географски информационни системи (ГИС)

Най-широкото определение за ГИС е: “система от технически средства, програмно осигуряване и процедури, предназначени за събиране, съхраняване, преобразуване, анализ, моделиране и възпроизвеждане на пространствено-определени данни” за решаване на проблеми на планирането, управлението и науката”.

Националната научна фондация на САЩ дефинира Географските Информационни Системи, като "компютъризирани системи за управление на бази от данни, които осигуряват въвеждане, съхраняване, обработка, анализ и изобразяване на пространствени (локално-дефинирани) данни". Друга дефиниция на ГИС е: “Компютърно базирана система, която осигурява входа, управлението, манипулациите, анализите и изхода на пространствени и таблични данни”. Тези дефиниции се наложиха сред водещите производители на ГИС. Придържането към тях осигурява приложения, чрез широк набор от продукти, които най-добре подпомагат потребителите. ГИС се създават въз основа на архитектурата на отворените системи. ГИС са не само хардуер и софтуер. Философията на ГИС е, че тези технологии трябва да се обединят с данните, хората и приложенията, за да ги направят напълно функционални системи за обработка на географски процеси.

Универсалните ГИС по същество изпълняват пет процеса или задачи: Вход; Обработка; Управление; Заявки и Анализ; Визуализация.

Типичният набор от ГИС функции включва: въвеждане на данни в системата от съществуващите масиви цифрови данни или чрез цифровизация на карти (сканиране, дигитализиране); преобразуване или трансформиране на данни, включително преобразуване на данни от един формат в друг, трансформация на картографски проекции, промяна на координатни системи; съхранение, манипулиране и управление на данни във вътрешни и външни бази данни; картометрични операции и геодезически измервания; аритметична обработка на растерни слоеве; пространствен анализ; създаване и обработка на цифрови модели; пространствено моделиране или гео-моделиране; визуализация на получени или обобщени данни и обработване на резултатите, включително картографска визуализация, проектиране и създаване на карти и други пространствени изображения, в това число и триизмерни; извеждане на данни в графични, таблични и текстови документи, извеждане на документация и генериране на доклади. Всички тези функции са в полза на процесите на управление и вземане на решения, обосновани на достатъчна, достоверна и навременна информация, обработена според нуждите на конкретната дейност. ГИС съхранява информацията за пространствените обекти под формата на набор от тематични слоеве, които са комбинирани въз основа на географско местоположение. Този прост, но много гъвкав подход, е доказал ефективността си при решаване на голямо разнообразие реални проблеми.

Структура на ГИС

Структурата на ГИС, включва четири подсистеми: за събиране и обработка на данни; за съхраняване и обновяване на данните; за манипулация и анализи; за извеждане и визуализация.

- Подсистемата за събиране и обработка на данни от различни източници, осигурява въвеждането на графичните и атрибутните данни от различни източници, както и възможностите за редактирането им. Източниците са: изображения-снимки, цифрови изображения, карти-топографски, географски, специални; съществуващи данни в цифров вид - САД, цифров модел на релефа и др.; информационни системи и

БД; статистически данни-годишници, отчети; речници, справочници, списъци; официални документи-законали, книги, регистри; литература-архиви, публикации и др.

- Подсистема за съхраняване и обновяване на данните – в нея се организира подходящ формат на данните, за целите на последващото им използване от потребителя. Използват се известните модели за организация на данните: йерархичен, мрежов, релационен и обектно-ориентиран. В момента, най-често използваните ГИС са базирани на релационен модел на данните.

- Подсистемата за манипулация и анализи на данните, изпълнява следните задачи: идентификация на обектите от един район, търсене на място в пространството, по определени признаци и условия; типизиране, райониране и класификация на обектите в пространството и др.

- Подсистемата за извеждане и визуализация на данните, осигурява извеждането на резултатите в графичен и табличен вид. В допълнение, може да има възможност за получаване на картографско изображение. Извеждането на такова изображение, е само по възможностите на системи с модул за автоматизирана картография. Обектите могат да се изобразяват с техните условни знаци и надписи.

ГИС работи със следните логически единици - път, постройка, гора и др. Данните за тези обекти са: графични, атрибутни и др.

Графичните данни се състоят от геометрия, за описание положението и големината на обекта в пространството и графични характеристики-символи, цвят, шриховка, дебелина на линията, запълване и др. Според геометрията, обектите са точкови, линейни и площни. Тя може да се представи чрез векторен и растерен модел. Атрибутните данни са описателни-свойства на обектите от местността, вид растителност, височина на постройката и др.

Програмно Осигуряване

Програмното осигуряване на ГИС не е самата система, а средата и инструмента, с който се използва ГИС. Програмното осигуряване на ГИС е изградено на базата на системи за компютърна графика, потребителски интерфейс и база данни. Използват се различни хардуерни платформи и операционни системи, съвместими с отворените системи. Форматите за обмена на данни са стандартни.

Технически средства

От една страна, се използват типичните конфигурации: компютър, терминал, клавиатура, мишка, както и стандартна периферия, като твърд диск, принтер, плотери др. От друга страна, на входа на ГИС могат да се използват дигитайзер, скенер, фотограметричен апарат, геодезически инструменти. Новите ГИС се предлагат за различни хардуерни и софтуерни платформи от микрокомпютри до големите машини.

Алгоритми за обработка на данните от експерименталните резултати.

Натрупаните в гео-базата данни от измерванията, се обработват със софтуер за обработка на дълги времеви редове от данни, които дават възможност за анализ и оценка на динамиката на изменение на нивото на електромагнитните лъчения в изследваните райони. Изследвани са пространствените и времевите характеристики на източниците на електромагнитно замърсяване, по предварително разработени критерии, като: денонощните вариации, метеорологичните условия, геомагнитната обстановка, урбанистичните характеристики на околната територия. Тези критерии включват също така и норми за локализиране областите с максимален интензитет (спрямо определените санитарно допустими норми, съгласно националните, европейски и на СЗО наредби). Един от крайните продукти от провеждания мониторинг и изследвания на пространственото и времето разпределение на електромагнитното замърсяване, е изготвянето на карти с разпределение на ЕМП в различните честотни диапазони, за конкретните територии и времеви интервали. Тези

карти могат да служат за формулиране на изводи и алгоритми за контрол и използване на резултатите от мониторинга на ЕМЗ, при вземане на управленски решения от местните органи на управление.

Предимствата на предлаганата мониторингова система се състоят в съхраняване и достъп до данните от резултатите от измерванията, чрез изграждане на ГИС база-данни, за моделиране разпределението на ЕМП, заедно и с други физични и химически фактори, влияещи върху състоянието на околната среда, като шум, температура, влажност, химически компоненти на въздуха, йонизиращи лъчения и други, от наземнен комплекс. Това дава възможности за провеждане на разширен и задълбочен анализ, за влиянието на различните фактори на околната среда върху здравето на хората.

Обоснованост и реалистичност на предлаганата методология

Части от практическата реализация на предлаганата методология е разработвана и прилагана на държавно и корпоративно ниво през последните 10 години в държави членки на ЕС, като Португалия, Италия и Австрия. Поради различният характер на достъпността на наличната информация, необходима за провеждане на анализите и различната апаратура, използвана от екипите в тези страни, методологията се различава в концептуалната и техническата си реализация. Подобни примери за различия, са залагането на конкретен тип измервателна апаратура, или използването на точно определен ГИС софтуер, или телеметрична система за пренос на събраните и анализирани данни.

Анализираните конкретни данни от измервания в различни пунктове в градска среда и получените резултати досега, потвърждават необходимостта от провеждането на непрекъснат мониторинг на електромагнитното замърсяване или електромагнитния фон в големите градове, на територията на страната. Натрупаните данни ще са необходими и за осъществяването на изследвания за връзката между облъчвания с нейонизиращи лъчения и влиянието им върху здравето на хората. Най-добрият начин за това, е създаването и използването на мониторингова система за големите градове, която да позволява непрекъснати измервания в различни точки, интегриране и съхраняване на данните за параметрите на ЕМП в единна база данни, свързана с Географска Информационна Система. Съобразно резултатите от изследването, могат да се изготвят обосновани предложения, за оптимизиране на мрежата от клетки на телекомуникационните оператори, с цел намаляването на риска за здравето на населението.

Техническа реализация на системата за мониторинг

Основните предпоставки за разработване на системата са:

- Съвременните норми и изисквания за информираност на обществото относно състоянието на компонентите на околната среда, имащи пряко или косвено отношение към здравния статус на населението;
- Необходимост от независим обективен контрол за спазването на санитарно допустимите норми за електромагнитно облъчване на населението, извън задължените по своята същност държавни органи към Министерския Съвет и Министерството на здравеопазването;
- Отсъствието в София и в страната на системни изследвания и непрекъснат мониторинг на нивата на електромагнитните лъчения;
- Необходимост от повишаване знанията на обществото като цяло, за развитието на телекомуникационните технологии и тяхното отражение върху различните аспекти на нашия живот;

- Наличието на добър опит в практическата реализация на частични мониторингови системи, като Австрия, Германия, Швейцария, Гърция, Португалия и други, които обаче не са обединени и привързани към географска информационна система;
- Развитие на системата за мониторинг на електромагнитните лъчения и създаване на специализирана ГИС базирана система от данни, за контрол, анализ и управление на електромагнитното змърсяване, за провеждане на научни изследвания и вземане на управленски решения от общински и държавни органи;
- Съвременните тенденции за развитие на двупосочните взаимоотношения научни изследвания/практически приложения.

Техническата спецификация на наземния комплекс за измерване на електромагнитно поле [50,51,52,53,54], включва следните елементи:

- Апаратурен състав – избор и синтезиране на апаратурен състав, за измерване на параметрите на електромагнитните полета, по отношение на: измерван параметър, единици на измерване, динамичен диапазон, абсолютна точност на измерване и др.
- Брой и конфигурация на измервателните пунктове – определяне структурата на наземния измервателен комплекс (GMC), по принцип състоящ от периферни измервателни (RMP) и централен пункт (CP), както и броят и разположението им в изследвания район.
- Алгоритми и циклограми на измервания – синтезиране на оптимални алгоритми и циклограми на измерване и регистрация на данните, гарантиращи възможно най-висока ефективност.

Анализ, оценка и избор на апаратура, подходяща за използване в комплекса за мониторинг на електромагнитните полета (ЕМП) в честотния диапазон от 10 Hz до 8 GHz.

От опита на ИКИТ–БАН в областта на измерване на електромагнитни полета и публикувана информация за използвана апаратура, от научни и държавни организации в Европа и света, може да се обособят две групи апарати, според използваните антени. [50,51,52,53,54]. Едната група използва “изотропни” антени, за детектиране на електромагнитни вълни, разпространяващи се в околната среда и достигащи до антената от всички посоки на пространството (от 360°), а другата група са с “насочени” антени, детектиращи електромагнитни вълни от определен пространствен ъгъл. В момента на пазара се предлагат различни модификации на измервателна апаратура, отличаваща се по следните основни параметри: честотни диапазони; чувствителност и точност на измерванията на параметрите на електромагнитните полета; възможности за захранване (стационарно или автономно - със слънчеви панели); възможности за съхраняване на резултатите от измерванията в различни по обем цифрови файлове; предаване в реално време на данните до определени приемни станции; дистанционно управление и настройки на измерваните параметри и други.

Според параметрите на измервателните апаратури, могат да се предложат няколко, удовлетворяващи основните изисквания, за провеждане на продължителни измервания в широк честотен диапазон, с възможности за обмен на информация и настройки от разстояние, както и да разполагат с автономно захранване.

Първият от избраните подходящи апарати е на американската фирма Narda Safety Test Solutions. Подробна информация за характеристиките и възможностите на всички предлагани уреди, както и на притежавания от ИКИТ-БАН апарат NARDA MULTI-BAND EMF AREA MONITOR AMB-8057-03 със слънчев панел, може да се намери на сайта на фирмата (www.narda-sts.com). Освен някои технически предимства относно точност, линейност, обем на памет и др., посоченият апарат притежава две съществени предимства: възможност за оценка на полето на под-диапазони, което е валидно и в двата честотни диапазона (до 3GHz и до 7GHz); възможност за

едновременна оценка (мониторинг) на Е и Н компонентите на полето, в една станция „Combi Probe”. Мобилната апаратура Narda AMB – 8057, предоставя възможности за визуализиране и преглед на информацията от измерванията, по избор: за определена дата или седмица; за определен период от време - седмица, или денонощие, за целия честотен диапазон (100 kHz – 7 GHz); за определен поддиапазон, от честотния диапазон (100 kHz – 7 GHz), пикови стойности или усреднена стойност за определена честота; за определен интервал от време от денонощието, за наблюдаване на фини ефекти в разпределението на излъчваната мощност за дадена честота. С мобилна апаратура Narda AMB – 8057 може да бъдат извършвани настройки от разстояние, чрез мобилна връзка, а също така и да бъдат изтегляни натрупаните данни от измерванията, записани в паметта на прибора автоматично, или по команда, в определен времеви интервал, определен и или избран предварително.

Друг подходящ уред, за измерване на електромагнитните емисии в околната среда, с какъвто разполага и провежда измервания ИКИТ-БАН, е един вариант на мобилна апаратура “SPECTRAN”. Комплектът включва прибор “SPECTRAN NF 5010” измерващ в диапазона 1 Hz до 1 MHz и “SPECTRAN HF 6060”, измерващ в диапазона 1 MHz до 7 GHz. Всеки комплект съдържа още и две антени, съответно за първия и втория прибори (тип HyperLOG 7060). Към комплекта се използва и специализиран софтуер, закупен от фирмата производител, позволяващ визуализиране и съхраняване в различни формати, на данните от измерванията, за провеждане на последващ спектрален анализ. Това позволява не само да бъдат охарактеризирани отделните обекти, излъчващи електромагнитни вълни, но и да бъде измервана плътността на излъчваната мощност, чрез пряко насочване на антената на прибора, към излъчващия обект. Резултатите от измерванията могат да се визуализират в реално време и се записват на преносим компютър, на който е инсталиран софтуер на фирмата AARONIA AG, позволяващ провеждане на настройките, измервания, визуализиране и съхранение на резултатите в графичен и цифров вид. Апаратите “SPECTRAN NF 5010” и “SPECTRAN HF 6060”, са окомплектовани с насочени антени за измерване на електромагнитни полета в диапазона от 1 Hz до 35 GHz. Вече се произвеждат и предлагат апарати SPECTRAN и с изотропни (3D) антени, за диапазона от 680 MHz до 40 GHz. Подробна информация за характеристиките и възможностите на всички предлагани версии на апаратурата, както и съответния фирмен софтуер за обработка, съхранение и визуализация на данните от измерванията, могат да се прегледат на сайта на фирмата <http://www.aaronia.com/>.

При изграждането на система за ГИС базиран мониторинг на електромагнитното замърсяване на територията на Столична община, е обосновано и задължително използването на апарати, не само с изотропни, но и с насочени антени.

Избор на софтуер за моделиране разпределението на ЕМП.

При разработването на специализиран софтуер, за изготвяне на карти за разпределението на електромагнитните емисии, по данните от измервателните станции в различните райони на София, привързани към географската информационна система ГИС, са необходими данни за: координати и характеристики на основните излъчващи обекти на територията на София, например базовите станции на мобилните оператори; сателитни изображения на отделните райони на столицата, за който ще се извършва моделното пресмятане на разпределението по мощност на излъчване на различните източници; специализиран софтуер, като предлаганият Модул Feature Analyst–ArcGIS [31], за моделиране и обектно-ориентирана класификация на сателитните изображения. Той ще позволи да се извършват обектно-ориентирани класификации на многоспектралните сателитни изображения, за районите, обект на системата за

мониторинг на електромагнитното замърсяване; база данни за характеристиките и координатите на отразяващи обекти от градската инфраструктура.

Натрупаните в гео-базата данни от измерванията, се обработват със софтуер за обработка на дълги времеви редове от данни, който дава възможност за анализ и оценка на динамиката на изменение на нивото на електромагнитните лъчения в изследваните райони.

Модел на гео-база данни (ГИС БД) с резултати от ЕМП измерванията.

Моделирането на една гео-база данни протича на няколко етапа. Първият етап от който е концептуалното моделиране, което представя реалността на най-високо ниво на абстракцията [63]. Концептуалното моделиране на геобазата данни не се събразява с хардуерните и софтуерните имплементации на базата данни, но на този етап се създава моделът на данните. Следващият етап от моделирането на геобазата данни е създаването на логически модел на геобазата данните, който избира системата за управление на базата данни (СУБД) [57,58,59,60,61,62].

Концептуално моделиране

Използваните данни за настоящето изследване са поделени на следните групи:

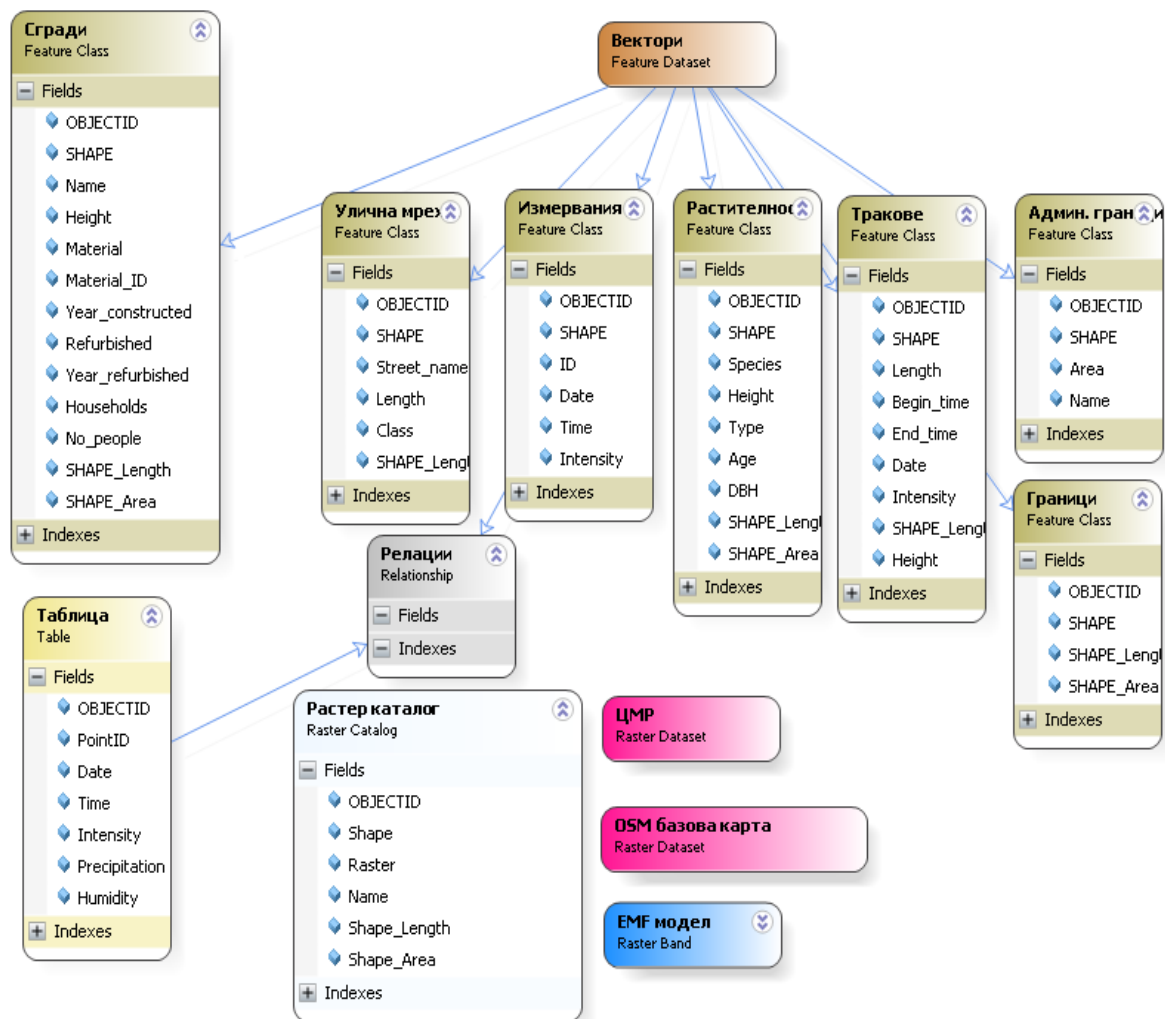
- 1) векторни данни - наземни (полеви) измервания. Определянето на пунктовете на пробовземане и пробонабиране е на основата на траковете събирани с мобилно приложение и данните от перманентните станции NARDA на ТУ-София и ИКИТ-БАН и Spectran собственост на ИКИТ-БАН (производство на немската фирма AARONIA AG (www.aaronia.de). Комплектът включва прибор "SPECTRAN NF 5010" измерващ в диапазона 1 Hz до 1 MHz и "SPECTRAN HF 6060" измерващ в диапазона 1 MHz до 7 GHz), сградния фонд, уличната мрежа и граница на района на изследване и общината;
- 2) растерни данни – спътникови и производни (промеждутъчни) – получени на основата на моделиране на входните данни;
- 3) табличен тип данни – в този тип данни се съхраняват пълния набор от данни постъпващ от наземните измервания, които са свързани посредством релационен клас с векторния тип данни.

Логическо моделиране

С цел съхраняване, визуализиране и управление на геопространствената информация необходима за изготвянето на емпиричния модел на полето на разпространение на Електромагнитната радиация – електрична компонента, се създава логически модел на геобазата данни. За целта е избрана система за управление на базата данни (СУБД) на основата на файловата геобазата данни (File Geodatabase) в ArcInfo/ArcCatalog 9.3 (esri Inc.) [56], предимствата на която пред потребителската геобазата (Personal Geodatabase) данни в ArcCatalog /ArcInfo 9.3, са основани на възможностите за добавяне на нови спътникови изображения и управлението на данните вътре в геобазата данни посредством вътрешна файлова структура, както и практическата липса на ограничения за обем на входната информация. Друго предимство на файловите геобазата данни е възможността за добавяне на различна по обем и обхват пространствена и непространствена атрибутивна информация, валидиране на пространствени и непространствени данни, посредством методите на геометричната топология, подтиповете и домейните.

Физически модел на геобазата данни

За апробирането на модела на полето на разпространение на Електромагнитната радиация – електрична компонента, се преминава от логическо на физическо моделиране на геобазата данни. На Фиг. 1. е представен физическият модел на геобазата данни в ArcGIS 9.x/ArcCatalog [56], който е получен в ArcGIS Diagrammer ver. 1.0. Както е отбелязано в логическият модел на геобазата данни, типовете данни са векторен, растерен и табличен.



Фигура 11. Физическа организация на геобазата данни.

Векторен тип данни

В геобазата данни се съхраняват четири набора от векторни обектни класове (Feature Dataset) – цифров модел на релефа - Digital Elevation Model (DEM_source), наземни контролни точки - Ground Control Points (GCP), растителност.

Обектните набори от данни съхраняват обектни класове (Feature Class), като сгради, улична мрежа, тракове, граници (на общината и на района на изследване). За поддържане на връзките към атрибутивните данни от обектния клас Tracks, е създаден релационен клас към таблицата с измерванията, съхранявана отделно в геобазата данни.

Вторият набор от данни с векторен тип обектни класове е източника на данни за създаване на цифровия модел на релефа (ЦМР), това са точкови (коти и абсолютни надморски височини в метри – point cloud). Тези данни се съхраняват в геобазата данни с оглед създаване на допълнителни цифрови модели на релефа.

В третият набор от данни с обектни класове GCP се съхраняват схемите на пробовземане и пробонабиране, т.е. картите на фактическия материал, GPS точките с техните координати и пътищата (tracks) по които са осъществени теренните изследвания и измервания. Точките на пробовземане и GPS точките са свързани към фотографска информация – фотоснимки, с цел по-ясна идентификация на точките при повторно посещение.

GPS измервания

Направени са серия от GPS измервания за по-точно привързване на спътниковите изображения и определяне на местоположението на събраната полева информация (ground truthing) с цел валидация на резултатите и оценка на грешката при класификацията на земеползването и земното покритие на спътниковите изображения.

Растрен тип данни

В геобазата данни е създаден един растрен каталог с различен набор от входни – сурови спътникови изображения от Landsat и изображения със стойности в отразителни характеристики заснети към датата на измерванията с цел ситуационен и последващ анализ. Формата на данните, които се съхраняват в геобазата данни от Landsat TM, и ETM+, е GeoTIFF за ниво на обработка с корекции за терена - Level 1T (terrain corrected), или за системни корекции на терена - Level 1Gt (systematic terrain corrected) или системни корекции - Level 1G (systematic corrected). Организацията на данните е за всеки канал от данни на една Ландсат сцена в GeoTIFF формат е в панхроматично, некомпесирано изображение, кодирано в 8-bit запис от положителни целочислени стойности вариращи от 0 до 255. Файловете с метаданните с разширение (.MTL) са включени в данните обработени до ниво Level-1 Product Generation System (LPGS). Файл съдържащ ground control points (.GCP) използван за обработката на изображението до съответното ниво е включен също. Историята на обработката на изображението (.WO) се съхранява във файл, който е наличен само ако данните са обработени от National Landsat Archive Production System (NLAPS). Отделно в геобазата данни се съхраняват три растрени слоя с цел анализ и визуализация:

Цифров модел на релефа (ЦМР)

В растрен обектен клас се съхраняват данните за ЦМР, които представляват растр с размер на клетката 30 m × 30 m. За изготвянето на ЦМР са използвани входните данни от ASTER GDEM v.2. ЦМР е особено важен и при моделирането на полето на разпространение на електромагнитната радиация – електрична компонента, тъй-като релефа представлява препятствие при разпространение на EMF.

Данни от OpenStreetMap (OSM)

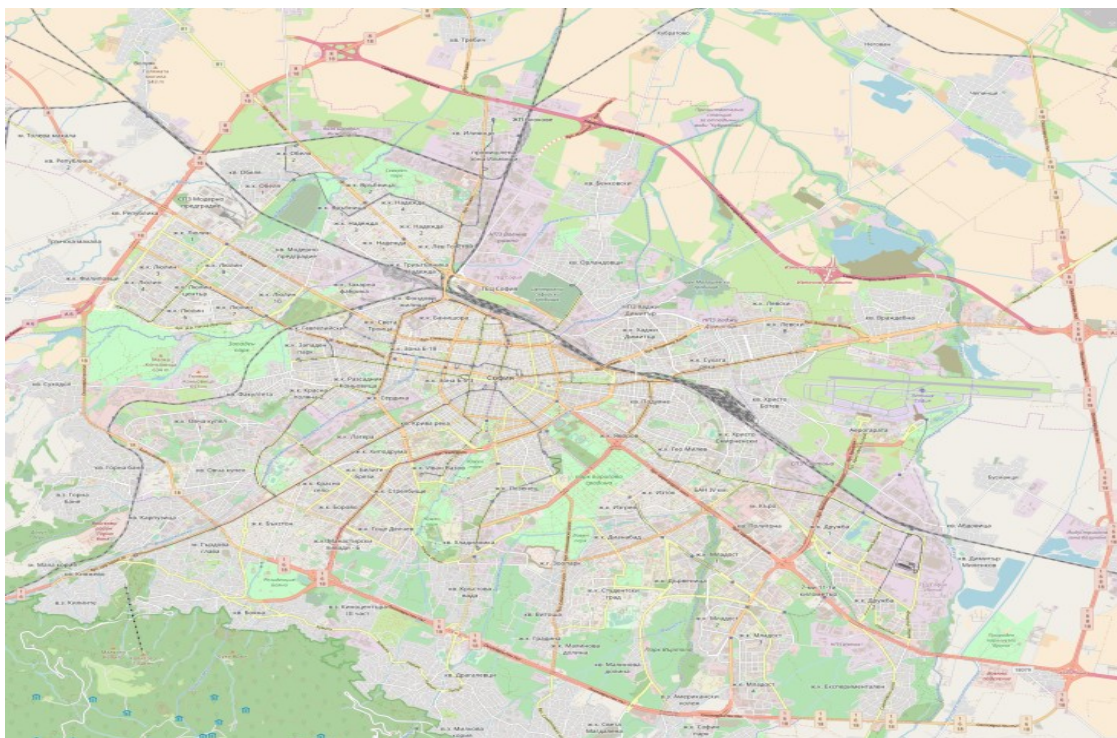
Тъй-като почти всички измервания са направени в градска среда са избрани свободно достъпни данни от OpenStreetMap, които дават възможност за правилно позициониране на полевите измервания по адрес.

Цифров модел на полето на разпространение на Електромагнитната радиация – електрична компонента.

Този модел се получава в резултат на интерполацията на входните данни от измерванията с мобилните и перманентните станции NARDA, като се отчитат ограниченията на урбанизираната територия – сгради, растителност. Той е част от аналитичния модул на гео-базата данни и може да се визуализира след предварителна селекция и анализ на мощността на полето по електрична компонента в определен честотен диапазон.

Табличен тип данни

Табличните данни в геобазата данни съхраняват информация за интензитета на електричната компонента на електромагнитното поле, данни за валежите и влажността на въздуха оказващи влияние при разпространение на електромагнитната радиация са събрани от НИМХ-БАН и наблюдателната мрежа на ИАОС, а също и такива със свободен достъп в интернет.



Фигура.12 Екранно изображение от растерен тип данни от OSM съхранявани в гео-базата данни.

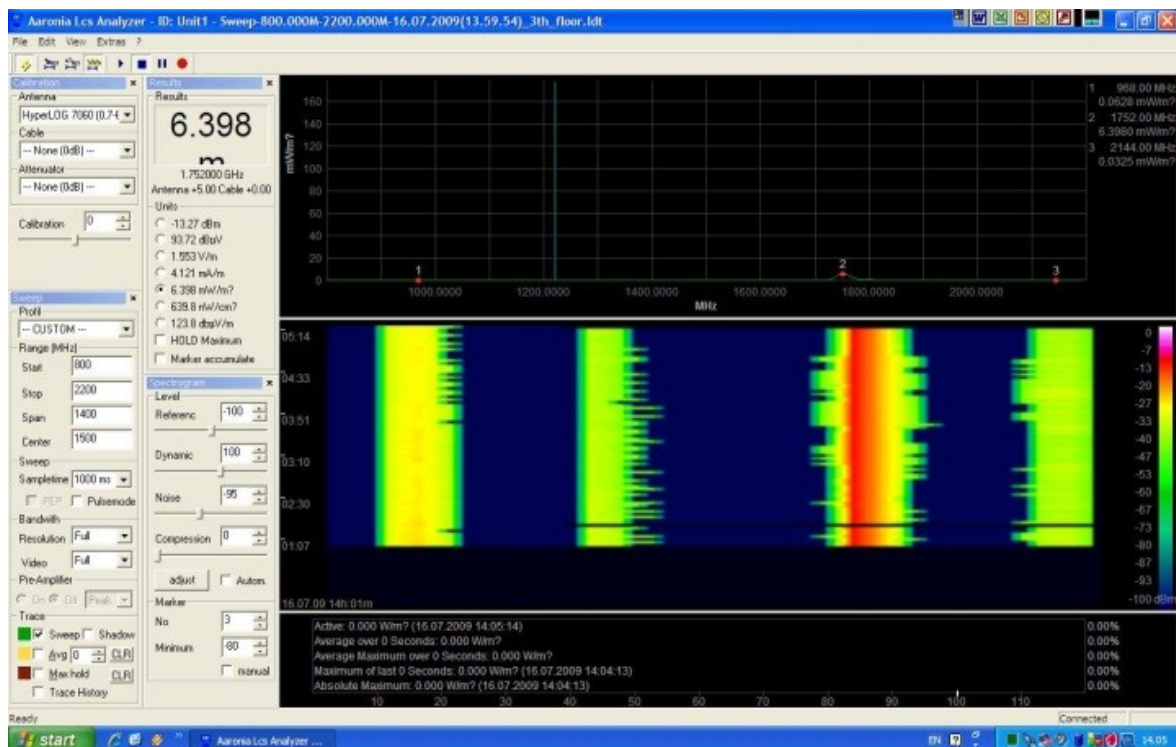
Всеки изходен файл от измерванията с мобилно устройство, е с име RTLSN001_чч_мм_дд_мес_год.zip, където: чч - час, мм - минути, дд - ден, мес - месец, год – година. В zip файла, който се прехвърля и съхранява на FTP сървър на ТУ-София, има два файла: единия е с разширение .csv, а другия .pwr (power). В .csv данните са записани по колони като, наименованието на колоните е съответно, виж Табл. 1: Time (UTC), Lat, Lon, Alt, Frequency (MHz),Power (dBm). Файловете от zip архива са обработени от екип на ТУ-София до MS Excel с цел съвместимост с гео-базата данни в ArcCatalog 9.x, виж Фиг. 4. За географска привръзка на данните са използвани координатите от самия файл, които са записани от GPS в момента на самото измерване.[65]

1	1525121723	42,67671	23,36761	595	920	-96
2	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,064	-95,1
3	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,128	-94,2
4	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,192	-94,4
5	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,256	-94,9
6	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,32	-94,9
7	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,384	-94,9
8	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,448	-95,2
9	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,512	-95,7
10	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,576	-95
11	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,64	-95,2
12	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,704	-96
13	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,768	-95,7
14	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,832	-95,3
15	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,896	-95,6
16	1525121723	42,67671	23,36761	595	920,96	-95,7
17	1525121723	42,67671	23,36761	595	921,024	-95,7
18	1525121723	42,67671	23,36761	595	921,088	-96,4
19	1525121723	42,67671	23,36761	595	921,152	-97,1

Таблица 2. Извадка от табличен тип данни за измереното ЕМП конвертирани от CSV файлов формат и съхранявани в Microsoft Excel.

В .pwr файловете от NARDA данните са записани по колони, като: Time (UTC) (универсално време), Lat (географска ширина), Lon (географска дължина), Alt (надморска височина), TotalP (dBm) в обхвата 27÷1700 MHz, P(dBm) в 27÷300 MHz, P(dBm) в 300÷470 MHz, P(dBm) в 470÷900 MHz, P(dBm) в 900÷960 MHz, и P(dBm) в 960÷1700 MHz.

Отделно към архива се съхраняват измервания направени с портативен уред Spectran HF 6060. Файловия формат на данните от Spectran е .ldt, който се импортира в MS Excel, като текстов файл. Колоните на импортираните данни показват трите пикови стойности за даден момент на измерване по честота: Date (Unit: dBm), Peak 1 Frequency, Peak 1 Value, Peak 2 Frequency, Peak 2 Value, Peak 3 Frequency, Peak 3 Value, след което следват колони със мощности в dBm по сканирани по честотни ивици от 800 MHz до 2200 MHz. Визуализация на част от тези данни в софтуера Aaronia е представена на Фиг. 14.



Фигура 14. Визуализация на проведени измервания със Spectran на ЕМП в софтуера на Aaronia.

Метаданни

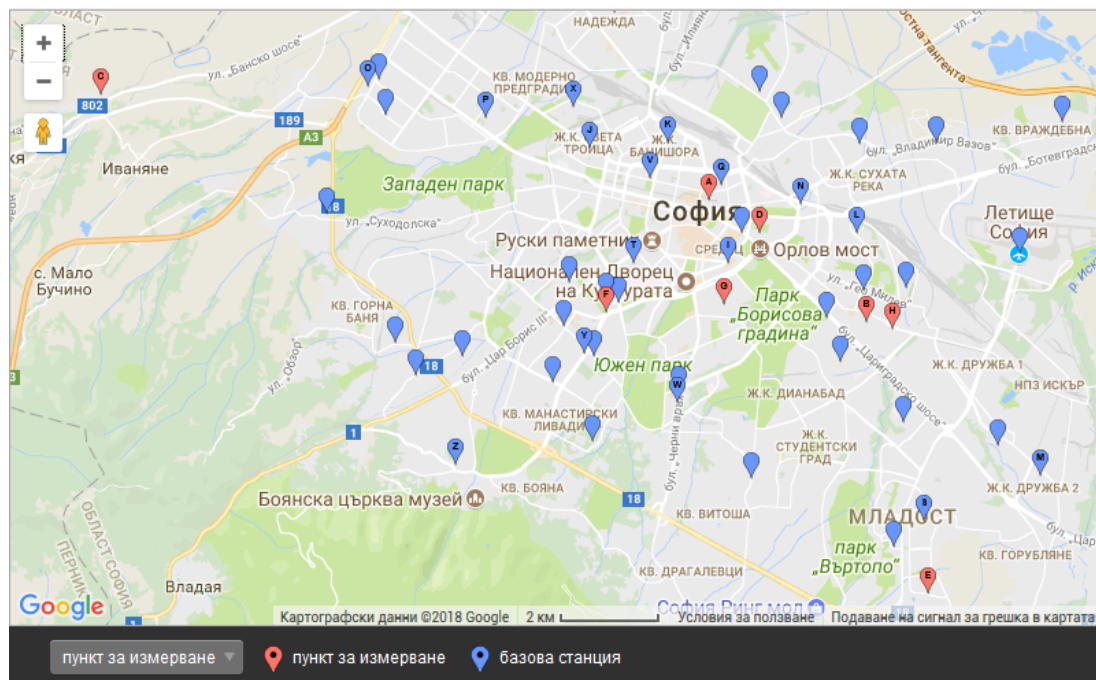
Метаданните са обобщен документ предоставящ пространствена информация и информация за съдържанието, качеството, типа, създаването на данните и често са наричани „данни за данните“ или „информация за информацията“. Метаданните са важна и неделима част от основните данни. В случая на спътниковите изображения е описана информацията относно датата и часа на изображението, координати, качество, наличие на облачна покривка, височина и азимут на слънцето, както и различни коефициенти за калибриране и т.н. За данните от Landsat например метаданните представляват файл с разширение .mtl. Файла е структуриран по точно определени

правила, така че може да се имплементира директно в специализирани софтуери за обработка на изображения.

Обработка на гео-базата данни на ЕМИ

Карти с разпределение ЕМИ и ФШ в различни честотни диапазони и време.

На Фиг. 15 е представено разположението на пунктовете на измерване и част от базовите станции на ЕМИ в гр. София. Подбраната картографска визуализация и съвместяване на данни от измервания и базове станции онлайн цели нагледно представяне на взаимното положение на пунктовете на измерване съхранявани в гео-базата данни и източниците на ЕМП в гр. София. Данните за местоположението на базовите станции са геокодирани в ГИС по адреси, чийто основен източник са адресите от базата данни на Google. Основен източник на информация за адресите на базовите станции в гр. София е онлайн базата данни (в табличен вид) на следния интернет адрес: <http://jese.info/gsm>. Като допълнителен източник на информация за източници на ЕМП, която ще бъде съвместена на следващ етап от работата, макар и с по-ниска мощност, е наличната карта на свободните WiFi мрежи в гр. София налична на следния уеб-адрес: <https://wifispc.com/>.

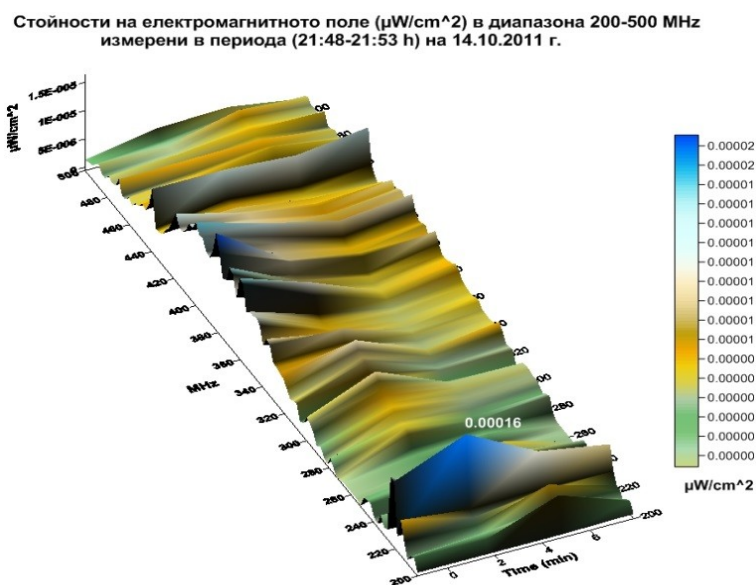


Фигура 15. Екранно изображение с местонахождението на пунктовете на измервания в гр. София с част от базовите станции от мрежата на Telenor.

Възможности за обработка на данните от EMF измервания - измервания в жилищни райони на София - ж.к. Гоце Делчев.

На 14.10.2011 г. в интервала от 20:05 часа до 09:40 часа на 15.10.2011 г. бяха проведени измервания с комплект преносима специализирана апаратура “SPECTRAN HF 6060”, в частен апартамент в ж.к. “Г. Делчев”. Измерванията бяха проведени в честотния диапазон от 200 MHz до 550 MHz, за да се определят предварително основните източници на електромагнитно излъчване и техните централни честоти. Този диапазон обхваща честотите на служебни предаватели и телевизионни канали. Данните от отделните интервали на измерване са записвани в цифров вид директно на преносим компютър, свързан с прибора. Приборът беше настроен да прави запис на данните от

измерванията на всеки 5 s. Данните за всяко измерване са в dBm, привързани са към времето, дадена е честотата в MHz за всяко измерване и отделно са регистрирани максимумите на излъчването за различните наблюдавани честоти. Съхранени са в цифрови файлове и са обединени с допълнителна съпътстваща информация, записи на спектрограмите в графичен вид за всеки интервал на измерване. С помощта на инструкцията за работа на приборите е извършено превръщане на стойностите на измерваните величини от dBm в $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, с цел директно сравнение с пределно допустимите норми, съгласно Български Държавен Стандарт (БДС) и други международни и национални стандарти.[50,51,52]



Фигура 16 Резултати от измерванията в обект 1 - ж.к “Г. Делчев” в диапазона 200÷550 MHz.

Данните от измерванията с прибора “SPECTRAN HF 6060” в .ldt файлов формат са импортирани и конвертирани в Microsoft Office Excel в .csv и .xls файлов формат с цел последваща обработка в Surfer. Поради естеството на подреждането на данните в Surfer, както и поради ограничения в размерите на файловете, са отделени няколко кратки и характерни времеви интервала от целия период на наблюдение с прибора. Използвана е 3D визуализация в ортогографска проекция с наклон 40° и завъртане на 25° . Използвана е Radial Basis Function (RBF), с цел интерполация и оглаждане на повърхността, както и релефно оцветяване с цел по-контрастно представяне на резултатите.

Изводи и препоръки

Обобщено могат да бъдат направени следните изводи за постигнатите резултати:

- Предложен е комбиниран аналитичен инструментариум за въвеждане на общи принципи в системата за мониторинг на електро-магнитното замърсяване, разработен след систематизиране на сходства, различия, добри практики и интегриране в общата система за мониторинг на околната среда.
- Предложена е стратегия за създаване на система за мониторинг на електро-магнитното замърсяване;
- Направен е цялостен обзор на данните от електромагнитните измервания осъществени с използването на полевите прибори NARDA и SPECTRAN, в следствие на което са създадени списъци на пакетите с данни, направен е подбор на данните по

качество и са конвертирани от входните ASCII формат в MS Excel, с цел импортирането им в гео-базата данни.

- Изградена е гео-база данни с лесен за ползване потребителски интерфейс през ArcCatalog 9.x, която осигурява на потребителя бърз достъп до крайния продукт от обработката данните от електромагнитните измервания и улеснява тяхната интерпретация. Създадената гео-база данни позволява търсене на продуктите от обработката по критериите: дата, час, измервана величина; съхраняване и достъп до данните, чрез изграждане на ГИС база-данни за резултати от измервания и моделиране разпределението на ЕМП; съхраняване в интегрираната ГИС база-данни на резултати от мониторинга за същото населено място и на други физически фактори на околната среда, влияещи върху състоянието на околната среда, като: температура, влажност и др.; разширен диапазон на мониторинг на ЕМП в диапазона от 100 kHz до 3 GHz, което включва не само честотите на мобилните оператори, но и на радио и телевизионните предаватели. Това дава възможности за провеждане на разширен и задълбочен анализ за влиянието на различните фактори на околната среда, върху здравето на хората.

Глава V. Резултати от пилотни измервания на ЕМП в градска среда: анализ, изводи и оценка на възможностите на системата за мониторинг.

За апробиране на отделни елементи от системата за мониторинг на територията на София, са проведени тестови измервания на електромагнитните полета, като са избрани според степента на урбанизираност на районите, три характерни типа:

- Райони с висока степен на урбанизация, какъвто е обекта на ул. Сердика № 5, и сградата на архитектурния отдел на Столична община;

- Райони с ниско строителство в крайните квартали на София, какъвто е район Банкя;

- Райони със слабо застроена територия – вилната зона на район Панчарево.

Измерванията са извършвани с измервателния комплект NARDA AMB-8057-03, който е с изотропна антена и комплекта апарати “SPECTRAN” (включващ прибор “SPECTRAN NF 5010”, измерващ в диапазона от 5 Hz до 1 MHz и приборът “SPECTRAN HF 6060”, измерващ в диапазона 1 MHz до 7 GHz).

За разработване на структурата и апробиране възможностите на Базата данни за измервания на ЕМИ и ФШ, бяха извършени измервания и с двата апарата, NARDA и SPECTRAN, в рамките на изпълнение на Договор с ФНИ № ДН 07/19/2016, с Базова Организация Факултет по телекомуникации при ТУ София, в който участват и учени от ИКИТ – БАН.

Обект на ул. Сердика № 5 - сградата на архитектурния отдел на Столична община.

В този случай са представени резултатите от извършени измервания в центъра на София - район с висока степен на урбанизация. Измерванията бяха проведени в периода м. февруари до 25 април 2015 г., на втория етаж на сградата, във фойето пред кабинета на главния архитект на София. Използвана бе мобилната апаратура NARDA AMB-8057-03. Целта на експеримента бе, да се оцени нивото на електромагнитните излъчвания, в тази характерна зона от гр. София, където са разположени всички държавни органи за управление, офиси на фирми, хотели, концентрация на голям брой жители и гости на София, и неговата зависимост от интервала на измервания – работни и почивни дни, промяна в рамките на денонощието.

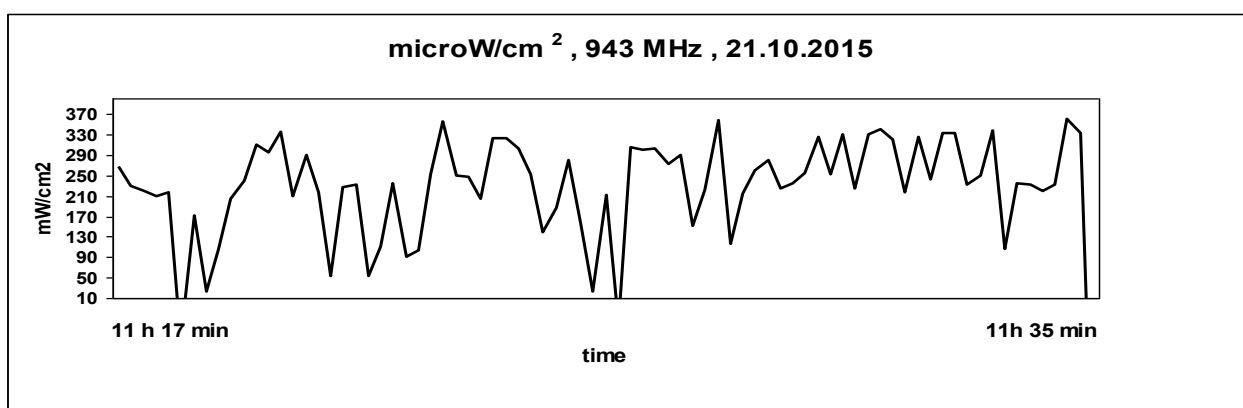
Измерените стойности на електромагнитните полета в диапазона 100 kHz – 8 GHz за работни дни, не надвишават 4 V/m, при допустима стойност на полето от 6 V/m, като резултатите са представени на фиг. 18.



Фиг. 18. Резултатите от конкретните измервания за тази точка, снета от екрана на компютъра, показваща разпределението на интензивността на енергийния поток, за работни дни.

Обект в район Банкя

На 21 октомври 2015 г. бяха извършени измервания на плътността на енергийния поток в две точки от втория етаж на къща, намираща се в Райн Банкя, с комплект мобилна апаратура "SPECTRAN". В случая бе използван само прибор "SPECTRAN HF 6060", с антена тип HyperLOG 7060. Визуализиране на екрана на резултатите от измерванията – в микровати на квадратен сантиметър, както са допустимите норми за този честотен диапазон, съгласно Наредба №9 от 14.03.1991 г. на МЗ. Резултатите от измерване плътността на енергийния поток в помещение – дневна на втория етаж на къщата, са представени на фиг. 22, показваща усреднените измерени стойности, в микровати на квадратен сантиметър, за времеви интервал от 11:17 до 11:35 часа на 21.10.2015 г., т.е измерване в продължение на 18 минути.



Фиг. 22. Усреднена стойност на резултатите от измерванията.

Усреднената стойност на резултатите от измерванията в този времеви диапазон, дава стойност 244,22 микровата на квадратен сантиметър. От този порядък и малко по-високи, бяха и измерените стойности на терасата пред помещението – дневна. Тази точка на измерванията отстои на около 25 метра по права линия, от излъчващата антена на един от мобилните оператори. На съседната къща с приблизително същата височина са монтирани три секторни антени KATHREIN.

Резултатите от този случай на измервания на обект в район Банкя показват, че:

Измерените стойности на плътността на енергийния поток, излъчван от обект базова станция, монтирана на съседната къща, са средно 244,22 микровата на квадратен сантиметър, което е двадесет пъти над допустимото ниво от 10 микровата на квадратен сантиметър, съгласно Наредба №9/14.03.1991 г. на МЗ. Според резултатите от направените измервания, обектът в гр. Банкя, попада в хигиенно защитената зона, където плътността на енергийния поток, излъчван от Базовата станция над допустимите хигиенни норми от 10 микровата на квадратен сантиметър, съгласно Наредба №9/14.03.1991 г. на МЗ.

Анализът на представените резултати от измервания на електромагнитните полета в няколко пункта от територията на Столична община, характерни с различното ниво на урбанизация на районите и наличието на излъчващи антени, илюстрират необходимостта от изграждане и използване на система за интегриран ГИС базиран мониторинг, за прогноза и управление на електромагнитното замърсяване, на основата на данни от наземни измервания.

Изводи и препоръки.

Повечето от законите на ЕС за околната среда, са свързани с определяне на минимални стандарти на общо европейско ниво, а се оставя на държавите-членки начина за тяхното постигане. Все по-често екологичните закони на ЕС се основават на правилата на вътрешния пазар, което на практика ограничава държавите-членки да отидат отвъд предварително определеното ниво на защита с минималните стандарти.

Европейската политика в областта на екологията се развива в правилна посока и въпреки това, поради икономически съображения, тя остава все още недостатъчно интегрирана и приложена. От една страна има увеличаване на екологичното сенсibiliзиране, обаче колкото по-конкретна и ефективна става европейската екополитика, толкова по-ясно изразени стават и уговорките в засегнатите икономически отрасли.

По време на криза стремежът е да се постигне само икономически растеж, в сметките на който не влиза прилагането на устойчивото развитие, или поне в частта, свързана с екологичната компонента. Пътят от теорията до практиката, на едно екосъобразно икономическо развитие, е все още дълъг. В светлината на нарастващите проблеми на околната среда няма време да останем самодоволни и да оставим проблемите на околната среда на заден план. Много трябва да се направи - и може да се направи докато не е станало съвсем късно.

На първо място, ЕС трябва да затвори пропуските в политиката по опазването на околната среда, като създаде една по-интегрирана политика, включваща нови замърсители, като електромагнитните вълни, които имат вече доказано вредно влияние върху човешкото здраве по отношение на някои аспекти.

На второ място, необходимо е по-добро интегриране на различните екологични политики и разширяване на тесните секторни гледни точки. Това в по-голяма степен би помогнало, при идентифицирането и използването на полезни взаимодействия на различните политики, с цел повишаване на тяхната ефективност, с оглед постигането на добро изпълнение на законите. Една концептуална рамка, която

може да позволи логичен достъп и връзки, би била една нова стъпка в развитието на политиките на околната среда, базирано на добрите резултати и на критична оценка. Това изисква и една по-близка връзка със здравната политика и естествено индустриалната политика.

Друга сериозна промяна трябва да се направи, така че пазарът и индустрията да заработят за околната среда. Необходима е съществена политическа воля и прилагане на мерки, които имат потенциала да постигнат отделяне на екологичните щети от икономически растеж. Това може да се насърчава, чрез инициативи на институции на ЕС, но истинското действие трябва да се случи на национално равнище.

По-широкото прилагане на принципа за предпазливостта и прилагане на разширен мониторинг и превенция в области, които пораждат съмнения и където все още няма достатъчно натрупани факти, за негативните ефекти върху околната среда и човешкото здраве, трябва да стане приоритет. Такъв подход е и технически, икономически и финансово оправдан и би допринесъл съществено за навременното осъзнаване и прилагане на коригиращи мерки.

Електро-магнитните полета като фактор, замърсител на околната среда, не се регулират на достатъчно ниво и не се мониторира достатъчно, използваните методики не са единни и трудно се осъществява транспонация на знания и модели.

Липсата на данни от мониторинг създава дори и сред експертите, доста нереална представа за експозицията на ЕМП от населението. Все още съществуват значителни обществени опасения за възможни ефекти върху здравето, предизвикани от ЕМП. За да отговори на тези опасения, са нужни подобрени методи за мониторинг и оценка. Без знания за реалните експозиции, не може да се направи детайлна и надеждна оценка на здравния риск и не могат да се установят ефективни мерки за управление, базирани на доказателства и ефективни програми за комуникация на риска за здравето и потенциални регулаторни промени, водещи до например изисквания за новите технологичните продукти.

Проучването на електромагнитното замърсяване показва напредък, през последното десетилетие, но наред с новите знания **съществуват и пропуски**. Изследванията в редица случаи, както в страната, така и в Европа, са единични, при поява на рискови ефекти. Освен това, използваните методики не са единни и трудно се осъществява транспонация на знания и модели от един район в друг. Това дава основание и за реализирането на изследване и проект, целящ хармонизиране на подходите за изучаване и контрол на електромагнитните замърсявания.

Едно допълнително предимство, допринася за все по-голямото използване на подобни методики за прилагане и мониторинг, базирани на вече доказани добри резултати с други замърсители и общото хармонизиране на тези методи.

Прилагането на **новите информационни технологии** позволява ефективното прилагане на модерната екологична политика, базирано на достоверна и навременна, добре анализирана и структурирана основа, както и за по-адекватната комуникация с хората, което повишава съзнаването и будността им и дава възможност за по-обоснован диалог със заинтересуваните страни.

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Научни и научно приложни приноси.

1. Анализирани са европейското и международно законодателство, по отношение на електромагнитното замърсяване, политиките и практиките в мониторинга на електромагнитното замърсяване и тенденциите в неговото развитие.

2. Установено е, че електромагнитните полета като фактор, замърсител на околната среда, не се регулират на достатъчно ниво и не се мониторира достатъчно, използваните методики не са единни и трудно се осъществява транспонация на знания и модели

3. Установени са слабостите в сегашната политика и нуждата от нова политика и практика, която включва по-близка връзка със здравната политика и естествено индустриалната политика.

4. Обосновано е по-широкото прилагане на принципа за предпазливостта и използване на разширен мониторинг и превенция, в областта на електромагнитното замърсяване. Такъв подход е и технически, икономически и финансово оправдан и би допринесъл съществено, за навременното осъзнаване и прилагане на коректиращи мерки.

5. Предложен е комбиниран аналитичен инструментариум, за въвеждане на общи принципи, в системата за мониторинг на електромагнитното замърсяване, разработен след систематизиране на сходства, различия, добри практики и интегриране в общата система за мониторинг на околната среда.

Приноси с приложен характер

1. Предложен е метод и модел на система за ГИС базиран мониторинг на електромагнитното замърсяване на територията на СО.

2. Направен е цялостен обзор и онлайн картографска визуализация, на данните от електромагнитните измервания, осъществени с полевите прибори NARDA и SPECTRAN, на територията на Столична община, както и на базовите станции на мобилните оператори.

3. Изградена е файлова гео-база данни на ЕМИ, с лесен за ползване потребителски интерфейс и обновяване на съдържанието, в близко до реалното време на самото измерване.

4. Направен е анализ на данни от измервания със SPECTRAN HF 6060 и за пунктове на наблюдение и измерване на територията на град София. Анализирани са пиковите стойности по часови интервали в честотните интервали на излъчване на базовите станции и са сравнени с приетите пределно допустими норми за ЕМП в България.

5. Разработена и апробирана е система за интегриран ГИС базиран мониторинг за прогноза и управление на електромагнитното замърсяване на територията на Столична Община, по данни от наземни измервания.

Благодарности

Авторът изказва своите благодарности на ръководствата и колегите от научните организации ИКИТ – БАН и Факултет по телекомуникации при ТУ София, за оказаната неоценима помощ, при реализиране на отделните етапи от изследванията и анализа на получените резултати. Авторът изказва и своята специална благодарност на Фонд „Научни изследвания”, за финансовата подкрепа при реализиране на дисертационния труд, като член на колектива по договор № ДН 07/19/2016 г. на тема „Методи за оценка и оптимизиране на електромагнитните излъчвания в урбанизирани среди“.

Библиография:

- [2] Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (18th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC)
- [3] Directive 1999/5 / EC on radio and telecommunications equipment establishes a regulatory framework for placing on the market, free movement and putting into service in the Community of radio equipment and telecommunications terminal equipment
- [11] CEC Commission of the European Communities (1995): Report of the Group of Independent Experts on Legislative and Administrative simplification.
- [12] CEC Commission of the European Communities (2001): White Paper on Governance. Brussels.
- [14] KNILL, Ch., LENSCHOW, A. (2003): Modes of Regulation in the Governance of the European Union: towards a Comprehensive Evaluation. European integration online papers 7 (203).
- [15] KRÄMER, L. (2002): Development of Environmental Policies in the United States and Europe: Convergence or Divergence Florence: European University Institute. EUI Working Papers, RSC No. 2002/33.
- [17] Commission of the European Communities (1992): Towards Sustainability: A European Community Programme of Policy and Action in Relation to the Environment and Sustainable Development, COM (92) 23.
- [22] Eurobarometer 73.3 ELECTROMAGNETIC FIELDS, p.8
- [23] VIEWPOINT http://mmfai.info/public/docs/eng/MMF_Viewpoint_BioInitiativeReport_2013.pdf
- [24] Официално съобщение, Български национален програмен комитет към Международен проект „Електромагнитни лъчения”, Световната здравна организация
- [25] WHO, Fact sheet 181, May 998, Electromagnetic field and public health, превод на български език, Фондация „Фарадей”
- [26] WHO, The international EMF project, Progress Report May 2010 – 2011
- [31] <https://www.aldena.it/index.php/aldena-telecomunicazioni-s-r-l/22-software-uk.html>
- [32] ICNIRP. Възможен риск за здравето на широката общественост от използването на системи за сигурност и подобни устройства.
- [38] BioInitiative Report, Key Scientific Evidence and Public Health Policy Recommendations (Supplement 2012) Cindy Sage, MA Sage Associates Santa Barbara, CA USA David O. Carpenter, MD Director, Institute for Health and the Environment University at Albany, Rensselaer, NY USA Prepared for the BioInitiative Working Group, p.3
- [39] The Interphone Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case- control study. Int J Epidemiol 2010; p.3
- [40] The INTERPHONE Study Group. Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study Cancer Epidemiol 2011 p.2
- [41] Български държавен стандарт (БДС) 17137-90, Полета електромагнитни микровълнови. Допустими стойности и изисквания за контрол. Т 58, 1990.
- [42] Federal Office for Radiation Protection. DMF, German Mobile Telecommunication Research Programme, health risk assessment of mobile communications.
- [43] Paolo Ravazzani, The interpretation of the results of the research on electromagnetic fields and health in Europe: the EC Coordination Action EMF-NET, Ann. Telecommun. (2008) 63:11–15, DOI 10.1007/s12243-007-0014-1.

- [47] Carla Oliveira, The moniT Project: Electromagnetic Radiation Exposure Assessment in Mobile Communications, *Antennas and Propagation Magazine* 49(1):44-53 University of Lisbon, 2007
- [50] Getsov P., D. Teodosiav, E. Roumenina, G. Mardirossian, M. Israel, L. Filchev, V. Naydenova., G. Sotirov, B. Srebrov, S. Velkoski, P. Gajesek, J. Vojta, D. Simunic, Monitoring of Electromagnetic Pollution in the Western Balkan Environment – Bulgarian Participation in the Project SEE_ERA.NET – EU Program, *Proceedings of International Conference Fundamental Space Research*, pp. 399-403, 2008.
- [51] Getsov P., D. Teodosiev, E. Roumenina, M. Israel, G. Mardirossian, G. Sotirov, S. Velkoski, P. Gajesek, D. Simunic, K. Iliev, Development of Strategy and Methods for Monitoring of Electromagnetic Pollution in the Environment of the Western Balkans - Scientific Report of the Project ID 10374, SEE-ERA-NET Regional Program for Cooperation with South-East Europe, 2008
- [52] Теодосиев Д., Г. Мардиросян, Л. Филчев, Р. Гюров, Б. Сребров, П. Димитров, Ц. Среброва, Резултати от пилотно мониторингово изследване на разпределението и характеристиките на електромагнитни полета в диапазона 800 – 2200 MHz в градска среда, Годишна международна научна конференция „Екологизация 2009” 28-29 май 2009 г. НБУ, ИКИ-БАН, СУБ, ДП „РАО”, Сп. Екологично инженерство и опазване на околната среда” 2009.
- [53] Теодосиев, Д., Г. Мардиросян, Р. Гюров, Р. Берберова, С. Велкоски. Картографиране на електромагнитното замърсяване в урбанизирани територии. Доклади X Международна научна конференция ВСУ 2010, 3-4 юни 2010, София, с. V-85 – V-90, ISSN 1314-071X.
- [54] Теодосиев, Д., С. Велкоски, Г. Мардиросян, Е. Руменина, Л. Филчев, Б. Сребров, Р. Гюров, Р. Берберова, Мониторинг на разпределението на електромагнитното замърсяване в урбанизирани територии, *Екологично инженерство и опазване на околната среда*, 2010, ISSN: 1311–8668.
- [56] ArcGIS Desktop Help. 2008. Redlands, CA, ESRI Inc.
- [57] Burrough, A. 1996 Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford. 210p.
- [58] Elmasri, R. and Navathe, S. (2000).
- [59] Lang, L., (2000). GIS for Health Organizations, ESRI Press, pp 112.
- [60] Manolopoulos, Y., A. N. Papadopoulos, and M. Gr. Vassilakopoulos, Eds., 2005. Spatial databases: technologies, techniques and trends, Idea Group Publishing
- [61] McDonald, A., (2001). Building a geodatabase, ESRI Press Inc.
- [62] Shekhar, Sh. and S. Chawla, (2003). Spatial Databases: A Tour. Prentice Hall
- [63] Yeung, A. K. W., Hall, B. G. Spatial database systems: design, implementation and project management. Springer, 2006, 554.
- [64] EUROPEAN COMMISSION Directorate-General for Research and Innovation Directorate A – Policy Development and Coordination Unit A.1 – Internal and external communication, Horizon 2020 First results
- [65] Проект „Методи за оценка и оптимизиране на електромагнитните излъчвания в урбанизирани среди“, договор с вх. № Н 07/36

Списък на публикациите на автора, използвани в дисертацията.

1. Teodosiev D., **T. Andreeva**, B. Srebrov, G. Mardirossian, L. Filchev, Electromagnetic background dynamics in the range 200 MHz – and 2000 MHz in strongly urbanized environment, *ISBN 978-954-535-357-0*, pp. 52-61, 2012, *Proc. IV International Scientific Conference “Ecologization 2012”*, NBU, Sofia
2. **T. Andreeva–Nesheva**, Критичен анализ на европейското законодателство, в областта на контрола на електромагнитното замърсяване на околната среда, *Екологично инженерство и опазване на околната среда*, ISSN 1311 -8668, № 3, 2018, приета за печат.
3. **T. Andreeva – Nesheva**, D. Teodosiev, I. Iliev, Some features in the distribution of electromagnetic pollution for the territory of the Sofia Municipality, *Aerospace Research in Bulgaria*, ISSN 1313 -0927, № 30, 2018, in print.