

Вміст марганцю у ґрунті складає 1260 мг/кг, що перевищує ГПК у 1,8 рази при цьому коефіцієнт варіації складає 1,1, що також вказує на досить нерівномірний розподіл цього елемента у ґрунті міста Маріуполь. Підвищені концентрації марганцю пов'язані з діяльністю металургійної промисловості. Вміст хрому в межах міста Маріуполь перевищує ГПК у деяких місцях в 2-2,5 рази. Забруднення ґрунту хромом також пов'язане з діяльністю вугільної і металургійної промисловості.

Вміст таких елементів, як: Р, Hg, F, Sn, Се, La, Y, Yb, Zr у ґрунті м.Маріуполь практично не перевищує ГПК. Це вказує на те, що вони не є характерними елементами техногенних аномалій підприємств металургійної промисловості. По органічних сполуках, що одержані у процесі коксування вугілля, у ґрунтах визначені – бензол, толуол, фенол піридин, метанол і нафталін. Вони характеризуються підвищеною токсичністю і поширеністю.

Бібліографічний список

1. Володин Д.Ф., Яковлев Е.А. и др. Временные методические рекомендации по проведению эколого-геологических исследований при геологоразведочных работах (для условий Украины). – К., 1990. - 87 с.

2. Панов Б.С., Шевченко О.А., Дудик А.М., Дудик С.А., Селяков С.Ю. Современные экологические проблемы Донецкого бассейна // Геофизический журнал, 2003, № 3, С. 46-60.

3. Земля тривоги нашої. За матеріалами доповіді про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 2002 році / Під ред. С.В. Третьякова. – Донецьк: Новий мир. – 2003. – 158 с.

4. Проект нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ, ВСВ) для Донецкого металлургического завода. – Донецк, 1992. - 120 с.

© Т.П. Волкова, Ю.С. Попова, К.В. Волкова 2004

УДК 654.924.36

Г. І. КУВШИНОВ Донецький національний технічний університет

МЕТОД ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ РАДІОЕФІРУ ПРИ ПОБУДОВІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

The method of decision of problem of diminishment of contamination of radioether at the information transfer on a radio channel by application of the newest facilities of the digital signal processing due to the use of transmitters of small power and progressive methods of coding of signal is offered in this article, providing diminishment of the ecological contamination of radioether.

Постановка проблеми в загальному виді і її зв'язок з важливими науковими чи практичними задачами. Дійсний час характеризується бурхливим розвитком і впровадженням у повсякденне життя і технологічні процеси різноманітних засобів зв'язку, що надають можливість передачі інформації, моніторингу і керування. Організація інформаційних потоків і способи їхньої передачі в системах зв'язку за останні 20 років перетерпіли значні зміни.

Для сучасних систем зв'язку і передачі інформації характерний постійний ріст кількості корпоративних і індустріальних абонентів. Збільшення обсягів переданої ними інформації приводить до необхідності використання усе більшої кількості різних каналів радіо- і проводний зв'язку. Збільшення каналів зв'язку приводить до таких негативних наслідків, як забруднення радіоефіру по всій сітці побутових, індустріальних і спеціальних частот. Безконтрольне збільшення передавачів – генераторів високочастотного випромінювання, приводить до збільшення електромагнітного випромінювання у всьому діапазоні радіочастот від 1-2 КHz до десятків GHz, а це, як відомо, при тривалому впливі на організм людини приводить до порушення мозкової діяльності, провокує найрізноманітніші захворювання, тобто діє як рентгенівське випромінювання, хоча і більш слабо.

Для розуміння поставленої проблеми екологічного забруднення радіоефіру виконаємо огляд впливу електромагнітного поля і випромінювання на живі організми.

Електромагнітні поля людина не бачить і не чуває і саме тому не завжди застерігається від небезпечного впливу цих полів. Електромагнітні випромінювання впливають на організм людини. У крові, що є електролітом, під впливом електромагнітних випромінювань виникають іонні струми, що викликають нагрівання тканин, зміну хімічних реакцій. При визначеній інтенсивності випромінювання, називаною тепловим порогом, організм може не справитися з теплом, що утворюється. Нагрівання особливо небезпечно для органів зі слаборозвиненою судинною системою з неінтенсивним кровообігом (око, мозок, шлунок і ін.). При опроміненні очей протягом декількох днів можливе помутніння кришталика, що може викликати катаракту. Крім теплового впливу електромагнітні випромінювання надають стимуляцію мутацій кліток при їхньому діленні, а також несприятливий вплив на нервову систему, викликають порушення функцій серцево-судинної системи, обміну речовин. Тривалий вплив електромагнітного поля на людину викликає підвищену стомлюваність, приводить до зниження якості виконання робочих операцій, сильним болям в зоні серця, зміні кров'яного тиску і пульсу. Оцінка безпеки впливу електромагнітного поля на людину створюється по обсягу електромагнітної енергії, поглиненої тілом людини. Така біологічна дія електромагнітних випромінювань.

Протягом мільярдів років природне магнітне поле землі, являючись первинним періодичним екологічним фактором, постійно впливало на стан екосистем. У ході еволюційного розвитку структурно-функціональна організація екосистем адаптувалася до природного фону. Деякі відхилення спостерігаються лише в періоди сонячної активності, коли під впливом могутнього корпускулярного потоку магнітне поле землі випробує короткочасні різкі зміни своїх основних характеристик. Це явище, що одержало назву магнітних бур, несприятливо відбивається на стані всіх екосистем, включаючи й організм людини. У цей період відзначається погіршення стану хворих, що страждають серцево-судинними, нірвно-соматичними й іншими захворюваннями. Впливає магнітне поле і на тварин, особливо на птахів і комах.

На нинішньому етапі розвитку науково-технічного прогресу людина вносить істотні зміни в природне магнітне поле, додаючи геофізичним факторам нові напрямки і різко підвищуючи інтенсивність свого впливу. Основні джерела цього впливу – електромагнітні поля від ліній електропередачі (ЛЕП) і електромагнітні поля від радіотелевізійних і радіовипромінюючих передавачів.

На території СНД загальна довжина тільки ЛЕП-500 кВ перевищує 20000 км (крім ЛЕП-150 ЛЕП-300 ЛЕП-750). Лінії електропередачі і деякі інші енергетичні установки створюють електромагнітні поля промислових частот (50 Гц) у сотні разів вище за середній рівень природних полів. Напруженість поля під ЛЕП може досягати десятків тисяч В/м.

Найбільша напруженість поля спостерігається в місці максимального провисання дротів, у точці проєкції крайніх дротів на землю й у п'ятьох метрах від неї назовні від подовжньої осі траси: для ЛЕП-330 кВ – 3,5 – 5,0 кВ/м, для ЛЕП – 500 кВ – 7,6 – 8 кВ/м, для ЛЕП-750 кВ – 10,0 – 15,0 кВ/м.

Негативний вплив електромагнітних полів на людину і на ті чи інші компоненти екосистем прямо пропорційно потужності поля і часу опромінення. Несприятливий вплив електромагнітного поля на організм людини, створюемого ЛЕП, що спостерігається безпосередньо, виявляється вже при напруженості поля, рівної 1000 В/м. У людини порушуються ендокринна система, обмінні процеси, функції головного і спинного мозку й ін.

Вплив неіонізуючих електромагнітних випромінювань від радіотелевізійних і радіопередавальних станцій на середовище обітання людини зв'язано з формуванням високочастотної енергії. Японськими ученими виявлено, що в районах, розташованих поблизу могутніх випромінюючих теле- і радіоантен помітно підвищується захворювання катарактою ока. Медико-біологічний негативний вплив електромагнітних випромінювань зростає з підвищенням частоти, тобто зі зменшенням довжини хвиль.

Неіонізуючі електромагнітні випромінювання радіодіапазону від радіотелевізійних засобів зв'язку, радіопередавачів і інших об'єктів приводять до значних порушень фізіологічних функцій людини і тварин. Шкідливий вплив на людський організм невидимого, але дуже небезпечного електромагнітного забруднення навколишнього середовища йде набагато більш швидкими темпами, чим прогрес в електроніці.

Захист від електромагнітних полів і випромінювань у нашій країні регламентується Законом України про охорону навколишнього природного середовища, а також низкою нормативних документів. Основний спосіб захисту населення від можливого шкідливого впливу електромагнітних полів від ліній електропередачі – створення охоронних зон шириною від 15 до 30 м у залежності від напруги ЛЕП. Даний захід вимагає відчуження великих територій і виключення їх з користування в деяких видах господарської діяльності. Рівень напруженості електромагнітних полів знижують також за допомогою пристосування різних

екранів, у тому числі і зелених насаджень, вибору геометричних параметрів ЛЕП, заземлення тросів і інших заходів. У стадії розробки знаходяться проекти заміни повітряних ліній ЛЕП на кабельні і підземний прокладки високовольтних ліній.

З моменту відкриття радіо пройшло вже більш 100 років, і по потужності радіовипромінювання Земля стала в багато разів яскравіше Сонця, але основна частка цієї потужності поки доводиться на низькі і середні частоти, мутагенний вплив яких не настільки сильний. Тому поки не помітні особливо шкідливі масові наслідки роботи могутніх радіостанцій і могутніх телецентрів, хоча їхня потужність складає десятки і навіть сотні кіловат. Набагато більш шкідливим є високочастотне випромінювання сантиметрового діапазону.

Оскільки впровадження мобільного зв'язку впроваджувався на всіх частотах високочастотного діапазону, і одночасно вироблялися дослідження з вивчення виробленого впливу, то має сенс використовувати ці дослідження для вивчення коємого шкоди організму людини.

Мобільний зв'язок знаходиться поки на самому початку цього діапазону, але поступово просувається усе далі (GSM 1800,1900).

СВЧ випромінювання безпосереднє нагріває організм (повна аналогія зі СВЧ піччю). Тік крові зменшує нагрівання, але, наприклад, кришталік ока не омивається кров'ю і при значному нагріванні - руйнується, каламутніє. Ці зміни, як правило, необоротні. Даний процес супроводжується різью в очах і шумом у голові. Вплив нагрівання на мозок людини значно менше, оскільки мозок має розвитку кровоносну систему, а мутагенний вплив низькоенергетичних полів до кінця не вивчено.

Різні стандарти мають різну здатність до нагрівання організму. Телефон стандарту GSM 900/1800 більш небезпечний, ніж телефон стандарту NMT 450, оскільки частота випромінювання вище. Правда, у NMT 450 використовуються більш великі потужності.

На щастя СВЧ потужність, випромінювана телефоном, невелика і до перегріву кришталіка і мозку справа не доходить. Але телефон на відміну від СВЧ печі випромінює складний модульований сигнал, що несе в собі інформацію. Био-інформаційні взаємодії вивчені недостатньо, достовірні результати досліджень у відкритій печатці не публікуються і нам невідомі.

Стандарти стільникового зв'язку розроблені на заході, там же виготовляються власне апарати. Вважається, що санітарні норми в них досить тверді і можна сподіватися, що за нас про усьому подбали. Це не факт, хоча б з тієї причини, що старі радянські норми вважали шкідливим опромінення починаючи з щільності потоку потужності 10 мікровоат/см². Починаючи з цієї межі, обмежувалася тривалість робочого дня, призначалося молоко, доплата за шкідливість і т.д. Після введення ринкових відносин з'явилося повідомлення, що мінімально шкідлива щільність потоку потужності складає вже 100 мікровоат/см², тобто всі ми стали рівно в десять разів здоровіше і міцніше. Правда, це говорить і про те, що питання про шкідливий вплив СВЧ випромінювання вивчені не так вуж і добре. Про реальну випромінювану потужність мобільного телефону інформації вкрай мало, але існує стандарт, відповідно до якого ця потужність складає до 2 ватів (чи 2 000 000 мікровоат). При цьому це саме середня потужність, а імпульсна потужність значно вище (будь-який виробник стільникової апаратури бере за дальність зв'язку, а виходить, буде збільшувати потужність до межі). На голову попадає приблизно 20% випромінюваної потужності, тобто близько 400 000 мікровоат. Для відповідності старим нормам (припускаємо, що вся ця потужність розмазується по освітленій стороні голови рівномірно!) поверхня освітленої сторони голови повинна бути не менш 40 000 см² (квадрат 2х2 метри). По нових нормах поверхня освітленої сторони голови повинна бути не менш 4 000 см² (квадрат приблизно 63х63 см). Але ж реальне опромінення нерівномірне, тому і щільність потоку потужності на окремих ділянках голови буде значно вище.

Усі ці досить наближені міркування проводилися в припущенні, що в телефоні використовується класична штырева антена довжиною приблизно у чверть довжини хвилі (з урахуванням покриття це приблизно 70 мм). У сучасних апаратах антени намагаються робити значно коротше. Але чим коротше антена, тим більше її так називана добротність. Добротність визначає величину запасеної енергії і ця запасена енергія знаходиться в ближнім полі, тобто поблизу антени і не випромінюється. Тому голові дістається і випромінена потужність і запасена (чи реактивна) енергія. За рахунок поглинання частини запасеної енергії головою, наявність голови біля короткої антени трохи знижує її добротність і передавачу легше працювати.

Законом України про охорону навколишньої природного середовища (1991р.) передбачені заходи для попередження й усунення шкідливих фізичних впливів, включаючи й електромагнітні поля. Однак необхідно відзначити, що норми випромінювань, що роблять шкоду на організм людини, не є догма. У зв'язку з тривалим чи постійним впливом ЕМП, для

того щоб не допустити негативних наслідків впливу ЕМП на здоров'я людей, приймаються різні міжнародні стандарти і норми. Вони розробляються на основі аналізу всіх наявних даних групами вчених, що і підготовляють рекомендації у відношенні норм для наступного їхнього прийняття відповідними національними і міжнародними органами. Авторитетною неурядовою організацією, офіційно визнаною ВІЗ, є Міжнародна комісія з захисту від неіонізуючого випромінювання (МКЗНВ), що і встановлює міжнародні стандарти у відношенні припустимих норм впливу на людину всіх електромагнітних полів. Особлива увага в роботі комісії приділяється впливу на здоров'я людей радіочастотних полів.

Для захисту населення від неіонізуючих електромагнітних випромінювань, створюваних радіотелевізійними засобами зв'язку і радіолокаторами також використовується метод захисту відстанню. З цією метою повинна влаштовуватись санітарно-захисна зона, розміри якої повинні забезпечити гранично припустимий рівень напруженості поля в населених місцях. Короткохвильові радіостанції великої потужності (понад 100 квт) повинні розміщувати удаліні від житлової забудови, поза межами населеного пункту.

Радіочастотні поля (РЧ) є частиною електромагнітного спектра. У рамках Міжнародного проекту по вивченню ЕМП такі поля визначаються, що як знаходяться в діапазоні частот від 300 Гц до 300 ГГц. Природні і штучні джерела генерують РЧ поля різної частоти.

До джерел РЧ полів, зокрема, відносяться мобільні телефони, телемовлення, радары, супутникові лінії зв'язку, СВЧ зв'язок (3 30 ГГц).

Характер впливу, як уже відзначалося, залежить від частоти й інтенсивності РЧ поля. Никоім образом не можна вважати, що у всіх випадках цей вплив приводить до негативних наслідків для здоров'я. Для того щоб РЧ-поля, наприклад, у діапазоні частот від 1 МГц до 10 ГГц могли викликати можливі негативні наслідки для здоров'я, величина УПМ (питома поглинена потужність), за стандартом, повинна перевищувати 4 Вт/кг. Така енергія відзначається на відстані декількох десятків метрів від могутніх антен, що робить ці зони небезпечними для людини.

Найбільш негативні наслідки для здоров'я, що можуть викликатися РЧ полями в діапазоні частот від 1 МГц до 10 ГГц, зв'язані з реакціями на нагрівання, що приводить до підвищення температури чи тканин тіла більш ніж на 1°C. Але такі РЧ поля звичайно не зустрічаються в повсякденному житті.

Однак з появою таких пристроїв, як "уоки-токи" і мобільні телефони, стало безперечним, що мається дуже мало досліджень, що стосуються питання локального впливу РЧ полів на область голови і шиї.

Незважаючи на те, що трубки мобільних телефонів випромінюють набагато менше енергії, чим базова станція, організм користувача поглинає значну кількість енергії від антени. Голова користувача одержує найбільш високий РЧ вплив. Однак це локальне РЧ опромінення регламентується міжнародними нормами і національними стандартами. Тому вплив ЕМП у випадку користування стільниковим зв'язком не повинний викликати якогонебудь локального підвищення температури більш ніж на 1°C. У людини ж, що знаходиться на відстані 30 см від передавальної трубки, РЧ поглинання в 100 разів нижче, ніж у користувача слухавки.

Велика заклопотаність мається у відношенні РЧ поля поблизу базових станцій зв'язку, відзначають учені. Правда, виміри рівнів інтенсивності РЧ випромінювання на поверхні землі поблизу цих станцій показують величини від 1/40 до 1/250 чи менш від міжнародних нормативів, що обмежують опромінення населення (у залежності від відстані до антени).

Проблема "Діти і стільникові телефони" за рубежом також придбала державні масштаби й обговорюється як на національних, так і на міжнародних рівнях. Учені Франції, Німеччини, Іспанії і Великобританії рекомендують дітям по можливості скоротити час користування стільниковим телефоном. Датські вчені не бачать особливої різниці між ефектами дії стільникових телефонів на дитячий і дорослий організм. Однак деякі учені відзначають значні відмінності. Доктор Камелія Габриель (Великобританія) провела дослідження змін діелектричних властивостей тканин з віком пацієнтів. На її думку - діти, це не просто маленькі дорослі. У них інші фізіологічні і діелектричні показники організму. Для підтвердження цієї думки необхідне проведення додаткових досліджень. Учені ВІЗ дотримують попереджувальної політики і не рекомендують дітям довго користатися телефоном, така ж думка в генерального директора ВІЗ Гро Харлем Брантлэнд. ВІЗ у рамках Міжнародного проекту по ЕМП планує видання власних рекомендацій з використання дітьми стільникових телефонів. Керівник проекту Д-р Репачоли планує створити спеціальну групу

для підготовки наукового огляду матеріалів по чутливості дітей до ЕМП. На його думку, дуже важливо підготувати такий огляд перед розробкою рекомендацій ВІЗ. Він також відзначає, що стандарти ICNIRP по стільникових телефонах розроблялися з урахуванням припущення, що діти і люди похилого віку більш чутливі до ЕМП, що є правильним.

Використання стільникового телефону дітьми до 16 років може негативно діяти на їх здоров'я. Такий висновок зроблений на підставі результатів багатьох досліджень. Дитячий організм у порівнянні з дорослим має деякі особливості, наприклад, відрізняється великим співвідношенням довжини голови і тіла, більшою провідністю мозкової речовини. Через менші розміри й обсяг голови дитини питома поглинена потужність більше, у порівнянні з дорослою людиною, і випромінювання проникає глибше в ті відділи мозку, що у дорослих, як правило, не опромінюються. З ростом голови і стовщенням кіст черепа зменшується зміст води й іонів, а також і провідність. Доведено, що зростаючі тканини найбільш піддані несприятливому впливу електромагнітного поля, а активний ріст людини відбувається з моменту зачаття приблизно до 16 років. У цю групу ризику попадають також і вагітні жінки, оскільки ЕМП біологічно активно у відношенні ембріонів. При розмові вагітної жінки по стільниковому телефоні практично все її тіло піддається впливу ЕМП, включаючи плід, що розвивається. Чутливість ембріона до факторів, що ушкоджують, значно вище, ніж чутливість материнського організму. Установлено, що внутрішньоутробне ушкодження плоду ЕМП може відбутися на будь-якому етапі його розвитку: під час запліднення, дроблення, імплантації, органогенезу. Однак періодами максимальної до ЕМП чутливості є ранні стадії розвитку зародка - імплантація і ранній органогенез.

У СРСР до 90-х років була виконана велика кількість досліджень біологічної дії ЕМП на організм тварин, що розвивається. Установлено, що на ембріональний розвиток потомства навіть впливають малі інтенсивності ЕМП. Потомство опромінених тварин менш життєздатно, спостерігаються аномалії розвитку, каліцтва, відставання у вазі, порушення функції вищих відділів центральної нервової системи (уповільнене вироблення і зниження здатності до збереження оборонних і рухально-іжевих умовних рефлексів), зсув темпів постнатального розвитку. Для опромінених ЕМП дорослих тварин характерне зменшення числа народжуваності потомства, зміни в полових органах самок, порушення в розвитку плоду, зниження відсотка схрещуваності, статистично більш випадків мертвородження. Дослідження впливу ЕМП на потомство пацюків піддаваних електромагнітному впливу по параметрах подібному з тим, що одержує ембріон людини при розмові його матері по стільниковому телефоні показало, що в порівнянні з контролем статистично вірогідно збільшена ембріональна смертність потомства, знижена маса зобної залози, збільшена кількість аномалій розвитку внутрішніх органів, за перші 4 тижні постнатального періоду смертність потомства пацюків усіх піддослідних груп був у 2,5 - 3 рази вище, ніж у контролі, а маса тіла нижче. Розвиток щурят також йшло гірше: відставало формування сенсорно-рухових рефлексів, терміни прорізання різців, у щурят-самок порушувалося становлення полової функції. Неповноцінність потомства може бути пояснена як безпосередньою дією ЕМП на ембріон, що розвивається, так і опосередкованим - через материнський організм.

Досліджень безпосереднього впливу ЕМП стільникового телефону на зростаючий організм практично не проводилися через відсутність фінансування в нашій країні. Але в 2001 році в Інституті Біофізики Мінздраву Росії під керівництвом професора Ю.Г. Григор'єва був проведений експеримент по дослідженню впливу ЕМП стільникового телефону на курячі яйця, що містять живі ембріони. Основна задача експерименту - простежити вплив електромагнітного поля стільникового телефону на розвиток і формування курчати від стадії ембріона до стадії вилуплення. У ході експерименту чітко проявилася підвищена загибель ембріонів, що опромінювалися ЕМП стільникового телефону (контрольна група - 2%, експериментальна - 20%). Зафіксовано випадки дострокового вилуплення курчати з явно вираженими пороками у формуванні органів і природною загибеллю після вилуплення.

Приведені матеріали свідчать про існування ризику розвитку несприятливих змін в організмі дітей під дією ЕМП стільникових телефонів. Для однозначної відповіді необхідне проведення додаткових багаторічних досліджень. Але багато дітей користаються стільниковими телефонами вже зараз, які наслідки для здоров'я в них можуть виникнути через кілька років чи десятиліть - ніхто не знає. Тому урядами різних країн починаються спроби забезпечення безпеки здоров'я дітей при використанні стільникових телефонів. Наприклад, департамент охорони здоров'я Великобританії випустив брошуру про шкоду стільникових телефонів, що буде додаватися при продажі стільникових телефонів. Автори брошури відзначають, що стільникові телефони особливо небезпечні для дітей. Доктор Геральд Хайленд з Уорвікського університету відзначив, що це зв'язано з недостатнім розвитком у них імунної системи. Трохи раніше, побоювання з приводу здоров'я дітей, у яких мобільні

телефони здобувають усе більшу популярність, висловили представники компанії Walt Disney. Вони повідомили, що забороняють використання персонажів популярних мультфільмів для рекламної компанії виробників "трубок". У Бангладеш готується закон, що забороняє дітям молодше 16 років користуватися мобільними телефонами. За словами міністра по справах охорони навколишнього середовища Бангладеш Шаяхана Сирайя, причиною заборони на використання стільникових телефонів стало випромінювання, що наносить шкоду дитячому організму. Медики Бангладеш думають, що тривале і регулярне користування мобільним телефоном утрудняє кровообіг, а також викликає підвищений кров'яний тиск і скорочення числа червоних кров'яних кліток.

Одиниця потужності випромінювання - SAR, що поглинає організм під час використання мобільного телефону і яке приводить до нагрівання біологічних тканин. SAR вимірюється у Вт/кг). Значення SAR ґрунтується на термічному способі виміру. Його можна визначити при незмінній частоті коливань і пульсації сигналів, тобто при включеному мобільному телефоні. Дотепер ученим не вдалося знайти інші параметри виміру небезпечних для здоров'я людини випромінювань мобільного телефону. Визначення величини SAR мобільного телефону вимагає цілий ряд побічних вимірів. У Європі допускається усереднення значення SAR від +10 до -10 г живої тканини, у США - усього на 1 г, що на практиці вже може привести до неточного визначення випромінювання мобільного телефону. І треба ще враховувати, що навіть невеликі зміни в терморегуляції тканин ока або вуха можуть привести до необоротних наслідків. Але через брак більш точної системи випромінювання мобільного телефону доцільно користатися значеннями SAR американських учених як законодавців де-факто. Існують офіційні інтернаціональні показники інтенсивності впливу випромінювань на людину: - дуже малим вважається значення SAR, що не перевищує 0,25 Вт/кг. - невеликий вплив випромінювання містить у собі значення SAR від 0,25 до 0,5 Вт/кг. - середній показник SAR - від 0,51 до 1 Вт/кг. - сильне випромінювання мобільного телефону має SAR від 1 до 2 Вт/кг.

Приведені вище офіційні показники сильно відрізняються від дійсних фактів. Так, німецькими вченими було доведено, що SAR, що перевищує 0,002 Вт/кг, є руйнівним для клітин ДНК, є збудником раку, лейкемії у дітей, руйнує клітки мозку і т.д. В даний час самий маленький показник SAR мобільного телефону - 0,1 Вт/кг [8]. Це на декілька порядків більше мінімально безпечного значення. Медики і вчені багатьох країн б'ють тривогу, приводячи незаперечні докази незворотніх наслідків, що відбуваються в організмі людини, але усунення негативного впливу ЕМП зв'язано з великими ускладненнями змін стандартів, розробкою нових, прогресивних методів і засобів, виробництвом і заміною небезпечного устаткування на більш безпечне. Проте, таку колосальну роботу вести необхідно, тому що без неї, можливо, можемо одержати декілька «Чорнобилей» під боком.

На основі вищенаведених фактів можна зробити висновок про те, що відмовитися від засобів і систем зв'язку на нинішньому етапі розвитку цивілізація не в змозі, але і не враховувати шкоди, наносимий ЕМП, створюваними цими засобами і системами зв'язку теж не можна. Є шляхи використання дротових технологій там, де можливо, і застосуванням і розробкою алгоритмів, апаратного і програмного забезпечення для зменшення потужності випромінювання бездротових технологій зв'язку там, де застосування дротових технологій зв'язку неефективно через фізичні обмеження за своєї суті. З екологічної точки зору такий підхід до цієї проблеми дуже актуальний, особливо в індустріально розвинутих регіонах.

Для забезпечення малої потужності передавача і високої пропускної здатності каналів зв'язку застосовуються спеціальні технічні рішення, що включають:

- упровадження складних видів модуляції і кодування, оптимально погоджених з конкретними фізичними каналами по співвідношенню швидкість передачі/ припустимі втрати якості інформації;
- застосування систем багаторівневого статичного і динамічного ущільнення інформаційного трафіка;
- підтримку багаторівневих служб керування з можливістю динамічного обміну даними між ними;
- широке використання різних методів адаптації, оптимізуючих функціонування системи зв'язку по маршрутах передачі повідомлень, що несе частоті сигналу, потужності передавача, виду модуляції, швидкості передачі, способам ущільнення і кодування й ін.;
- постійну модернізацію окремих апаратних і програмних складових систем зв'язку в міру появи нових технологій і вимог.

У значній мірі практична реалізація перерахованих способів удосконалювання систем зв'язку став можливою завдяки досягненням сучасної електроніки, особливо в області створення високопродуктивних обчислювальних пристроїв, і розвитку методів цифрової обробки сигналів.

В даний час опубліковано велика кількість робіт, що висвітлюють різні теоретичні і практичні питання, зв'язані з цифровою обробкою сигналів [1], [2]. Незважаючи на це, існує клас практичних задач, при рішенні яких використання оптимальних методів прийому й обробки сигналів виявляється скрутним через апріорну невизначеність значення несущої частоти, швидкості маніпуляції, характеру демодульованого сигналу, а також через неоптимальні умови прийому. Ця ситуація характерна для радіомоніторингу, при рішенні задач нагляду за роботою радіопередаючих засобів, систем безпеки, що передають дані по радіоканалах і в ряді інших випадків.

Аналіз останніх досягнень показує, що в даний час стали доступними мікроконтролери, що дозволяють створювати інтелектуальні засоби контролю. Це дозволило розробляти різноманітні локальні обчислювальні пристрої, що залучають розроблювачів вигідним співвідношенням ціна / швидкодія / енергоспоживання, зручними режимами програмування, доступністю апаратно-програмних засобів підтримки і широкою номенклатурою контролерів.

Задачі розробки. Використовувані в даний час у банківській сфері інформаційно-контролюючі системи захисту від несанкціонованого доступу вітчизняного і закордонного виробництва засновані в основному на провідному принципі обміну даними між засобами контролю і системою обробки інформації. Одним з недоліків є негнучкість процесу установки таких систем і пристосування їх до умов застосування, що змінилися. Вони уразливі, тому що не мають засобів самотестування, не мають автоматизованого процесу контролю, а тільки відображають ситуацію на пульті оператора охорони. Тому, при розробці структури системи, що використовує радіоканал як середовище передачі інформації, необхідно вирішити ряд задач, що забезпечують екологічну відносну чистоту радіоефіру без утрати надійності передачі інформації між інтелектуальними датчиками і системою.

Метою роботи є розробка методу зменшення екологічного забруднення радіоефіру при побудові ІВС шляхом зменшення потужності передавачів при збереженні стійкості системи до злому і перешкод.

Основні результати. Для побудови гнучкої в змісті конфігурації охоронної інформаційної системи, де необхідний обмін даними між датчиками і центром, що аналізує. Одним з рішень, що задовольняють поставленим умовам є використання запропонованого єдиного інформаційно-телеметричного інтерфейсу (ТІ) по радіоканалу [3]. При цьому він задовольняє наступним умовам:

- високої перешкодостійкості і перешкодозахищеності;
- низькою потужністю передавачів для зменшення забруднення радіоефіру;
- відповідності спектра сигналу в радіоканалах зв'язку вимогам державної інспекції електров'язку.

Розглянемо ТІ, застосовні до системи захисту будинків від несанкціонованого доступу. Структура переданої інформації визначається виконуваними функціями зовнішніх пристроїв системи (ЗП) і їхньою кількістю. У [7] показано, що в залежності від структури будинку і рівня захисту рекомендується використовувати від 40 до 100 ЗП.

Відомі системи використовують різноманітні не уніфіковані протоколи передачі даних у межах однієї системи, що значно ускладнює апаратно-програмні засоби, знижує їхню надійність, підвищує собівартість і ускладнює автоматичне тестування пристроїв.

Для інформаційно-контролюючої системи охорони будинку банку від несанкціонованого доступу (ІКС-НД) середовищем передачі інформації є радіоефір, що характеризується наявністю імпульсних і зосереджених по спектрі частот перешкод. Для такого каналу можна застосувати односпрямовану систему передачі інформації, однак через пропоновані вимоги по високій перешкодостійкості застосована система з вирішальним зворотним зв'язком. У перешкодостійкому алгоритмі застосований метод декомпозиції для декодування m -рівневих ітеративних кодів, що забезпечує лінійну залежність складності реалізації оптимальних декодерів від довжини коду, де він працює в режимі виявлення або виправлення помилок малої і великої кратності [4]. У системі разом з перешкодостійким алгоритмом застосований перешкодозахисний алгоритм кодування, що усуває можливість доступу ззовні в інформаційно-контролюючу систему охорони будинку банку від несанкціонованого доступу. Представимо структурну схему інформаційного інтерфейсу (рис. 1).

Для наочності інформаційний інтерфейс підключений до пристрій сполучення з ПЕОМ і одному з ЗП - датчиків. Кожний ЗП має інтелектуальну частину – мікроконтролер зі спеціальним програмним забезпеченням. Від датчика Д на вхід кодера надходить послідовність інформаційних символів (ІС). Кодер виробляє послідовність символів, що модулюють, що забезпечують формування інформаційної складової сигналу. У кодер надходить також коливання тактової частоти. Фільтрація з метою забезпечення спектра сигналу виробляється як по низькою (ФНЧ 1), так і по радіочастоті (ПФ 1). За допомогою лінії зв'язку сигнал надходить на смуговий фільтр ПФ 2, де послабляється дія флуктуаційних перешкод і перешкод від сусідніх по частоті каналів; фільтром ФНЧ 2 виробляється додаткова фільтрація по низькій частоті. При елементарному прийомі до схемі вирішального пристрою (РУ) виробляється аналіз сигналу і виноситься рішення про передачу символу. Пристрій виділення тактових імпульсів (ПВТІ) визначає момент винесення рішення. На основі рішень декодер виробляє послідовність інформаційних символів, що через пристрій сполучення ПС надходять у ПЕОМ, де відбувається їхня обробка.

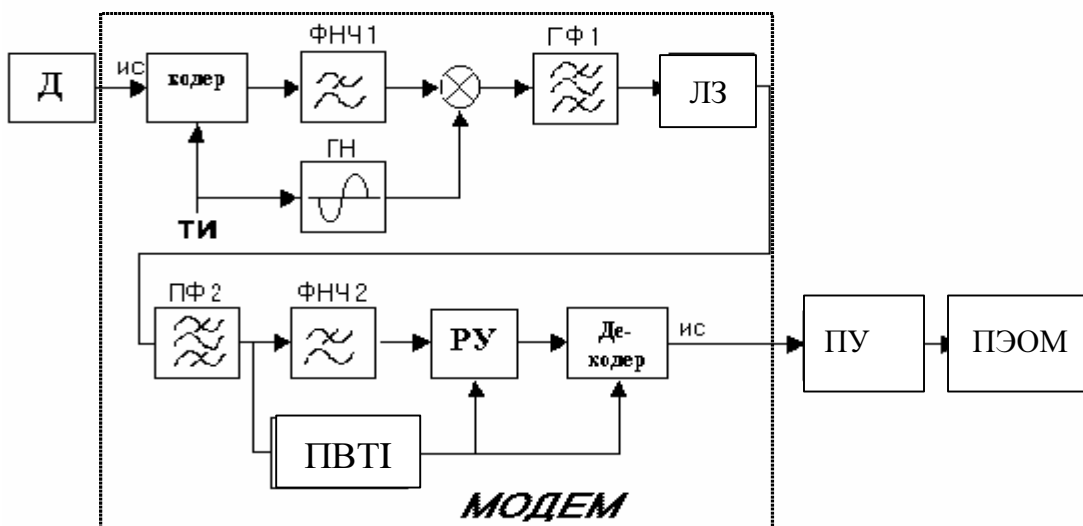


Рис. 1. Структурна схема вимірювального каналу системи

Для передачі сигналу по радіоканалі необхідно модулювати несучий сигнал інформаційним. На практиці в подібних інформаційно-вимірювальних системах застосовують амплітудну, частотну і фазову модуляції [3]. Однак амплітудна модуляція не забезпечує необхідних перешкодостійкості і перешкодозахищеності, частотна – має широкий спектр сигналу, що не відповідає вимогам державної інспекції електрозв’язку, фазова - ускладнює приймально-передавальний тракт, оскільки потрібно додатковий пристрій виміру абсолютного значення початкової фази.

Застосувавши фазову маніпуляцію при невеликому числі можливих значень початкової фази, як правило, 2, 4 чи 8, стало можливо забезпечити високу перешкодостійкість ($d_{\min}/s @ 0.39$) при досить простій апаратно-програмній реалізації, доступній для рівня контролерів, за допомогою якої відносно просто визначити фазове зрушення між двома сусідніми символами. Запропоновано використовувати фазорізницьку маніпуляцію (синоніми — диференціальна фазова маніпуляція, відносна фазова маніпуляція). Осцилограма сигналу з 4-позиційною фазовою маніпуляцією приведений на рис. 2.

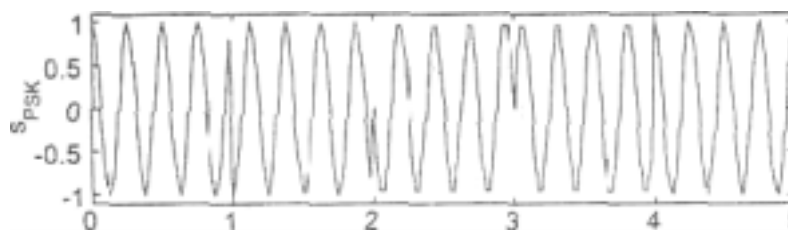


Рис. 2. Осцилограма сигналу з 4-позиційною фазовою маніпуляцією

Для захисту переданої в системі інформації застосоване перешкодозахищене кодування. Для вибору класу криптографування необхідно проаналізувати гіпотетичні можливості зловмисника. Наприклад, для зловмисника, збройного обчислювальною технікою, приймач-передавачем, що працює в тім же діапазоні, що і ІТІ, пристроєм демодуляції і введення інформаційного сигналу в комп’ютер, при використанні в системі симетричного криптографування, стійким виявиться лише шифр з одноразовим ключем, що нездійсненно з технологічної сторони. Використання багаторазового ключа приведе до того, що зловмисник може спробувати відновити ключ, використовуючи знання про перехоплені повідомлення і детерминированые алгоритми обчислення.

Для виключення можливості злому системи необхідно використовувати асиметричне шифрування, що характеризується тим, що для шифрування і дешифрування використовуються різні ключі, зв'язані між собою деякою залежністю. При цьому дана залежність така, що установити один ключ, знаючи іншої, з обчислювальної точки зору дуже важко. Один із ключів (наприклад, ключ шифрування) може бути зроблений загальнодоступним, і в цьому випадку проблема одержання загального секретного ключа для зв'язку відпадає. Якщо зробити загальнодоступним ключ дешифрування, то на базі отриманої системи можна побудувати систему аутентифікації переданих повідомлень.

Алгоритм генерації ключів відкритий, необхідно подати йому на вхід випадковий рядок r належної довжини й одержати пари ключів (k_1, k_2) . Один із ключів (наприклад, k_1) передається разом з повідомленням, він називається відкритим, а другий, названий секретною, убудований в алгоритм шифрування-дешифрування. Алгоритми шифрування E_{k_1} і дешифрування D_{k_2} такі, що для будь-якого повідомлення m $D_{k_2}(E_{k_1}(m)) = m$.

Розглянемо тепер гіпотетичну атаку зломисника на цю систему. Супротивнику відомий відкритий ключ k_1 , але невідомий відповідний секретний ключ k_2 . Супротивник перехопив криптограму d і намагається знайти повідомлення t , де $d = E_{k_1}(t)$. Оскільки алгоритм шифрування відкритий, супротивник може просто послідовно перебрати всі можливі повідомлення довжини n , обчислити для кожного такого повідомлення m_1 криптограму $d_1 = E_{k_1}(m_1)$ і порівняти d_1 з d . Те повідомлення, для якого $d_1 = d$ і буде шуканим відкритим текстом. У гіршому випадку перебір буде виконаний за час порядку $2^n T(n)$, де $T(n)$ - час, необхідний для шифрування повідомлення довжини n . Якщо повідомлення мають довжину порядку 1000 біт, то такий перебір нездійснений на практиці ні на яких самих могутніх комп'ютерах. Час виконання найкращих з відомих алгоритмів розкладання при $n > 10^{145}$ на сьогоднішній день виходить за межі сучасних технологічних можливостей [6], [7].

Висновки

1. Розроблено структуру засобів цифрової обробки сигналу з застосуванням прогресивних методів кодування сигналу, що забезпечують зменшення екологічного забруднення радіоефіру.
2. Для захисту переданої в системі інформації розроблений алгоритм помехозащищеного кодування, а також розрахована мінімальна довга повідомлення, злом якого методом простого перебору на сучасному апаратному забезпеченні нездійснено на практиці.

Бібліографічний список

1. Рабінер Л., Голд Б. Теорія і застосування цифрової обробки сигналів. – М.: Світ, 1978.
2. Гольденберг Л. М. та інші. Цифрова обробка сигналів: Довідник. – М.: Радіо і зв'язок, 1985.
3. Харотішвілі Н. Г. Диференціальна імпульсно-кодова модуляція в системах зв'язку. - М.: Радіо і зв'язок, 1982, - 133 с.
4. Бронніков В. М., Зорі А. А., Кувшинов Г. І. Наукові праці. Оптимальний метод одержання м'яких рішень щодо символів кодів за допомогою декомпозиції інформації в перевірочних співвідношеннях. - Дондту, вип. 20, 2000, - 231 с.
5. Кларк Дж., Кейн Дж. Кодування з виправленням помилок у системах цифрового зв'язку. - М.: Радіо і зв'язок, 1987, - 390 с.
6. Барічев С. Г., Гончаров В. В., Серов Р. Е. Основи сучасної криптографії. М.: Гаряча лінія - телекому, 2001, - 120 с.
7. Щербаков А. Ю. Комп'ютерна безпека. Теорія і практика. М.: Молчагаева, 2001, - 351 с.
8. Ресурси Internet:
<http://www.iegmp.org.uk>
<http://www.electric-words.com>
<http://www.bris.ac.uk/depts/medphys>
<http://www.mcw.edu/gcrc>
<http://www.who.int/peh-emf>
<http://www.fcc.gov/oet/rfsafety>
<http://www.sardata.com>
http://www.osp.ru/lan/2001/03/049_print.htm

© Г.І. Кувшинов 2004