

**М.Т. Бакка, д.т.н., проф.
М.О. Гончарова, аспір.
О.М. Оляницька, асист.**

Житомирський державний технологічний університет

ОЦІНКА ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПРИРОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

Виконані аналіз та теоретичні узагальнення впливу антропогенного електромагнітного поля (ЕМП) на природні екосистеми. Визначені основні підходи до проблеми екологічного нормування впливу техногенного ЕМП на довкілля. Запропоновані шляхи регуляції впливу ЕМП з метою запобігання деградації основних компонентів природних екосистем.

Вступ. Інтенсивне використання електричної та електромагнітної енергії в сучасному суспільстві призвело до того, що в навколишньому середовищі сформувався новий значимий фактор забруднення довкілля – електромагнітний.

До його виникнення призвів розвиток сучасних технологій передачі інформації та енергії, дистанційного контролю і спостереження, а також розвиток електротранспорту та цілої низки різноманітних технологічних процесів. Науковцями багатьох країн встановлено, що електромагнітне поле (ЕМП) техногенного походження є досить вагомим екологічним чинником, який володіє високою біологічною активністю. Немає сумніву, що подальший розвиток зв'язку, транспорту і сучасних енергетичних технологій в найближчому майбутньому буде зростати, а використання технічних засобів, які генерують в навколишнє середовище електромагнітну енергію, буде розширюватись. Очікуються зміни в структурі джерел ЕМП, які обумовлюються виникненням та активним розвитком стільникового зв'язку, засобів персональної і мобільної комунікації, опануванням нових частотних діапазонів теле- і радіомовлення, розвитком засобів дистанційного спостереження тощо. Все це потребує створення рівномірної зони «радіопокриття», що власне і збільшує електромагнітний фон в навколишньому середовищі.

Електромагнітне забруднення набуло вже глобального планетарного розвитку, але в кожному локальному регіональному осередку воно має свої закономірності формування і впливу на екосистеми.

У зв'язку з цим виникає нагальна необхідність вивчати в кожному локальному регіоні біологічний вплив ЕМП на довкілля та розроблювати заходи щодо створення людині безпечних умов від електромагнітного впливу.

Таким чином, досліджувана проблематика є досить **актуальною** для кожного регіону, в тому числі і для м. Житомира.

Вивченість питання. Науковцями світової спільноти встановлено, що всі існуючі джерела ЕМП можна розділити на наступні групи:

– системи виробництва, передачі, розподілу і споживання електроенергії постійного і перемінного струмів (0–3 кГц), до яких належать електростанції, лінії електропередач (особливо високовольтні лінії), трансформаторні підстанції, системи електрозабезпечення та інші джерела;

– транспорт на електроприводі (0–3 кГц): залізничний та його інфраструктура, міський транспорт – метрополітени, трамваї, тролейбуси, фунікулери тощо;

– функціональні передавачі: станції радіомовлення НЧ (30–300 кГц), СЧ (0,3–3,0 МГц), ВЧ (3–30 МГц) та ОВЧ (30–300 МГц) діапазонів; телевізійні радіопередавачі; базові станції систем рухомого радіозв'язку; наземні станції космічного зв'язку; радіорелейні станції; радіолокаційні станції (РЛС) та інші.

Джерела ЕМП, як правило, слугують джерелом комплексного електромагнітного випромінювання, яке впливає на всю екосистему, що знаходиться в зоні впливу ЕМП. Досить часто ці джерела займають великі за площею території, і створювані ними електромагнітні поля перевищують максимальний зафіксований природний електромагнітний фон в 200–30 000 разів.

Вплив ЕМП на екосистеми вивчений лише частково. Переважна більшість досліджень присвячена вивченню біологічних ефектів впливу електромагнітного поля антропогенного походження на живі організми. Вивчалась реакція окремих живих особин або різних видів живих організмів на вплив ЕМП. Є матеріали одиничних розрізнених досліджень, які присвячені вивченню впливу ЕМП на природні біологічні системи організменного і надорганізменного рівнів (популяції, спільнота), але немає робіт з вивчення стану і функціонування екосистем в цілому в умовах дії ЕМП, а також з вивчення впливу на різні види екосистем. Переважна більшість досліджень присвячена вивченню впливу ЕМП на комах, амфібій, ракоподібних, риб та рептилій.

Виконаний аналіз літературних джерел підтверджує, що в Україні до теперішнього часу не проводилось комплексних і методично обґрунтованих досліджень впливу ЕМП різних джерел на навколишнє середовище і людину зокрема. Сильні відхилення ЕМП від природного рівня в більшу або меншу сторону виходять за межі оптимуму життєдіяльності живих організмів і є стресовим фактором.

Мета досліджень. Визначити підходи щодо нормування впливу антропогенного електромагнітного поля на природні екосистеми.

Основний зміст результатів досліджень. Електромагнітне забруднення живі організми сприймають по-різному.

Вплив антропогенного електромагнітного поля можна розділити на три складові компоненти, які в загальному вигляді показані на рис. 1.

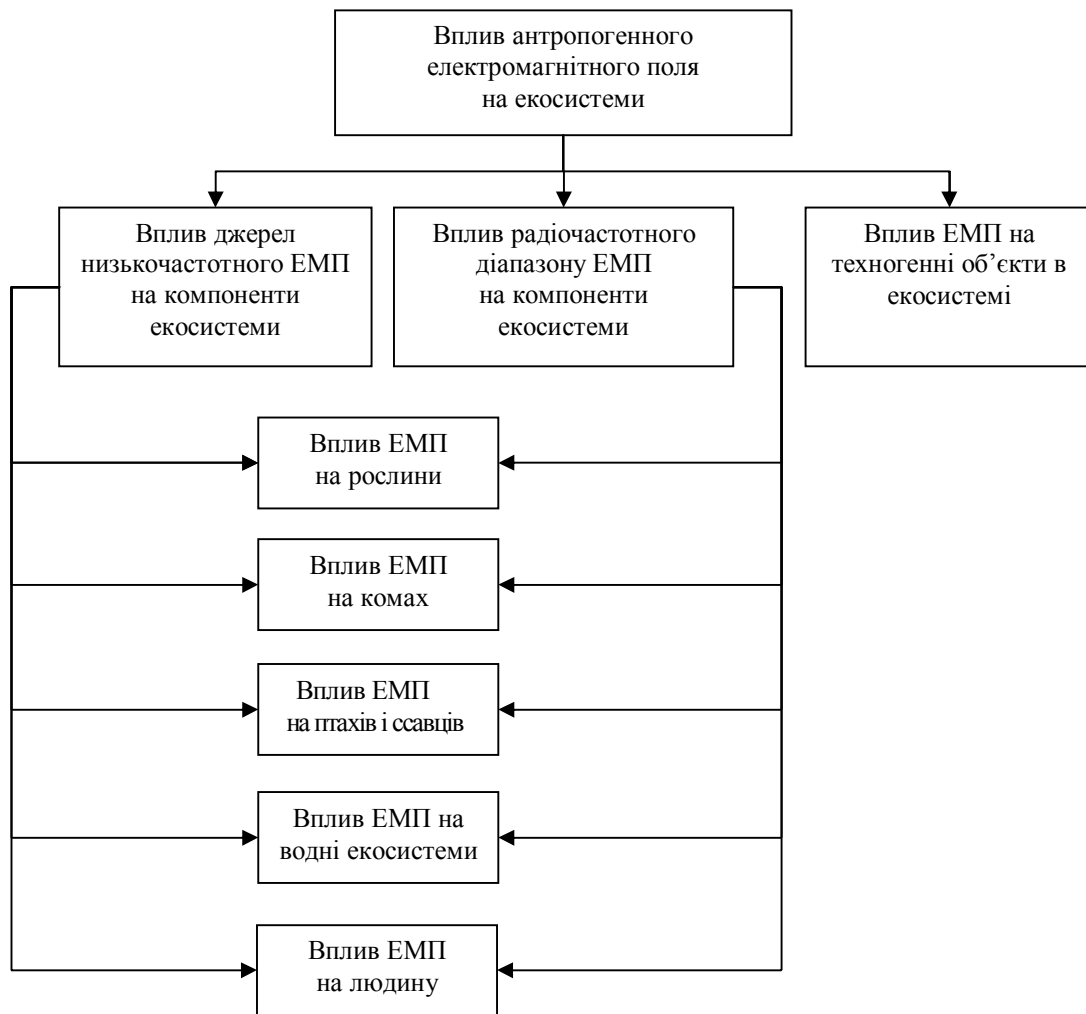


Рис. 1. Структурна схема впливу антропогенного електромагнітного поля на екосистеми

Проблема біологічної дії ЕМП, оцінки небезпеки для людини і навколишнього середовища займає важливе місце як в діяльності важливих міжнародних організацій, так і в роботі відповідних державних структур промислово розвинених країн. На міжнародному рівні основним органом комплексної координації проблеми забезпечення безпеки біосистем в умовах впливу ЕМП є Всесвітня організація охорони здоров'я. З 1995 року в цій організації діє довгострокова програма WHO EMF Project, основна задача якої полягає в координації відповідних досліджень і узагальнення їх результатів з метою забезпечення глобальних оцінок і рекомендацій з проблеми біологічної дії ЕМП. Починаючи з 1998 року, ця програма включає у сферу своїх інтересів проблему впливу ЕМП на навколишнє середовище і елементи екосистем. Необхідно відмітити, що вивченням впливу ЕМП на довкілля і людину займаються як різні організації з вивчення неіонізуючих випромінювань, так і організації з вивчення іонізуючих випромінювань. А загалом питання регулювання забруднення навколишнього середовища електромагнітним полем і контролем джерел переважно займаються профільні державні заклади, у підпорядкуванні яких знаходяться зв'язок, телекомунікації, енергетика і природоохоронні організації. В

даний період поки що здійснюється накопичення, узагальнення та критична оцінка теоретичного та експериментального матеріалу, формування підходів і розробка критеріїв екологічного нормування на національному рівні. Значна частина таких рішень є тимчасовими. В Україні як основний критерій санітарно-епідеміологічного нормування ЕМП розглядається положення, у відповідності до якого безпечним для людини вважається ЕМП такої інтенсивності, знаходження в якому людини не призводить навіть до тимчасового порушення гомеостазу (охоплюючи репродуктивну функцію), а також до напруги захисних і адаптивно-компенсаторних механізмів ні в найближчому, ні у віддаленому періодах часу. Звичайно ж, перші нормативи розробляються з метою регламентації ЕМП в умовах професійного впливу, але у зв'язку з різно зростаючими темпами поширення джерел ЕМП їх наближенням до місць постійного знаходження людей і загальним збільшенням електромагнітного забруднення виникає необхідність розробки нормативів для умов непрофесійного впливу, в тому числі для населення.

На основі аналізу результатів численних досліджень, в тому числі з хронічним впливом, в Україні були визначені гранично допустимі значення для умов професійного і непрофесійного впливу постійного електричного і магнітного полів, електромагнітного поля промислової частоти (50 Гц) і радіочастотного діапазону (10 кГц–300 ГГц). За базову величину прийнята величина енергетичної експозиції (енергетичного навантаження) в падаючому ЕМП. При визначенні гранично допустимого рівня (ГДР) інтенсивності ЕМП, перш за все розглядалась так звана нетеплова (низькорівнева) або інформаційна дія ЕМП, тобто вплив ЕМП на процеси обміну інформацією між різними органами і тканинами, які обумовлюють порушення гомеостазу. Разом з тим, існуюча система санітарно-епідеміологічного нормування ЕМП в Україні має суттєві недоліки. Так, наприклад, відсутні ГДР, які регламентують вплив магнітної складової ЕМП по всіх частотних діапазонах (0–300 ГГц) для умов непрофесійного впливу, перш за все магнітного поля промислової частоти 50 Гц. Необхідно також розробити ГДР для квазістатичного і низькочастотного (до 30 Гц) ЕМП, що створюється транспортом на електротязі, медичним обладнанням тощо, а також для ЕМП в діапазоні частот 50 Гц–10кГц. Крім того, в існуючих сьогодні нормативах не розглядається модифікуючий вплив модуляції ЕМП, в тому числі імпульсного впливу та інших факторів навколишнього середовища як фізичних, так і хімічних. Міжнародною комісією із захисту від неіонізуючого випромінювання (ICNIRP) розроблені стандарти з електромагнітної безпеки, але їх запозичити практично неможливо через принципові різниці у філософії санітарно-епідеміологічного нормування в Україні та за кордоном. В даний час через збільшення електромагнітного забруднення, появи нових видів джерел ЕМП та їх широкого розповсюдження виникла необхідність регламентації впливу ЕМП на навколишнє середовище.

В розв'язанні наукової задачі, яка розглядається, важливо правильно встановити критерії екологічного нормування ЕМП, які б гарантували екологічну безпеку населення, збереження генетичного фонду, забезпечували б раціональне використання і відтворення природних ресурсів в умовах стійкого розвитку господарської діяльності. Основним критерієм екологічного нормування ЕМП може служити положення, у відповідності до якого безпечним для екосистеми вважається ЕМП такої інтенсивності, при якій можлива втрата окремої особи при обов'язковій умові збереження стабільності екосистеми. При екологічному нормуванні ГДР ЕМП є доцільність фіксації верхньої межі стійкості організму, при перевищенні якого ЕМП стає лімітуючим фактором навколишнього середовища (рис. 2). Безпека екосистеми визначається наближенням її стану до меж стійкості. Основними вимогами є: збереження розміру і біомаси екосистеми, постійність видового складу, числових співвідношень між видами і функціональними групами організмів. Від цього залежить стабільність трофічних зв'язків, внутрішніх взаємодій між структурними компонентами екосистеми та її продуктивність. До даного часу ГДР для оцінки впливу ЕМП на навколишнє середовище в цілому не розроблені ні в одній країні світу. Є лише окремі роздрібнені результати окремих досліджень впливу ЕМП на компоненти екосистем. Єдиним об'єктом живої природи, для якого розроблені і впроваджені в багатьох країнах світу, є людина.

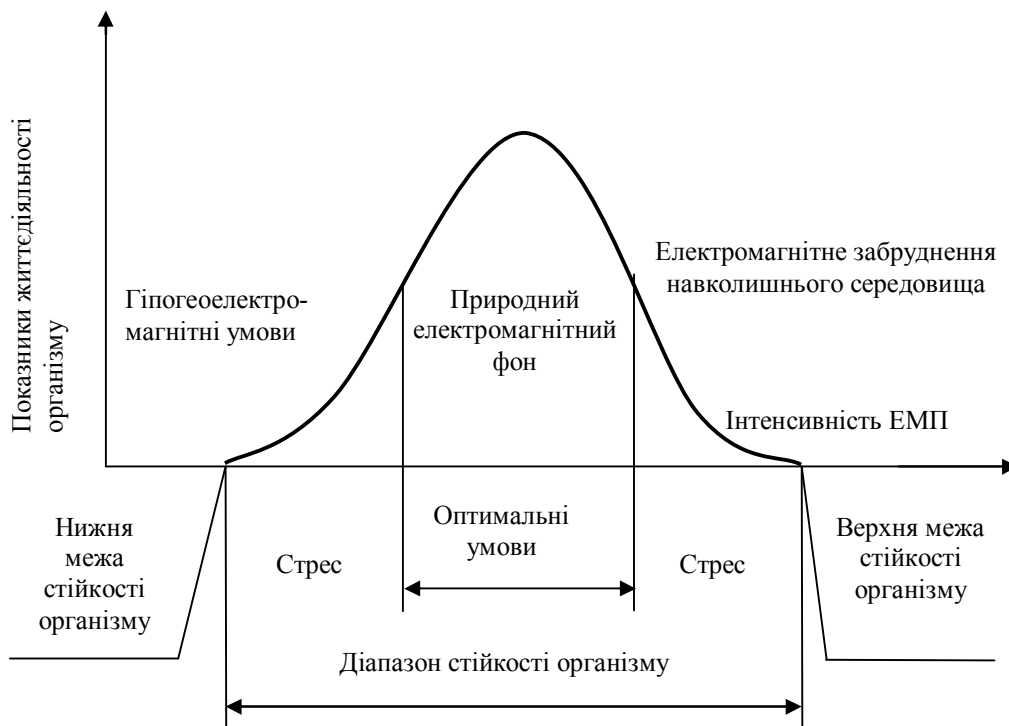


Рис. 2. Умовна крива змін показників життєдіяльності організму від інтенсивності діючого електромагнітного поля

Якщо розглядати концепцію екологічного нормування ЕМП для навколишнього середовища, то доцільно виділяти наступні підходи.

1. За ГДР приймати інтенсивність ЕМП природного походження, але при такому підході розробка нормативів стає простою задачею і зводиться до узагальнення даних з інтенсивності природного електромагнітного фону в зацікавленому діапазоні частот (0–300 ГГц). Такий підхід не виправданий ні з екологічної, ні з економічної точках зору, оскільки його реалізація потребує майже повного припинення функціонування об'єктів – джерел ЕМП, а також проведення надзвичайно вартісних захисних заходів.

2. За ГДР екосистеми приймати ГДР, розроблені для людини. Перенесення вимог нормативних документів, розроблених для людини, на екосистеми в цілому необхідно розглядати надзвичайно грубим наближенням, навіть при умові застосування відповідних поправочних коефіцієнтів, оскільки характер впливу ЕМП певного типу на представників флори і фауни може радикально відрізнятись від характеру його впливу на людину. Особливо ця різниця може спостерігатись у організмів, які в тій чи іншій мірі використовують ЕМП природного походження для забезпечення свого процесу життєдіяльності.

3. За ГДР приймати біологічно обґрунтовані рівні, які повинні бути встановлені внаслідок фізичних, фізіологічних, клінічних, біохімічних та інших досліджень на біологічних об'єктах. Саме цей підхід є, на наш погляд, найбільш правильним, оскільки ГДР визначається на основі комплексних досліджень з оцінкою наслідків впливу ЕМП на життєдіяльність видів і спільної різної організації.

Висновки.

1. За основний підхід при екологічному нормуванні ЕМП для довкілля необхідно приймати підхід, що ґрунтується на науково досліджених біологічно обґрунтованих рівнях, які повинні бути встановлені на основі комплексних досліджень.

2. Для регуляції впливу ЕМП антропогенного походження на довкілля з метою запобігання деградації основних компонентів природних екосистем, охоплюючи скорочення біорізноманіття, пов'язане з цим зниження здібності природи до саморегуляції, доцільною є реалізація наступних заходів: розробка і затвердження критеріїв і ГДР впливу ЕМП на довкілля; розробка і затвердження критеріїв оцінки ступеня екологічної небезпеки джерел ЕМП конкретних типів; внесення відповідних змін в методикку проведення досліджень на об'єктах довкілля, що містять джерела ЕМП; удосконалення існуючих і розробка нових методик інструментального контролю інтенсивності ЕМП з метою екологічної оцінки; підготовка державного реєстру джерел ЕМП; розробка методології розрахунку і введення платежів або екологічного податку за збиток, який наноситься довкіллю ЕМП.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Потапов А.А.* Электромагнитная безопасность населения, проживающего в непосредственной близости от ЛЭП, на примере ЮЗАО г. Москвы // Сборник тезисов докладов по материалам Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов – 2001» / География. – М.: МГУ, 2001. – С. 97.
2. *Воробьева Т.А., Краснушкин А.В., Потапов А.А.* Изучение и картографирование физического загрязнения городской среды // Вестник Московского университета / География. – 2005. – № 4. – С. 35–39.
3. *Потапов А.А.* Изучение физико-экологических факторов в пределах типичного жилого микрорайона на территории ЮЗАО г. Москвы // Сборник тезисов докладов по материалам XI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов – 2004» / География. – М.: МГУ, 2004. – С. 105.

БАККА Микола Терентійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- екологічна безпека.

ГОНЧАРОВА Мирослава Олегівна – аспірантка кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- екологічна безпека.

ОЛЯНИЦЬКА Оксана Миколаївна – асистент кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- екологічна безпека;
- охорона праці.

Подано 20.03.2007

УКД 504.064

Оцінка впливу антропогенного електромагнітного поля на природні екосистеми / М.Т. Бакка, О.М. Оляницька, М.О. Гончарова

Виконані аналіз та теоретичні узагальнення впливу антропогенного електромагнітного поля (ЕМП) на природні екосистеми. Визначені основні підходи до проблеми екологічного нормування впливу техногенного ЕМП на довкілля. Запропоновані шляхи регуляції впливу ЕМП з метою запобігання деградації основних компонентів природних екосистем.

УКД 504.064

Оценка влияния антропогенного электромагнитного поля на природные экосистемы / Н.Т. Бакка, М. О. Гончарова.

Выполнены анализ и теоретические обобщения влияние антропогенного электромагнитного поля (ЭМП) на природные экосистемы. Определены основные подходы к проблеме экологического нормирования влияния техногенного ЭМП на окружающую среду. Предложены пути регулирования воздействия ЭМП с целью предотвращения деградации основных компонентов природных экосистем.

УКД 504.064

Estimation of influence of the anthropogenic electromagnetic field on natural ecosystem / N.T. Bakka, M. O. Goncharova, O.N. Olyanitskaya

The analysis and theoretical generalizations of influence of the anthropogenic electromagnetic field (EMF) on natural ecosystem is fulfilled. Basic approaches to the problem of the ecological normalization of influence of technogenic EMF on environment are defined. The ways of adjusting of the EMF influence with the purpose of prevention of degradation of basic components of natural ecosystem are offered.