



небезпечними є: Йод-131 (період напіврозпаду 8 днів) накопичується в щитоподібній залозі, спричиняючи злоякісні пухлини.

Цезій-137 (період напіврозпаду 30 років) — рівномірно розподіляється в м'язових тканинах та викликає довготривалі внутрішні опромінення. Стронцій-90 (період напіврозпаду 28 років) має високу спорідненість до кісткової тканини, що підвищує ризик лейкемії.

Основні наслідки Чорнобильської катастрофи: 1) Гостра променева хвороба у ліквідаторів аварії, що проявлялася порушенням кровотворної та імунної систем; 2) Підвищена онкологічна захворюваність, зокрема зростання випадків раку щитоподібної залози, лейкемії та інших онкологічних хвороб; 3) Генетичні мутації, що передаються у спадок та спричиняють аномалії розвитку; 4) Зміни в екосистемах, зокрема мутації у флорі та фауні, а також зміни в біорізноманітті; 5) Психосоматичні розлади, викликані впливом катастрофи на психоемоційний стан населення.

Висновки. Чорнобильська катастрофа є яскравим прикладом дії іонізуючого випромінювання на живі організми. Вона спричинила не лише гострі променеві ураження, а й довготривалі генетичні, онкологічні та екологічні наслідки. Дослідження у сфері радіаційної біофізики допомагають зрозуміти механізми радіаційного впливу та розробити ефективні методи захисту і реабілітації постраждалого населення.

Чорнобильська аварія залишається важливим об'єктом для подальших досліджень, зокрема у сфері радіаційної безпеки, екологічного моніторингу та медичної допомоги людям, що зазнали впливу радіації.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ЗМІНИ СТАЛОЇ СКЛАДОВОЇ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

Тарасова Т. П.¹, Шейкіна Н. В.², Фролова Н. О.¹

Науковий керівник: доц. Шейкіна Н. В.

¹ Комунальний заклад «Харківський ліцей № 149 Харківської міської ради»

² Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна

frolovanatali76@gmail.com

Вступ. Магнітне поле Землі є ключовим фактором для підтримки життя на планеті, його зміни мають суттєві наслідки для біосфери, хоча процеси, які викликають ці зміни, є природними і тривають мільйони років. Ще у 1970-х роках було відкрито, як перелітні птахи знаходять свої гнізда. Їх орієнтація

пов'язана зі сталою складовою магнітного поля землі (СМПЗ), що пояснюється наявністю у дзьобі птахів речовини магнетиту, який являє собою мінерал заліза класу оксидів Fe_3O_4 та має досить великий магнітний момент. Доведено, що СМПЗ грає суттєву роль у навігації та самонаведенні широкого спектру організмів. Також вивчення гравітропічної реакції рослин у широкому діапазоні штучних магнітних полів від 0 Тл до 100 мкТл показало наявність порогу дії, який визначається орієнтацією вертикальної та горизонтальної складової СМПЗ відносно кореня, що пророщується. Для вертикальної складової сталого магнітного поля землі (ВСМПЗ) поріг дії складає 1 мкТл, а для горизонтальної (ГСМПЗ), в залежності від напрямку кореня вздовж СМПЗ або перпендикулярно йому – 15 та 20 мкТл відповідно. До того, в останнє століття СМПЗ супроводжується значним зменшенням за величиною, що обумовлює зміну полюсів у майбутньому із проходженням через нуль. Як відомо, таке явище супроводжується екологічними катастрофами. Отже, розуміння швидкості зміни СМПЗ та вивчення її впливу на існування біологічних об'єктів є життєво необхідною проблемою сучасної фізики, біофізики та екології.

Мета дослідження – дослідити швидкість зміни СМПЗ за останні 50 років, побудувати її регресійну модель та окреслити перспективу впливу цих змін на живі організми. Предмет: зміна СМПЗ та її вплив на живі організми. Об'єкт: величина СМПЗ за вертикальною та горизонтальною складовою.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження обране стає магнітне поле Землі. Вимірювання проводилися у п.г.т. Мала Данилівка Харківської області з метою запобігання викривлення магнітного поля міськими забудівлями та транспортом у період відсутності магнітних бурь. Всі вимірювання проводилися ферозондовим магнітометром з точністю ± 20 нТл. Спочатку для виявлення аномальності проводилися вимірювання вертикальної складової за північним, східним, південним та західним напрямками. Потім вимірювали горизонтальну складову за відповідними напрямками.

Статистичний аналіз отриманих даних включав описову статистику, методи визначення значущості розбіжностей, дисперсійний аналіз, регресійний аналіз. Обчислювали описові статистики у відповідності до типу розподілу. Усі статистичні обчислювання та побудова графіків проводилися за допомогою пакету аналізу даних MS Office Excel 2019 та Past4.03. Усі статистичні висновки робилися за довірчої ймовірності 95%, р-рівень значущості похибки при перевірці на відповідність нормальному розподілу обчислювався для зазначених критеріїв. Для порівняння дисперсій декількох незалежних вибірок використовували критерій Левена, для порівняння середніх декількох незалежних вибірок використовували критерій Фішера та Краскела-Уоллеса. При порівнянні декількох незалежних вибірок обчислювали поправку Бенфероні для α .

Результати дослідження. Розподіл ГСМПЗ за напрямками представлений на рис.1.

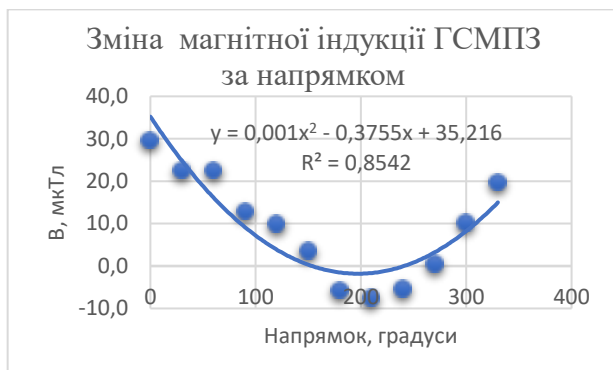


Рис. 1. Зміна магнітної індукції ГСМПЗ за напрямком

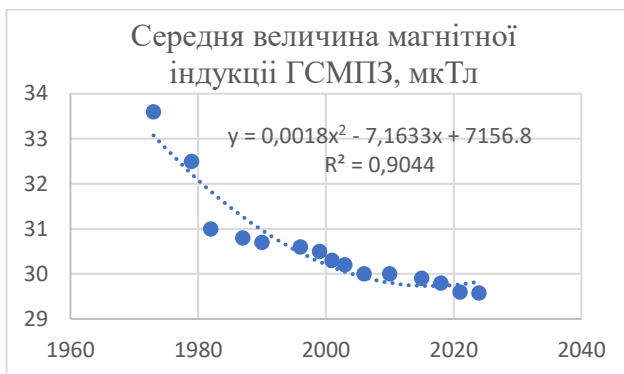


Рис. 2. Зміна ГСМПЗ за вказаний період

Як видно з рис.1, зміна напрямку вектору ГСМПЗ відбувається двічі: при 160° поле змінює знак з «+» на «-», при 270° поле змінює знак з «-» на «+». Також з рис.1 видно, що зі зміною магнітної індукції ГСМПЗ за напрямком корелює поліноміальна регресійна модель, яка показує сильний зв'язок між напрямком та величиною поля (коефіцієнт детермінації $R^2 = 0.8542$). Таким чином, модель регресії зміни ГСМПЗ можна представити у вигляді рівняння:

$$y = 0,001x^2 - 0,3755x + 35,216, \quad (1)$$

де x – градус відносно північного напрямку, y – величина ГСМПЗ. Абсолютна похибка моделі склала $\Delta = 1,8$ мкТл, відносна похибка склала $\delta = 12\%$, що робить наведену модель надійною на 88%.

Для дослідження зміни ГСМПЗ з часом використовувалися дані, які були отримані в період з 1973 по 2023 рік за північним напрямом, а також дані, отримані у наведеному дослідженні. З рис.2. видно, що зміна ГСМПЗ має поліноміальний характер. Наведена модель відображає потужний зв'язок між величиною ГСМПЗ та періодом та показує швидкість зміни ГСМПЗ (коефіцієнт детермінації $R^2 = 0.9044$). Вказана модель описуватиметься рівнянням:

$$y = 0,0018x^2 - 7,1633x + 7156,8, \quad (2)$$

де x – рік дослідження, y – величина ГСМПЗ. Абсолютна похибка моделі склала $\Delta = 1,2$ мкТл, відносна похибка склала $\delta = 3,8\%$, що робить наведену модель надійною на 96,2%.

Використаємо наведену регресійну модель для побудови прогнозу щодо досягнення ГСМПЗ порогового значення, за якого біологічні об'єкти не здатні

існувати (15-20 мкТл). Згідно до розрахунків (рис. 3), критичне порогове значення ГСМПЗ буде досягнуте близько до 3230-х років.

Зміна ВСМПЗ за вказаний період відображена на рис. 4. З метою спрощення, використаємо найпростішу лінійну модель регресії. Наведена модель відображає потужний зв'язок між величиною ВСМПЗ та періодом та показує швидкість зміни ГСМПЗ (коефіцієнт детермінації $R^2 = 0.9333$). Вказана модель описуватиметься рівнянням:

$$y = -0,0288x + 99,829, \quad (3)$$

де x – рік дослідження, y – величина ВСМПЗ.

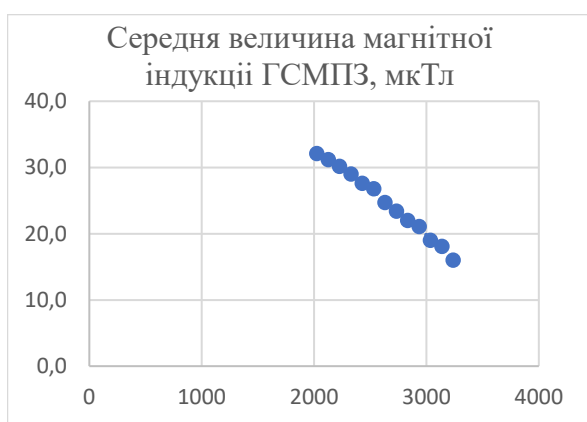


Рис. 3. Модель зміни ГСМПЗ

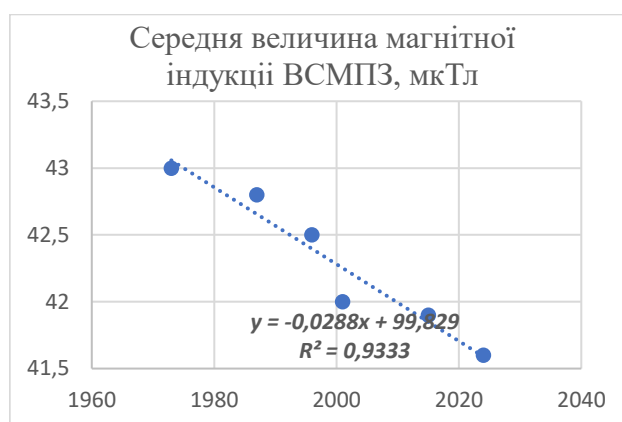


Рис. 4. Зміна ВСМПЗ за вказаний період

Абсолютна похибка моделі склала $\Delta = 0,12$ мкТл, відносна похибка склала $\delta = 0,3\%$, що робить наведену модель надійною на 99,7%. За розрахунком моделі ВСМПЗ досягне 0,99 мкТл у 3430-х роках. Отже, саме період 3200-3400 років н.е. є найнебезпечнішим для людства та всього живого на Землі.

Висновки. СМПЗ відіграє значну роль в існуванні усього живого, зокрема, в утворенні міжклітинних контактів. Існує поріг дії СМПЗ, який для ВСМПЗ складає 1 мкТл, для ГСПМ в залежності від напрямку вздовж або перпендикулярно йому – 15 та 20 мкТл відповідно. Побудовані регресійні моделі змін ВСМПЗ та ГСМПЗ свідчать про те, що найнебезпечнішим для людства та всього живого на Землі є період з 3200 по 3400 роки н.е. Якщо відомі нам на сьогодні живі організми не вироблять нових механізмів адаптації до зменшення СМПЗ, в тому числі до утворення нових типів клітинних контактів без участі СМПЗ, існування життя в тому вигляді, яке є сьогодні, буде неможливе.