



KAPITEL 7 / CHAPTER 7¹
**THE EARTH'S MAGNETIC FIELD AND ITS RELATIONSHIP WITH THE
GEODYNAMICAL STATE OF THE TRANSCARPATIAN INTERNAL
BOWL**

DOI: 10.30890/2709-2313.2022-14-02-014

Вступ.

Актуальність дослідження магнітного поля Землі та його зв'язку із геологічними процесами в сейсмонебезпечних зонах, зокрема Карпато-Балканського регіону очевидна на фоні підвищення сейсмічності та погіршення екологічного стану. Попередні дослідження цього зв'язку відмічали певні особливості прояву місцевої сейсмічності, аномалії варіацій параметрів геофізичних полів, зокрема магнітного поля в інтервалах інтенсивних рухів кори. На території Закарпаття тривалий період проводиться моніторинг геофізичних полів Відділом сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім.С.І. Субботіна НАН України: спостерігають за параметрами магнітного поля Землі, безперервно вивчається сейсмічний стан Закарпатського внутрішнього прогину, вимірюються сучасні горизонтальні рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому. Для аналізу кореляції параметрів геофізичних полів застосовують розрахунок їх динамічних характеристик, порівнюють їх в періоди сейсмічної активізації регіону. В роботі використано результати спостереження вектора магнітної індукції на режимній геофізичній станції „Тросник” Карпатської дослідно-методичної геофізичної та сейсмологічної партії Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім.С.І. Субботіна НАН України; дані про геодинамічний стан регіону отримано із результатів деформометричних спостережень за сучасними горизонтальними рухами кори на пункті деформометричних спостережень „Королеве” Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім.С.І. Субботіна НАН України за 2021 рік. Результати дослідження важливі для розуміння екологічного стану регіону, зокрема його геофізичного аспекту, геодинамічного стану, їх проблем та пошуків шляхів їх вирішення. Представлена методика дослідження може бути використана при вивченні наук про Землю на природничих факультетах, проведення гуртків природничого циклу в позашкільній освіті та на уроках фізики, географії, екології.

¹*Authors: Ignatyshyn Vasyl Vasyliovych, Ignatyshyn Monika Beylivna
Ignatyshyn Adalbert Vasyliovych, Izhar Tibor Yosypovych*



7.1. Огляд наукової літератури.

В роботі [1] показано як в процесі еволюційного саморозвитку планети в результаті дії гравітаційно-ротаційних та ендогенних сил відбувається перерозподіл мас, що приводить до трансформації фігури літосфери від сфери до двовісного та тривісного еліпсоїдів і навпаки, зміни сплюсненості та переміщення полюса в геологічному часі, визначено деформації фігури літосфери внаслідок переорієнтації полюса фігури. На основі обчислених із GPS-даних моделі компонент горизонтальних деформацій знайдено швидкості головних значень і швидкості головних осей деформацій земної кори, представлено результати, які відмічають, що найбільші значення максимального зсуву у районах, розташованих навколо Українських Карпат та швидкості дилатації має схожий розподіл [2]. Результатом роботи [3] є встановлення нелінійного характеру дії сезонних змін вологи ґрунту на вертикальні переміщення земної поверхні залежно від абсолютного значення вологості. Відмічено, що якщо вологість ґрунту перевищує його максимальну молекулярну вологомісткість, то її варіації не впливають на динаміку Землі. Показано, що за значної вологості ґрунту її подальші зміни зумовлені переважно капілярними та гравітаційними силами, які не спричиняють деформацій і вертикальних переміщень земної поверхні. В [4] запропоновано модель поетапного перетворення перидотитів угольського комплексу. Використання комплексу методів дослідження серпентинів дало змогу розділити їх на дві групи, термодинамічна й геодинамічна історія яких різняться. Відмічено структурно-текстурні, мінералогічні, геохімічні та інші особливості серпентинів, які є індикаторами геодинамічних умов перетворення перидотитів Мармароської зони скель та інших регіонів. В [5] запропонований комплекс геофізичних методів природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ) та зондувань становленням електромагнітного поля (ЗС) дає змогу із високою достовірністю спрогнозувати зони ймовірних карстових провалів, що дасть можливість здійснити запобіжні заходи для мінімізації наслідків розвитку геологічних карстопровальних ситуацій. За результатами роботи [6] виділено сталі зони, з високим ступенем кореляції між абсолютними значеннями дилатації та великою піввіссю еліпса розсіювання землетрусів. Територія високої кореляції співпадає з зоною Вранча. Відмічено, що кореляційний взаємозв'язок між горизонтальними деформаціями визначеними за даними ГНСС і



узагальненою сейсмічністю проявляється тільки у зонах субдукції, де є інтенсивна сейсмоактивність і мають прояви постійні деформації земної кори, що підтверджується проявом зон кореляцій, які розташовані вздовж однієї зі сторін активних розломів [7]. В [8] представлено результати дослідження зв'язку варіацій параметрів магнітного поля та сеймотектонічних процесів в Закарпатському внутрішньому прогині за 2019 рік. Відмічено зв'язок варіацій параметрів метеорологічного стану сейсмогенеруючого регіону із геодинамічним та сейсмічним станом Закарпатського внутрішнього прогину[9]. В [10] досліджено вплив окремих факторів на геологічні процеси в сейсмонебезпечному регіоні яким являється Закарпаття. Відмічено астрофізичний аспект протікаючих в Закарпатському внутрішньому прогині геомеханічних процесів [11].

7.2. Магнітне поле Землі, виміряне на режимній геофізичній станції „Тросник”, сейсмічний моніторинг Закарпатського внутрішнього прогину та сучасні горизонтальні рухи кори в зоні Оашьського глибинного розлому.

Магнітне поле Землі на території Закарпаття вимірюється за допомогою магнітометричних станцій, зокрема МВ-01, Лемі-09, які розташовані на всіх режимних геофізичних станціях ВСКР ІГФ ім.С.І.Субботіна НАН України, по всій території Закарпатського внутрішнього прогину. Вимірювання вектора магнітної індукції проводиться в автоматичному режимі 10 хв. Режимна геофізична станція „Тросник” розташована в центральній частині Закарпаття(Бергівський район, с.Тросник), спостереження проводяться з початку 80-х років минулого століття. При дослідженні зв'язків геофізичних полів використано рухи кори, їх динаміку, реєстрацію місцевих землетрусів та вектор магнітної індукції, його динаміку в місячному часовому інтервалі.

Серпень 2021 року. В серпні варіації магнітного поля Землі становили 40нТл (рисунок 1,а).

Розраховано швидкості зміни магнітного поля та порівняно із періодами варіацій параметрів сучасних рухів кори(рисунок 1, б). Зміна напрямку рухів земної кори супроводжується сейсмічною активізацією, аномальними змінами магнітного поля Землі. Проаналізовано динаміку зміни магнітного поля Землі та

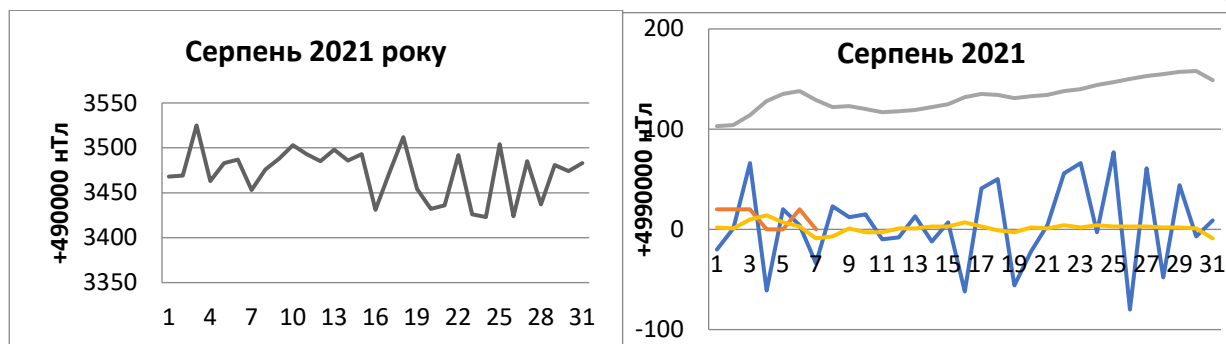


Рисунок 1 – а)-Варіації магнітного поля Землі виміряні на РГС „Тросник” в серпень 2021 року; б)- Магнітне поле(крива синього кольору), сейсмічність регіону(крива червоного кольору), рухи кори(крива сірого кольору), швидкість рухів кори(крива жовтого кольору). Серпень 2021 року. Закарпатський внутрішній прогин.

сучасних горизонтальних рухів кори в зоні Оашського глибинного розлому.

Динамічні характеристики магнітного поля та геодинамічного стану регіону корелюють між собою, розширення порід супроводжується зменшенням величини магнітної індукції, стиснення порід вказувало на підвищення величини магнітної індукції магнітного поля Землі. З точки зору геофізики магнітне поле супроводжує зміни фізичних умов порід. Збільшення величини індукції магнітного поля Землі, стиснення порід відбуваються в одних часових інтервалах. Виникає питання: як незначні зміщення при сучасних горизонтальних рухах можуть змінювати величину магнітного поля Землі? Які критичні рухи кори є джерелом збільшення індукції магнітного поля Землі? Зміщення величиною +1.4 мкм супроводжувалося зменшенням магнітної індукції на 70 нТл, зміщення величиною +0.6 мкм супроводжувалося зміною магнітної індукції величиною +50 нТл. У вересні 2021 року проведені магнітометричні спостереження на РГС „Тросник”, часовий розподіл яких представлений на рисунку 2, а.

Виділяються добові коливання вектора магнітної індукції магнітного поля Землі. Показано зміни магнітного поля в середньодобовому діапазоні (рисунок 2, б). Відмічено – зростання магнітної індукції на РГС Тросник в вересні 2021 року. Розраховано динамічні характеристики магнітного поля Землі(рисунок 3, а).

Розглянуто варіації рухів кори в вересні 2021 року(рисунок 3,б). Динамічні зрушення магнітного поля Землі відносяться до інтервалу часу, коли рухи кори

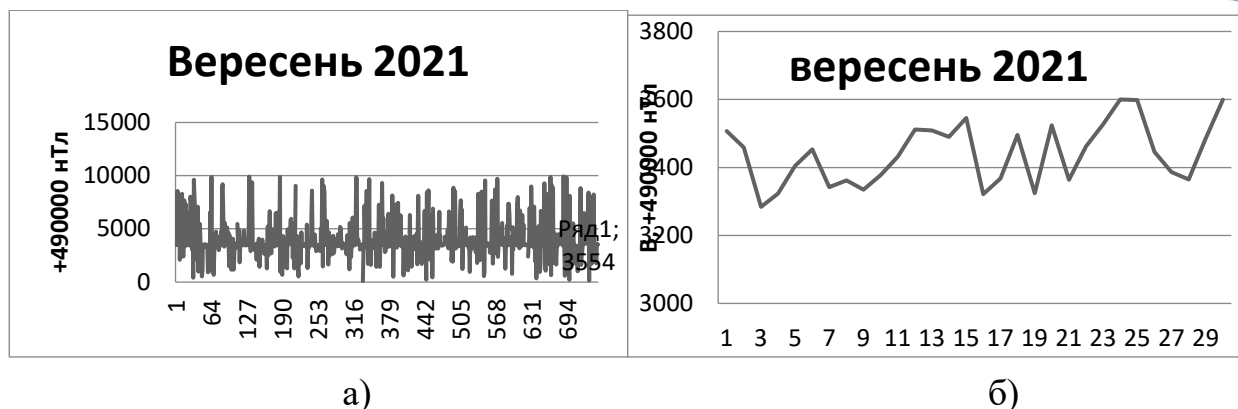


Рисунок 2 - а)-Варіації вектора магнітної індукції на РГС „Тросник” в вересні 2021 року(щогодинні спостереження); б)- Варіації вектора магнітної індукції на РГС „Тросник” в вересні 2021 року – середньодобові величини магнітної індукції. Закарпатський внутрішній прогин.

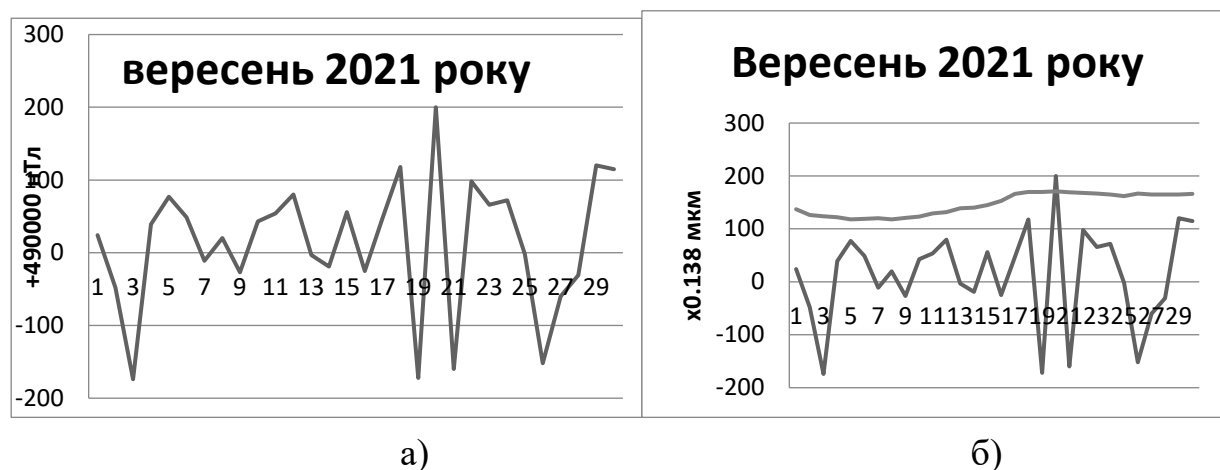


Рисунок 3 -а) - Динаміка зміни магнітного поля Землі у вересні 2021 року. РГС „Тросник”; б)- Рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому у вересні 2021 року(крива сірого кольору), магнітне поле Землі (крива чорного кольору).

змінювали свій знак на протилежний. Розширення порід співпадає з зміною магнітного поля Землі, стиснення порід знаходяться в часовому інтервалі зменшення магнітного поля Землі, аномальні кори передують аномальним змінам магнітного поля на 3 доби. В жовтні 2021 року зміна магнітного поля Землі становила від 50 нТл до 180 нТл(рисунок 4,а). Змінюється частота коливання амплітуди індукції магнітного поля Землі від 2-3 діб до 4-5 днів, причому частота коливання прямо пропорційне амплітуді коливання.

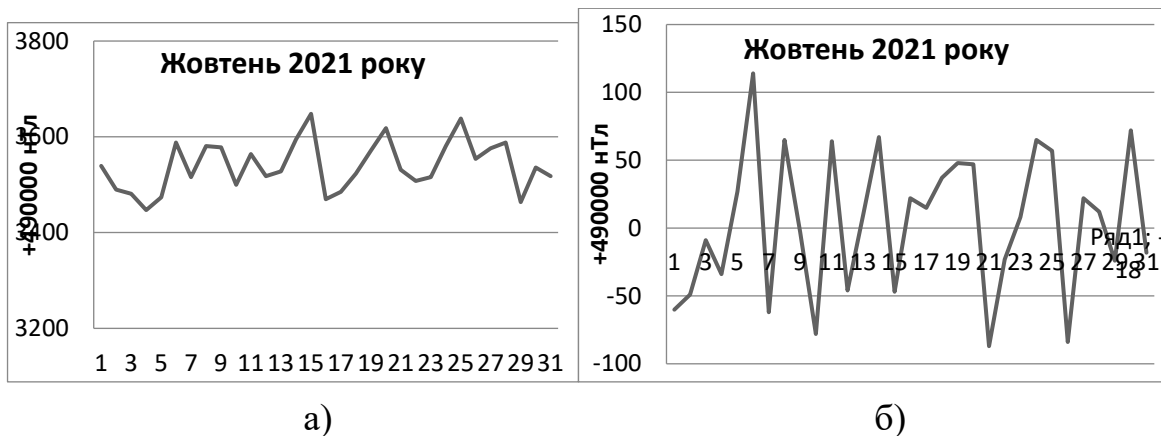


Рисунок 4 – а)-Коливання амплітуди магнітного поля Землі в жовтні 2021 року. РГС „Тросник”; б)- Динаміка магнітного поля Землі на РГС „Тросник” в жовтні 2021 року.

Розраховано динамічні характеристики магнітного поля Землі в жовтні 2021 року (рисунок 4, б). Розраховано рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому за жовтень 2021 року та побудовано просторово-часовий розподіл зміщень земної кори в жовтні 2021 року(рисунок 5, а). Період коливання швидкості магнітного поля Землі в жовтні 2021 року змінюється в межах 2-4 діб, амплітуда коливання змінюється в межах 50-80 нТл.

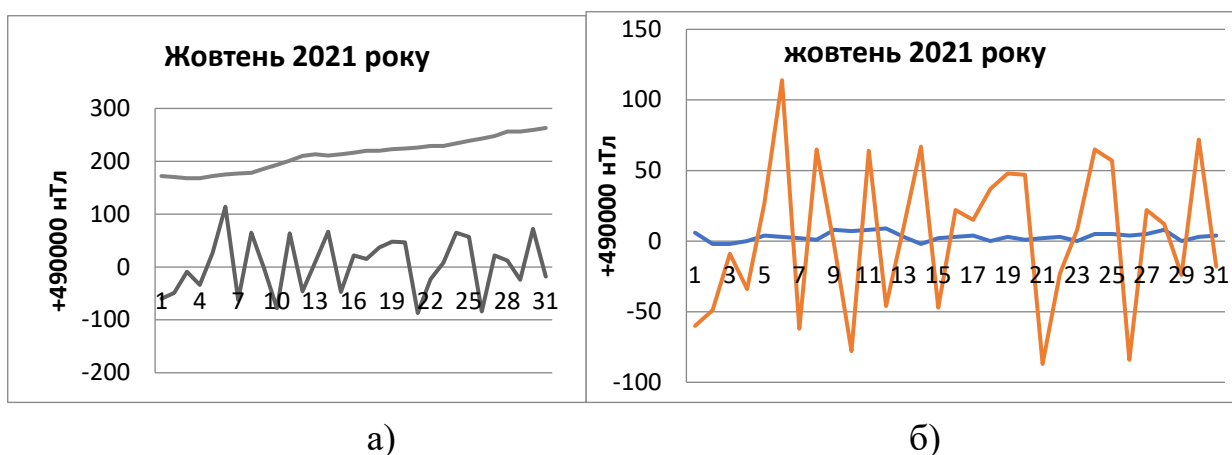


Рисунок 5 -а)- Магнітне поле Землі(крива чорного кольору), зміщення земної кори(крива сірого кольору); б)- Динаміка магнітного поля Землі(крива коричневого кольору), рухи кори(крива синього кольору).

Рухи кори представлені розширеннями порід величиною +13.38 мкм. Порівняно динаміку магнітного поля Землі та рухів кори(рисунок 5,б). Періоди збурення магнітного поля Землі корелюються з аномальними рухами кори в



регіоні. Розширення порід та зменшення магнітного поля знаходяться в одних часових інтервалах. Варіації магнітного поля Землі в листопаді 2021 року (рисунок 6, а) характерні періодом коливання величиною 4-6 діб.

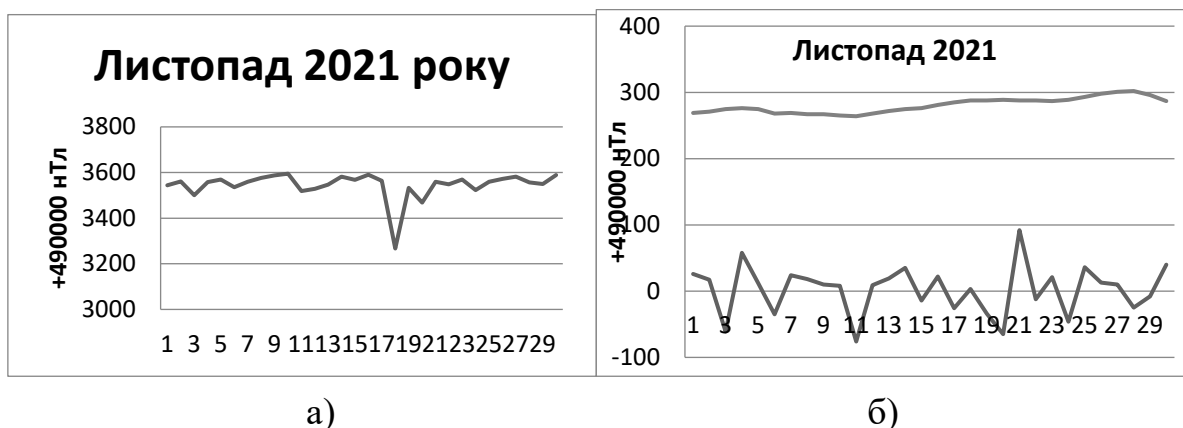


Рисунок 6 – а)- Коливання магнітного поля Землі в листопаді 2021 року; б)- Динаміка магнітного поля Землі(крива чорного кольору), рухи кори(крива сірого кольору). Листопад 2021 року. Закарпатський внутрішній прогин.

Розраховано динаміку магнітного поля Землі та рухи кори в регіоні 2021 року(рисунок 6, б). Зміна знаку рухів кори супроводжується аномальними величинами магнітного поля Землі. Розраховано динаміку рухів кори в зоні Оашського глибинного розлому(рисунок 7, а).

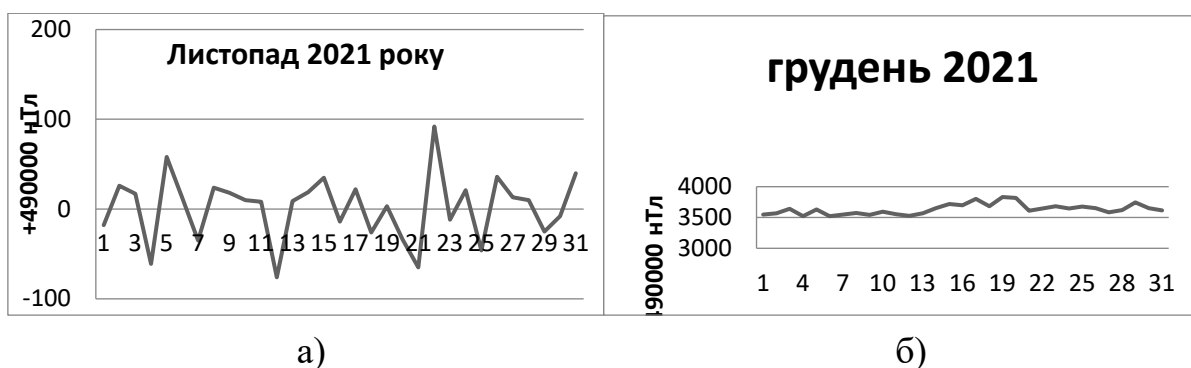
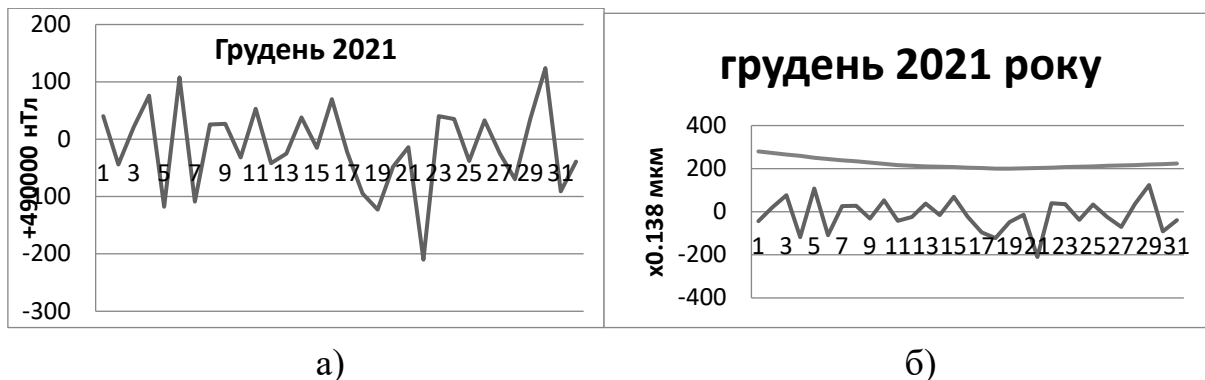


Рисунок 7 -а) Динаміка зміни магнітного поля Землі (крива чорного кольору), швидкість рухів кори(крива сірого кольору). Листопада 2021 року. Закарпатський внутрішній прогин; б)- Магнітне поле Землі в грудні 2021 року на РГС „Тросник”.

Підтверджується припущення про те, що рухи кори супроводжуються



протилежним знаком магнітного поля-стиснення порід супроводжується зменшенням величини магнітного поля і навпаки. В грудні 2021 року зміна магнітного поля Землі становить $+30$ нТл(рисунок 7, б). Виділяється максимуми в середині грудня 2021 року. Розраховано швидкість зміни магнітного поля Землі(рисунок 9, а).



**Рисунок 8-а)- Динаміка магнітного поля Землі в грудні 2021 року; б)-
Рухи кори (крива сірого кольору), магнітне поле (крива чорного кольору).
Грудень 2021 року**

Добові зміни магнітної індукції змінюються від 25нТл до 10 нТл, періоди варіацій становили: від 2 до 6 діб. Рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому представлено на рисунку 8, б. Рухи кори представлені стисненнями величиною: -8.7 мкм.

Висновки.

Періоди зміни знаку рухів кори супроводжується аномальними змінами магнітного поля Землі. Розраховано швидкості рухів кори та порівняно із динамікою магнітного поля Землі. Інтервали зміни знаку горизонтальних рухів кори супроводжуються інтенсивними змінами магнітного поля Землі. Отримані результати можуть допомогти в розумінні природи магнітного поля Землі та його короткоперіодних аномалій. Актуально проведення досліджень зв'язків параметрів магнітного поля Землі в інших частинах Закарпатського внутрішнього прогину, зокрема вимірювання рухів кори в сейсмічноактивних ділянках ділянках земної кори. Отримані результати важливі при вирішенні екологічних задач в Закарпатті та вивченні геологічних процесів, які останнім часом активізувалися.