УДК 338.432:504.73

Л. І. ЛІЩИТОВИЧ, П. П. МЕЛЬНИК

Інститут агроекології та економіки природокористування НААНУ, м. Київ

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ ВПЛИВУ ГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА АГРОЦЕНОЗИ

Наукові праці МАУП, 2011, вип. 2(29), с. 76–78

Розглядається можливий вплив магнітного поля Землі на агроценози.

Агроценози створені і регулювані людиною, вони перебувають під постійною дією силових полів Землі. Особливо чітко їх глобальний вплив проявляється у період магнітного збурення, що є потужною силою природи. Вже протягом доволі тривалого часу сільськогосподарські виробники переймаються проблемою наслідків дії магнітного збурення Землі. Саме воно негативно впливає на економіку виробництва сільськогосподарської продукції, яку потрібно досліджувати і прогнозувати. На початку нагадаємо відомі науці закономірності силових полів природи, серед яких найбільш вивчені електричні та магнітні. Завдяки багаторічним дослідженням встановлено, що електричні й магнітні сили стали зрозумілими та реально виміряними. Силові лінії у просторі характеризуються напругою, мають форму вихорів та направлених потоків, впливаючи один на одного, зсуваючи і штовхаючи тіла туди й сюди, поширюючись і передаючи одна через одну збудження від точки до точки за висловом Генріха Герца. Сучасна наука визначає силове поле як частину простору-часу, у кожній точці якого на вміщену туди частинку діє сила. Розрізняють силові (векторні) та енергетичні (скалярні) характеристики поля. Силу, з якою поле діє на певне тіло, називають *Напругою поля*. Математичну модель сили, що діє на тіло, яке помістили в дану точку поля, називають *Вектором поля*. Будь-яка частинка, розміщена у силовому полі, має потенційну енергію, тобто має потенційну можливість виконати роботу, якщо їй дати змогу переміститися в іншу точку цього поля. Навпаки, робота з переміщення тіла в силовому полі іде на зміну його потенційної енергії. Таким чином, потенційна енергія – це функція координат тіла у силовому полі, причому потенціал у даній точці дорівнює роботі з переміщення одиночного тіла з нескінченності в цю точку. Сила у даній точці поля спрямована в бік найшвидшого спадання потенційної енергії. Також важливо знати, що перетворення роботи на внутрішню енергію безповоротне. Крім того, діє принцип суперпозиції, за яким напруга у даній точці поля дорівнює векторній сумі напруги, що їх створює кожне джерело поля, тобто потенціал у кожній точці поля дорівнює алгебраїчній сумі потенціалів, які створює кожне джерело.

Разом з тим наукою встановлено цікавий факт, що магнітні поля – це не потенційні поля і для них не мають сенсу самі поняття "потенційна енергія" і "потенціал". При цьому встановлено, що потенціальне поле – це безвихрове поле, а не потенціальне поле – вихрове. Таким чином, маємо особливість геомагнітного поля – воно є вихрове, бо статичне магнітне поле – це суто релятивістський ефект і при швидкостях руху зарядів, істотно менших від швидкостей світла, магнітні сили порівняно з електростатичним настільки малі, що ними можна знехтувати. Інша справа – динамічне (змінне) магнітне поле, що може мати необмежену силу. Взагалі електромагнітне поле – єдина сутність, наприклад, швидкість цього поля дорівнює швидкості світла, як найяскравішого електромагнітного явища:

$$c = 1 / \sqrt{(\mu_0 \varepsilon_0)}$$

де μ_0 – магнітна проникність, ε_0 – електрична проникність середовища. Також встановлено, що будь-яка зміна електричного поля веде до появи магнітного поля, що існують електричні заряди, але не існує магнітних зарядів. Разом з тим, будь-яка зміна у просторі-часі магнітного поля приводить до появи динамічного електричного поля, яке діє на нерухомі і рухомі заряди (тіла). Силові лінії магнітного поля обов'язково замкнені і

© Л. І. Ліщитович, П. П. Мельник, 2011

проявляються лише в електромагнітній індукції. Магнітне поле – це векторне поле сил, тому воно характеризується такими самими величинами, як й інші силові поля. Наприклад, воно виникає між двома заізольованими провідниками електричного струму I_1 та I_2. Тут сила магнітної взаємодії даних провідників прямо пропорційна добутку величин струму і обернено пропорційна відстані між ними:

$$F = \mu_0 \mu I_1 I_2 / 2 \pi d,$$

де магнітна стала $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7}$ Генрі/м, магнітна проникність $\mu = 1 + æ$, де æ – магнітна сприйнятливість, яка характеризує ступінь намагніченості відповідної речовини між провідниками (для повітря $\mu = 1$), тобто ступінь деформації просторового розподілу магнітних моментів атомів при накладанні зовнішнього магнітного поля напруги H_0. При цьому в речовині створюється внутрішнє магнітне поле з напругою $H_м = æH_0$. Тоді загальна напруга магнітного поля $H = H_0 + æH_м$.

Для агроекології цікаво, що магнітне поле в центрі колового струму I з радіусом R буде мати напругу $H = I/2R$, тобто доволі велике при малих R. Особливо це важливо для нанобіофізики при пошуках механізмів клітинних реакцій. Якщо замкнених провідників багато, то циркуляція вектора напруги магнітного поля вздовж довільного замкненого контуру дорівнює алгебраїчній сумі наявних там сил струму, а ротор вектора напруги (математична модель вихору) магнітного поля дорівнює густині струму в даній точці поля. Оскільки ротор не дорівнює нулю, то це означає, що магнітне поле вихрове. А особливо цікаво, що потік вектора напруги магнітного поля через довільну замкнену поверхню дорівнює нулю – це відома теорема Гаусса для магнітного поля.

У масштабах наносвіту, найбільший вклад у створення магнітного поля мають електрони, що рухаються з релятивістськими швидкостями по різноманітним молекулярним орбіталям. У деяких речовинах, так званих феромагнітиках, виникають магнітні домени як області спонтанної намагніченості. Усередині такого домену вектори магнітних моментів атомів паралельні. Такі домени виникають у речовинах, атоми яких мають недобудовані електронні оболонки, наприклад, у заліза, нікелю, кобальту, гадолінію тощо. У них скіни електронів нескомпенсовані і в результаті квантових взаємодій орієнтуються паралельно один одному. За відсутності зовнішнього магнітного поля магнітні моменти окремих доменів орієнтовані безладно і сумарна намагніченість феромагнітика дорівнює нулю. У зовнішньому магнітному полі магнітні вектори таких доменів орієнтуються за напрямом вектора напруги цього зовнішнього поля – вони стають магнітами. У феромагнітиків значення магнітної проникності μ дуже велике і досягає 10^5–10^6 . Силу дії магнітного поля можна оцінити при роботі електричних двигунів, індуктивних печей (струми Фуко), скін-ефектів у хвилеводах тощо. На макрорівні з агроекологічної точки зору особливо цікавить дія геомагнітного поля Землі (МПЗ), що визначається сумою полів від різних джерел:

$$B = B_н + \Delta B + \delta B,$$

де $B_н$ – нормальне (головне) магнітне поле Землі;

ΔB – аномальне магнітне поле;

δB – зовнішнє МПЗ.

Максимуми $B_н$ на рівні ≈ 68000 наноТеслів характерні для Південного магнітного полюса Землі, що розташований біля Північного географічного полюса. Мінімуми $B_н$ на рівні ≈ 23000 нТл характерні для екваторіальних частин Південної Америки. За мільйони років агробіоценози пристосувалися до впливів геомагнітних полів у нормі, але реакція на вплив збурень МПЗ потребує ретельного вивчення через можливі значні наслідки як негативні, так і позитивні. Визначення критеріїв збуренням МПЗ пропонується за формулою

$$\Delta D = (B - N) / 2N,$$

де N – значення норми геомагнітного поля.

При цьому екологічну норму геомагнітного поля B пропонують прийняти на рівні $B_{екол}$ = 45000 нТл. Крім того, щорічно визначається значення B_{IGRF} (*International Geomagnetic Reference Field*), який приймається за середнє значення МПЗ для певного регіону [2].

Далі наведемо прийняті у системі СІ одиниці виміру стандартних характеристик наявних магнітних полів:

- Напруга магнітного поля
  H => Ерстеди = $(\sqrt{г} \cdot 4\pi) / (\sqrt{cm} \cdot сек \cdot 10^3)$
- Індуктивність => Генрі (Гн);
- Магнітна стала $\mu_0 = 1{,}26 \cdot 10^{-8}$ Гн/м;
- Магнітна індукція $B = \mu_0 \mu H$ => наноТесла (1Гс = 10^{-4} Тл);
- Магнітний потік => Вебер (1Мкс = 10^{-8} Вб);
- Потужність магнітного поля =>Ампер на метр (1Е=$10^3 \cdot$ А/4π · м = 79,6 А/м).

Нині найчастіше використовують оцінки впливу саме магнітної індукції *B* на основні характеристики агроценозів, де отримані чіткі кореляційні зв'язки між збуреннями МПЗ та врожаями, хворобами, якістю продуктів тощо. Необхідність проведення таких досліджень зумовлена прогнозуванням окремими вченими різних країн світу значних збурень сонячної активності у 2013 р., що призведе до суттєвих змін геомагнітного поля та інших наслідків. Такі глобальні впливи можуть негативно позначитись на значних територіях в аграрному виробництві цілих континентів. Точний науковий прогноз щодо еколого-економічних наслідків таких збурень наукою ще не розроблений.

Отже, в умовах глобалізації еколого-економічних, соціальних криз реально постає необхідність вивчення впливу силових полів Землі на галузі сільськогосподарського виробництва. Такий вплив характеризується своєю специфікою і глобальністю дії, що потребує подальших досліджень.

Література

1. *Орлюк М. І.* Геофізична екологія – основні задачі та шляхи їх розв'язку // Геофізичний журн. – 2001. – Т. 23. – № 1. – С.49–50.

2. *Орлюк М. И., Роменець А. А.* Новый критерий оценки пространственно-временной возмущенности магнитного поля Земли и некоторые аспекты его использования // Геофизич. журн. – 2005. – Т. 27 – № 6. – С. 1012–1023.

Досліджені можливі еколого-економічні наслідки впливу магнітного поля Землі на агроекосистеми. Наведені властивості і характеристики магнітного поля, які можуть впливати на продуктивність агросистем та економіку агровиробництва.

Исследованы возможные последствия влияния магнитного поля Земли на агроэкосистемы. Приведены свойства и характеристики магнитного поля, которые могут влиять на продуктивность агроэкосистем и экономику агропроизводства.

The possible consequences of influence of magnetic-field of Earth on agroecosystems are stadied. Properties and descriptions of magnetic-field, which can influence on the productivity of the agrosystems and economy of agroproduction, are resulted.

Надійшла 27 січня 2011 р.