УДК 911:053

В. В. ФИЛЕНКО

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Е. М. БУДЯНСЬКА, канд. мед. наук, с. н. с.

НДІ гігієни праці і профзахворювань Харківського національного медичного університету

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ЗАБРУДНЕННЯ БІОСФЕРИ АВТОТРАНСПОРТОМ (автомобілі, гібридні автомобілі)

Проведено аналіз впливу на людину електромагнітних випромінювань, джерелом яких є автомобіль, оснащений двигуном внутрішнього згорання та гібридний автомобіль. Проведено моніторинг електромагнітних випромінювань гібридного автомобіля. Виконано аналіз засобів захисту від електромагнітного поля.

Ключові слова: електромагнітне поле, вплив електромагнітного випромінювання, гібридний автомобіль, моніторинг

The analysis of influence of electromagnetic radiations on the person which source is the car equipped with an internal combustion engine and the hybrid car is carried out, monitoring of electromagnetic radiations of the hybrid car is carried out. The analysis of protection frames from an electromagnetic field is made.

Keywords: an electromagnetic field, influence of electromagnetic radiation, the hybrid car, monitoring

Проведен анализ влияния электромагнитных излучений на человека, источником которого является автомобиль, оснащенный двигателем внутреннего сгорания и гибридный автомобиль, проведен мониторинг электромагнитных излучений гибридного автомобиля. Выполнен анализ средств защиты от электромагнитного поля.

Ключевые слова: электромагнитное поле, влияние электромагнитного излучения, гибридный автомобиль, мониторинг

Масштаби електромагнітного забруднення стали настільки істотні, що Всесвітня організація охорони здоров'я включила цю проблему в число найбільш актуальних для людства. Станом на 2002 рік електромагнітне забруднення на 18-32 % території міст формувалося в результаті автомобільного руху [6]. Слід зазначити, що цей відсоток зростає з року в рік і це відбувається не лише за рахунок збільшення транспортного потоку, але і через збільшення кількості і потужності електроустаткування кожного окремо взятого автомобіля. Автомобіль вважається порівняно малопотужним джерелом електромагнітного випромінювання, проте проблема електромагнітного забруднення автотранспортом стала актуальною в умовах його швидкого розвитку/

В оточуючому середовищі постійно присутні електромагнітні поля природного та антропогенного походження. Основними природними електромагнітними полями є атмосферна електрика, постійне магнітне поле Землі та геомагнітні варіації, що виникають при взаємодії земного магнітного поля з міжпланетним середовищем. Впродовж декількох останніх десятиліть рівень інтенсивності електромагнітного оточення істотно виріс: технічні засоби, що генерують електромагнітні поля, широко використовуються на заводах, в транспортних системах, установах, в будівлях і т.д. Джерела антропогенних електромагнітних полів поділяють на низько- (0-3 кГц) та високочастотні (від 3 кГц до 300 ГГц).

До групи джерел високочастотних випромінювань належать функціональні передавачі – джерела електромагнітного поля метою яких є передача та прийом інформації. Сюди також відноситься різноманітне технічне обладнання , що використовує СВЧ - випромінювання, змінні (50 Гц-1 МГц) та імпульсні поля, побутове обладнання .

Низькочастотні включають в себе всі системи виробництва, передачі розподілу

© Филенко В. В., Будянська Е. М., 2010

електроенергії, домашню та офісну електро- та електронну техніку, в тому числі засоби відображення інформації індивідуального користування (монітори ПК), транспорт на електроприводі, залізничний, міський та автомобільний транспорт. [5]

Хоча електромагнітний спектр займає область від 0 до 10^{20} Гц, основні складові електромагнітного забруднення лежать в низькочастотному діапазоні [11].

Вплив електромагнітного поля на здоров'я людини. На можливість шкідливого впливу на організм людини електромагнітного поля було звернено увага ще в 40-х роках XX століття. Першим дослідником в цьому напрямі був лікар П. І. Іжевський. З того часу і по сьогоднішній день не припиняється постійне дослідження, і вивчення впливу електромагнітних полів природного і антропогенного (техногенного) характеру різноманітної частоти і інтенсивності на біологічні об'єкти. Хоча питанню біологічної дії електромагнітних полів присвячено безліч наукових робіт, проте у фізиці цього процесу й досі залишається багато невивчених питань, що стають темою для численних симпозіумів ,конференцій та наукових дискусій.

Достовірно відомо, що всі діапазони електромагнітних випромінювань впливають на здоров'я та працездатність людини, причому наслідки цього впливу можуть бути досить віддаленими **[7].**

В теперішній час світовою громадськістю визнано, що ЕМП штучного походження є важливим значимим екологічним чинником з високою біологічною активністю. У результаті чисельних досліджень встановлено, що реакція організму людини залежить від величини потужності випромінювання і від таких параметрів, як частота, вигляд модуляції, ширина спектру випромінюваного сигналу, поляризація, час опромінення, електрична і магнітна складова. Виявити однозначний зв'язок між яким-небудь одним параметром випромінювання і явно вираженим ефектом його дії поки що не вдалося. Експериментальні дані свідчать про високу біологічну активність електромагнітних полів у всіх частотних діапазонах. [1]

При високих рівнях опромінення прийнято вести мову про тепловий механізм дії. При низькому рівні - сучасна теорія визнає нетепловий або інформаційний характер дії на організм. Механізми дії електромагнітного поля в цьому випадку ще мало вивчені, а результати досліджень експериментальних досліджень дають суперечливі результати.

Відзначимо, що залежність поглинання енергії електромагнітного випромінювання і її розподілу усередині тіла людини визначається не лише електричними властивостями тканин, але і формою і розмірами об'єкту (органу), а також співвідношенням цих розмірів з довжиною хвилі випромінювання. Детальний аналіз показав, що для частот 0,03 - 10 ГГц характерна наявність ряду максимумів поглинання, при яких тіло людини як би вбирає в себе поле і поглинає енергії більше, ніж доводиться на його поперечний перетин. В цьому випадку різко виявляються інтерференційні картини, що призводять до сильної кореляції як загальної величини поглинання енергії, так і її розподілу залежно від полів конкретних довжин хвиль, розмірів і анатомічної будови органів і електричних властивостей тканин людини.

Останнім часом у дослідженнях значна увага приділяється небезпечній дії слабкого електромагнітного випромінювання, яке діє протягом тривалого проміжку часу. Біологічний ефект в умовах тривалої багаторічної дії накопичується, в результаті можливий розвиток віддалених наслідків, включаючи дегенеративні процеси центральної нервової системи, рак крові (лейкоз), пухлини мозку, гормональні захворювання і т. ін.

У роботі [10] проведено аналіз майже 200 публікацій присвячених дослідженню ефектів дії магнітних полів на добровольців, лабораторних тварин або на тканини. В цілому ці дослідження свідчать про те, що нервова і серцево-судинна системи, мабуть, вельми сприйнятливі до низькочастотних магнітних полів.

Медичні обстеження людей показали, що найбільш чутливі до дії електромагнітного поля центральна нервова система, імунна система, очі, гонади (ендокринні залози статевих органів). В результаті такої дії може порушуватися діяльність серцево-судинною, кровоносної, нейроендокринної, імунною систем і змінних процесів. Особливо небезпечні електромагнітні поля можуть бути, для людей із захворюваннями центральної нервової, гормональної, серцево-судинної системи, алергіків, людей з ослабленим імунітетом. Імунна система зменшує викид в кров спеціальних ферментів, що виконують захисну функцію,

відбувається ослаблення системи клітинного імунітету. Ендокринна система починає викидати в кров більшу кількість адреналіну, як наслідок, зростає навантаження на серцево-судинну систему організму. Відбувається згущування крові, внаслідок чого клітини недоотримають кисень. У людини, що піддавалася випромінюванню протягом довгого часу, зменшується сексуальний потяг до протилежної статі (частково це є наслідком банальної втоми, частково викликано змінами в діяльності ендокринної системи), падає потенція. Зміни в нервовій системі видно неозброєним оком. Як вже наголошувалося вище, ознаками розладу є дратівливість, швидка стомлюваність, послаблення пам'яті, порушення сну, загальна напруженість, люди стають метушливими [12].

Окрім негативного впливу «надлишкових» варіацій електромагнітного поля, необхідно розглянути, до яких наслідків приводить тривале екранування від звичного середовища. При перебуванні в екранованих від природного електромагнітного поля приміщеннях (у літаках, у космічних апаратах, у морських судах, у закритій військовій техніці, у підземних спорудженнях, у метро й т. ін.) спостерігається погіршення діяльності сердечно - судинних і вегетативної нервової систем. Із цією проблемою кожний мешканець великого міста зіштовхується постійно. Виявляється, ступінь негативного впливу, наприклад, магнітного поля на живий організм, прямо пропорційна тривалості його перебування в екранованому приміщенні й коефіцієнту ослаблення магнітного поля. Так, наприклад, перебування реанімаційних хворих під час сильної магнітної бурі в екранованій камері з коефіцієнтом екранування електромагнітного поля в 4...5 разів, тривалістю не більше доби роблять позитивний вплив. А перебування в метро з коефіцієнтом екранування природних електромагнітних полів 5...10 разів і одночасним десятикратним перевищенням припустимого рівня штучних електромагнітних полів, може викликати в людини головні болі й серцеві приступи вже за 30 хвилин поїздки на цьому виді транспорту. Тривалий вплив гіпогеомагнітного поля (ГГМП) на людину приводить до зниження його працездатності, негативній дії на його здоров'я. Такі поля є біологічно активним фактором, що викликає ряд змін на фізіологічному, біохімічному й морфологічному рівнях функціонування організму. Дослідження показали, що біологічна границя, що розділяє безпечні й шкідливі умови праці при наявності ГГМП характеризується коефіцієнтом його ослаблення відносно електромагнітного поля відкритого простору рівним 2. Установлено, що при ослабленні ГГМП в 2...5 разів відносно електромагнітного поля, спостерігається збільшення на 40% кількості захворювань у людей, що працюють в умовах такого приміщення. Фактично встановлено, що в обстежених частота захворювань, що супроводжують синдром імунної недостатності, істотно перевищує таку серед практично здорових людей.

Результати клініко-фізіологічних обстежень осіб, тривалий час працюючих в екранованих гипогеомагнитных приміщеннях (при коефіцієнті ослаблення геомагнітного поля в 4...10 разів), свідчать про розвиток у них ряду функціональних змін у провідних системах організму. Так, з боку центральної нервової системи (ЦНС) виявлені ознаки дисбалансу основних нервових процесів у вигляді переваги гальмування, дистонія мозкових судин з наявністю регуляторної міжпівкульної асиметрії. Порушення механізмів регуляції вегетативної нервової системи (ВНС) проявляються в розвитку функціональних змін з боку серцево-судинної системи у вигляді лабільності пульсу й артеріального тиску, нейроциркуляційній дистонії гіпертензійного типу, [7].

Аналіз електромагнітного поля сучасного автомобіля. В автомобілях оснащених двигуном внутрішнього згорання, основним джерелом електромагнітного поля є система запалення повітряно-паливної суміші, що встановлюється на бензинових двигунах внутрішнього згорання. При цьому електромагнітне поле генерується током, що протікає у високовольтному контурі силової установки, котра відповідає за створення та підтримку іскрового заряду на свічці. Прилади системи запалення і електроустаткування автомобілів є первинними випромінювачами електромагнітних хвиль, а елементи кузова, деталі моторного відсіку, капот, крила, грати радіатора – вторинними. В цілому автомобіль є контуром, власні характеристики індуктивності та ємкості якого залежать від багатьох чинників і поки що мало вивчені. Сигнал, що створюється на антені електромагнітним полем та реєструється за допомогою вимірювальної апаратури, являє собою імпульси з випадковою амплітудою та тривалістю від 200 нс, у результаті чого коливання даного

типу розподілені за спектром (їхня частота змінюється від 30 МГц до 1 ГГц). Саме цьому, не дивлячись на те, що потужність випромінювання деяких джерел у певній вузькій полосі частот (наприклад у радіопередавачів, більше, ніж потужність випромінювання в такій же полосі частот від системи запалення), електромагнітне поле, що створене автомобілем, вносить значний вклад в електромагнітне забруднення навколишнього середовища [8].

Значно складнішою є ситуація з електромагнітними полями, джерелами яких є гібридні автомобілі.

Гібридний автомобіль – високоекономічний автомобіль, що приводиться в рух системою «електродвигун - двигун внутрішнього згоряння» (далі двигун), що живиться як пальним, так і зарядом електричного акумулятора. Головна перевага гібридного автомобіля - зниження витрати палива й шкідливих викидів. Це досягається повним автоматичним управлінням режиму роботи системи двигунів за допомогою бортового комп'ютера, починаючи від своєчасного відключення двигуна під час зупинки в транспортному потоці, з можливістю продовження руху без його запуску, винятково на енергії акумуляторної батареї, і закінчуючи більше складним механізмом рекуперації - використання електродвигуна як генератора електричного струму для поповнення заряду акумуляторів.

Спочатку ідея організації принципу «електричної коробки передач», тобто заміни механічної коробки передач на електричні дроти, була втілена в залізничному транспорті та великовантажних кар'єрних самоскидах. Причина застосування такої схеми обумовлена величезними складностями механічної передачі керованого крутного моменту на колеса потужного транспортного засобу. Суть принципу полягає в тому, що двигун, що працює на звичайному паливі, електрогенератор, і через систему керування потрібна кількість електроенергії передається на електродвигуни, приводячи в рух транспортний засіб. Це схоже на електростанцію на електромобілі, що виробляє енергію для власного руху. Суть схеми роботи гібридного автомобіля аналогічна, але значно модифікована, у першу чергу додаванням акумуляторної батареї, тільки на відміну від електромобіля менш ємної, а отже, більше легкої.

Головною причиною початку виробництва легкових гібридів був ринковий попит на подібні автомобілі, викликаний високими цінами на нафту й постійне підвищення вимог до екологічності автомобілів. При цьому вдосконалювання технологій і податкові пільги виробникам гібридів, робить ці автомобілі, у деяких випадках, навіть дешевшими звичайні.

Головною перевагою є економність в процесі експлуатації. Щоб досягти її, необхідно було шукати баланс, тобто зрівноважити всі технічні показники машини, але при цьому зберегти всі корисні параметри звичайного автомобіля: його потужність, швидкість, здатність до швидкого розгону, і безліч інших, досить важливих характеристик, закладених у сучасних автомобілях. Мало того, здатність накопичувати енергію, у тому числі й не витрачати даремно кінетичну енергію руху під час гальмування, а заряджати акумуляторні батареї.

Економія була досягнута наступним чином:

- зниженням обсягу й потужності двигуна;
- робота двигуна в оптимальному й рівномірному режимі, у значно меншій мірі залежить від водійських навиків;
- повна зупинка роботи двигуна, коли це необхідно;
- можливість руху тільки на електродвигунах;
- рекуперативне гальмування із зарядкою акумулятора.

Вся ця система настільки складна, що стала можлива повною мірою тільки в сучасних умовах, із застосуванням досить непростих алгоритмів роботи бортового комп'ютера. Навіть правильне й ефективне (з погляду безпеки) гальмування управляється бортовим комп'ютером. Разом з тим це призвело до необхідності концентрації великої кількості потужної автомобільної електроніки у межах невеликого за розмірами автотранспортного засобу.

Збільшення джерел електромагнітного випромінювання призвело до розширення частотного діапазону електромагнітного поля, яке для гібридного автомобіля лежить в межах від 5 Гц до 1 ГГц.

Встановлено, що при русі транспортних засобів в потоці можливе явище резонансу електромагнітного поля, так наприклад, в діапазонах частот (48-53), (76-82), (186-192) і (220-225) Мгц, це призводить до збільшення середнього рівня випромінювання на 23, 16, 8 та 5дБ відповідно.

В цілому рівень електромагнітного поля потоку транспортних засобів визначається локальною щільністю потоку на ділянках мережі і може бути зменшений в результаті:

а) зниження часу знаходження на перехрестях;

б) збільшення середніх швидкостей руху;

в) забезпечення режиму "зеленої хвилі", тобто рухи з постійною швидкістю, і так далі

Окрім небезпеки електромагнітного забруднення довкілля поза автомобілем існує ще й небезпека дії електромагнітного випромінювання на людей, що знаходяться безпосередньо всередині салону.

Відзначимо, що водії автотранспортних засобів зазнають впливу електромагнітного поля впродовж досить тривалого часу, на відміну від випадку використання, наприклад, побутових електроприладів, адже водії часто проводять за кермом декілька годин поспіль.

В залежності від того, у якому аспекті розглядається вплив електромагнітного поля (забруднення оточуючого середовища чи вплив на водія та пасажирів), залежатиме вибір схеми моніторингу електромагнітних випромінювань автотранспортних засобів.

Під час вивчення вкладу кожного окремо взятого автомобіля у забруднення оточуючого середовища транспортним потоком, згідно з [8], виміри рекомендується проводити за умови:

а) розташування автомобіля на горизонтальному майданчику;

б) відсутність атмосферних опадів;

в) двері, капот, багажник – мають бути закриті;

г) двигун повинен:

– бути прогрітий до нормальної робочої температури (95°С);

– працювати з частотою обертання 1500 ± 220 $хв^{-1}$.

Вимірювальна антена приладу для виміру рівня електромагнітного поля повинна розташовуватися:

- навпроти центру автомобіля на відстані 10 м і на висоті 3 м;

- попереду або позаду (залежно від розташування двигуна) і збоку, з боку розташування антени радіоприймача автомобіля.

Результатом вимірів на даній частоті вважають найбільше з отриманих значень для всіх варіантів взаємного розташування автомобіля і вимірювальної антени.

Що ж стосується випадку, коли розглядається вплив на людину, котра знаходиться безпосередньо у салоні автомобіля, то єдиної стандартизованої методики для автотранспортних засобів поки що не існує. Тому рекомендується проводити вимірювання згідно [3], де зазначено, що вимірювання електромагнітних полів на робочих місцях проводять на відстанях від джерел, відповідному знаходженню тіла працюючого, на декількох рівнях від поверхні підлоги або землі з визначенням максимального значення напруженості або щільності потоку енергії електромагнітного поля для кожного робочого місця. У кожній точці проводять не менше 3-х вимірювань. Найбільше із зареєстрованих значень заносять у протокол. Особа, що проводить вимірювання, не повинна знаходитися між джерелом випромінювання і вимірювальною антеною.

На характер електромагнітного поля автомобіля впливають:

а) значення ступеню стиснення для двигуна;

б) використання пластмасових або металевих крил, дахів, облицювання кузова, повітряних фільтрів;

в) розміри, форма розподільника і котушки запалення, місце їх розташування в моторному відділенні;

г) довжина, розміщення і якість високовольтних дротів;

д) розміри і форма моторного відділення;

е) відстань між колесами і моторним відділенням;

ж) праве або ліве управління, оскільки це впливає на компоновку деталей у моторному відсіку;

з) наявність електронних засобів в системі запалення;

и) наявність сервісних механізмів, обчислювальних систем і радіопередавальних пристроїв;

к) технічний стан всіх систем і вузлів, що формують електромагнітне поле;

л) працездатність систем придушення електромагнітного випромінювання;

м) характер режиму й умови руху автомобіля.

Моніторинг електромагнітного поля у салоні гібридного автомобіля.

Авторські дослідження було проведено на автомобілі марки Toyota Prius як у салоні автомобіля, так і поруч з ним, за допомогою вимірювача параметрів електричного і магнітного полів ВЕ – МЕТР-АТ 002 на робочих частотах 5 ГЦ – 2 кГц та 2 кГц - 400

кГц. Місця проведення вимірювань вибиралися виходячи з принципової схеми розташування основних компонентів автомобіля та схеми розташування основних джерел електромагнітного випромінювання у салоні автомобіля.

Функціональне призначення основних елементів гібридного силового агрегату детально розглянуте у [2].

Проведені дослідження виявили високий рівень як електричної так і магнітної складової електромагнітного поля гібридного автомобіля. Зокрема на робочій частоті 5 Гц – 2 кГц напруженість електромагнітного поля за магнітною складовою (В) попереду автомобіля при роботі на електричному двигуні складала 990 нТл та 240 нТл при використанні двигуна внутрішнього згорання. Що стосується електромагнітної обстановки у салоні автомобіля, то дослідження показали, що напруженість магнітного поля також значною мірою залежить від режиму роботи силового агрегату, адже найпотужнішим джерелом електромагнітного поля у салоні є силова шина, що з'єднує силовий агрегат з акумуляторною батареєю та проходить під сидінням водія та пасажира, що знаходиться за його спиною. Деякі з результатів вимірювання приведені у таблиці.

Таблиця

Результати вимірювання електромагнітного поля

Місце проведення вимірювання, та режим роботи	Робоча частота	Висота від підлоги, м	Напруженість електромагнітного поля	
			Е, В/м	В, нТл
Попереду автомобіля, при роботі електричного двигуна	5 Гц – 2 кГц 2 кГц – 400 кГц	0,5	1,0 0,63	990,0 18,0
Попереду автомобіля, при роботі ДВЗ	5 Гц – 2 кГц 2 кГц – 400 кГц	0,5	1,0 0,11	240,0 27,0
В салоні позаду водія під час зарядки високовольтної батареї	5 Гц – 2 кГц 2 кГц – 400 кГц	0,5	1,0 4,14	40,0 29,0
Робоче місце водія при роботі електродвигуна від батареї	5 Гц – 2 кГц 2 кГц – 400 кГц	0,3	44,0 0,02	70,0 11,0
Робоче місце водія при роботі ДВЗ	5 Гц – 2 кГц 2 кГц – 400 кГц	0,5	1,0 0,02	150,0 10,0

Отримані дані показують, що електромагнітне поле у салоні автомобіля змінюється не тільки за потужністю, але й за частотою випромінювання і може мати негативний вплив як на живі організми, так і на людину в цілому. У зв'язку з чим, постає необхідність застосування методів захисту від негативного впливу електромагнітних полів.

На перший погляд може здатися, що найпростішим методом захисту від негативного впливу електромагнітного поля є повне екранування корпусу та салону автомобіля, проте такий спосіб має цілий ряд недоліків, серед яких не тільки конструктивні складності практичного втілення такого методу, а й виникнення проблеми гіпогеомагнітності.

До найбільш поширених методів захисту від небезпечних впливів електромагнітних полів від різних джерел потужних випромінювань відносяться:

- конструкційні;
- екранування;
- зонування та групування;
- раціональне заземлення.

Конструкційні методи. Розробка і виготовлення електротранспортних засобів, з низьким рівнем електромагнітного випромінювання, представляє собою дуже складну проблему. Боротьба за її рішення починається ще на стадії конструкторської розробки та є дуже вагомим моментом в загальній системі заходів, направлених на безпеку транспортного засобу. В аспекті підвищення рівня електромагнітної безпеки, мається досить велика кількість самих різних конструкційних методів захисту, але можна виділити основні з них, які найбільш частіше застосовуються на практиці.

Екранування**.** Для підвищення електромагнітної безпеки використовують електромагнітне екранування. Але, як показує практика , в багатьох випадках в разі вибору оптимального з точки зору захисних властивостей варіанта корпусу-екрана його стінки виявляються або дуже тонкими для практичного виготовлення, або слід використовувати досить рідкісні матеріали, властивості яких і вартість не можуть задовольнити інші вимоги, які надаються корпусам-екранам автотранспортних засобів в цілому . В результаті більшість екранів роблять значно товщами, ніж це дійсно необхідно. **[5]**.

Електромагнітні щільні прокладки. Підвищення електрогерметичності роз'ємних з'єднань (кришок, панелей та ін.) досягається застосуванням електромагнітних щільних прокладок і щільних провідних матеріалів. Вони можуть служити як для тимчасової, так і для напівпостійної і постійної щільності. Прокладки необхідні, так як жорсткі поверхні, які механічно сполучені, не є абсолютно плоскими і між ними завжди існують зазори.

Висновки. Результати дослідження показали, що гібридній автомобіль є джерелом електромагнітного випромінювання, яке може негативно впливати на здоров'я та самопочуття людини. Для ефективного зниження рівня напруженості електромагнітного поля у салоні автомобіля необхідно приймати відповідні заходи ще на стадії конструкторської розробки. Наприклад, одним з найпотужніших джерел електромагнітного поля у салоні є силова шина, що з'єднує силовий агрегат з акумуляторною батареєю та проходить під сидінням водія - може бути додатково екранована або прокладена під сидінням пасажира, час перебування якого у салоні значно менший. Для більш точного визначення вкладу автотранспорту в сумарне електромагнітне забруднення території міст, необхідно провести додаткові вимірювання на різних режимах роботи силової установки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бинги В. Н. Биологические эффекты электромагнитных полей нетеплового уровня. Проблема понимания и социальные последствия / В. Н. Бинги // Физика взаимодействия живых объектов с окружающей средой: труды междунар. совещания ["Новые результаты в биофизике взаимодействия живых объектов с окружающей средой"], (Москва, 7 дек. 2002 г.). – М.: МИЛТА, 2004. – С.43-69.

2. Гібридні автомобілі / (Бажинов О. В., Смирнов О. П., Сєріков С.А. та інш.) – Х.: ХНАДУ, 2008. – 327 с

3. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля: ГОСТ 12.1.006-84.

4. Грачев Н. Н. Защита человека от опасных излучений / Н. Н. Грачев, Л. О. Мырова – М.: БИНОМ., 2005. – 317 с. (Лаборатория знаний).

5. Гроднев И.И. Электромагнитное экранирование в широком диапазоне частот. – М.: Связь, 1972. – 112 с.

6. Екологія і безпека життєдіяльності: [навч. посібник для вузів] / Д.А. Крівошеїн, Л.А. Мурашка, Н.Н. Роєва та ін., під ред. Л.А. Мурашки. – Г.: ЮНІТА-ДАНА, 2002. – 447 с.

7. Любимов В. В. Электромагнитные поля, их биотропность и нормы экологической безопасности / В. В. Любимов, М. В. Рагульская // I-я Троицкая конференция по медицинской физике: Тезисы докл. – Троицк: 2004. – С. 75-76.

8. Николаев П. А. Автомобиль – источник электромагнитной опасности / П.А. Николаев,Р.Р. Соешев.// Экология и жизнь. – 2007. – №2(63). – С.54-57.

9. Павлова Е. И. Экология транспорта : учебник для студентов вузов / Е. И. Павлова. – М.: Высшая школа, 2006. – 344 с.

10. Естественные и техногенне низкочастотные магнитные поля, как факторы, потенциально опасные для здоровья / Н. Г. Птицина, Дж. Виллорези, Л. И. Дорман [и др.] // УФН – 1998. – Т. 168, No 7. – С. 767-791.

11. Сподобаев Ю. М., Кубанов В. П. Основы электромагнитной экологии / Ю. М. Сподобаев, В. П. Кубанов. – М.: Радио и связь, 2000. – 240 с.

12. Холодов Ю. А. Мозок в електромагнітних полях. – М.: Наука, 1982. – 123 с.

Надійшла до редколегії 21.01 2010