УДК 528.4

А.Я. Кульчицький
Національний університет “Львівська політехніка”

ДО ПИТАННЯ ПРО ВИКОРИСТАННЯ GPS СПОСТЕРЕЖЕНЬ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕКТОНІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЗЕМНОЇ КОРИ

© Кульчицький А.Я., 2011

Построена геодинамическая схема долговременного развития земной коры на основе моделей тектонических плит по данным GPS-измерений, обоснована возможность многократного образования за время существования Земли суперконтинента типа Пангея.

Built Geodynamic circuit of long-term development of the crust by plate tectonic models for data from GPS-measurements proved the possibility of repeated education over the lifetime of the Earth's supercontinent Pangea type.

Постановка проблеми. Найефективнішим для визначення інтенсивності та класифікації [4] сучасних рухів земної кори на сьогодні є метод GNSS (глобальної навігаційної супутникової системи), який можна об’єднати з геолого-геофізичними та іншими методами під назвою комплексної дисципліни геономіка, основною задачею якої є прогноз сучасної тектонічної і сейсмічної активності земної кори та створення теорії Землі.

Термін “геономіка” вжив В.В. Белоусов [8] у вужчому розумінні відносно тектоніки, яка у 70-ті роки минулого століття для пояснення глибинних процесів у земній корі почала використовувати геохімію та зокрема фізико-матиматичні дисципліни, які надали гіпотетичним геологічним моделям кількісних характеристик і дали змогу відокремлювати головне від випадкового.

Тобто актуальною проблемою сьогодні є прогноз тектонічної та сейсмічної активності, а також інших процесів, що дасть можливість створити теорію Землі.

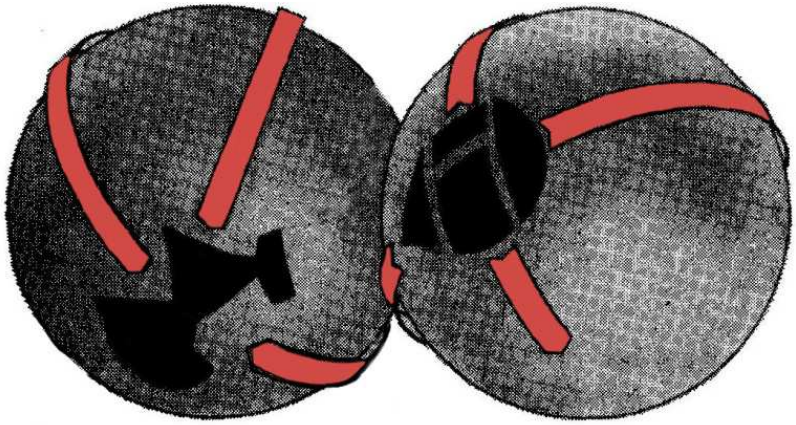
Постановка завдання. Розроблені за допомогою космічної геодезії моделі плитової тектоніки дають можливість не тільки прогнозувати сучасну тектонічну активність, але за принципами методу актуалізму перевірити палеотектонічні геологічні побудови. Нагадаємо, що вчення англійського геолога Чарльза Ляйєля [7], яке у 30-ті роки XIX століття отримало назву уніформізм, а у 60-ті трансформувалось у метод актуалізму, основується на положенні: “сучасне є ключем для пізнання минулого”, яке не втратило свого значення і сьогодні.

Отже, завдання нашого дослідження складатиметься з двох частин:

1. Довготривалий прогноз сучасних рухів земної кори за даними моделей тектонічних плит на основі GPS-спостережень із залученням результатів опрацювання GPS-даних у Антарктиді, проведених лабораторією ГНДЛ – 18 Національного університету “Львівська політехніка”.
2. Перевірка достовірності палеотектонічних реконструкцій багаторазового формування та руйнування суперконтинентів типу “Пангея” шляхом їх зіставлення з моделями сучасних рухів земної кори та їх довготривалого прогнозу за GPS-вимірами.

Виклад матеріалу та аналіз літературних даних. Перш ніж перейти до вирішення поставлених вище завдань, коротко зупинимось на особливостях тектонічних рухів у минулі геологічні епохи, беручи за основу основні положення плитової тектоніки. Насамперед слід зауважити, що дрейф континентів у геологічній історії землі мав місце задовго до утворення Пангеї, на що вказують різні геологічні факти, зафіксовані у породах докембрію – це насуви та шовні розломні зони, які могли виникнути лише при дрейфі материків [11]. Келдер [11] у своїй монографії вказує, що за час існування Землі на її поверхні послідовно утворювались суперконтиненти типу “Пангеї”, які розпадались на частини і потім об’єднувались. Цей процес доволі вдало ілюструє рис. 1, на якому видно, що континенти та меншого розміру блокові структури – терейни об’єднуються у частинах земної поверхні,

протилежних до місця їх попереднього перебування. Очевидно, що такий процес може виникати у результаті дії відповідного напрямку мантійних потоків, які умовно можна назвати доцентровими.



а *б*

Рис. 1. Схема дії деформуючих сил при руйнуванні та наступному утворенні нового суперконтиненту типу Пангея (за Келдером [11] з нашими доповненнями): а – дія сил доцентрового спрямування; б – дія сил відцентрового спрямування

Надалі новоутворений суперконтинент під дією протилежного спрямування мантійних потоків (назвемо їх відцентровими) знову розпадався на частини, які через сотні мільйонів років знову об'єднувались, але вже у зовсім іншій конфігурації. Не обов'язково, що у результаті розпаду кожної з Пангей континенти мали форму ідентичну з теперішніми континентами чи островами – скоріш за все у результаті тривалого дрейфу окремі континенти розпадались на меншого розміру уламки і, навпаки, – менші об'єднувались у більші. Важливими у цьому контексті є висновки М. Бота [10] на основі підрахунків кількості літосфери, яка у зонах субдукції переходить у мантію і потім знову у земну кору. За його оцінками, тривалість такого циклу становить 1,5 млрд. років, що, враховуючи вік Землі – 4,5 млрд. років, на нашу думку, вказує на можливість існування принаймні трьох Пангей. Слід зауважити, що древні платформи з огляду на їх вік у цьому процесі не брали участі.

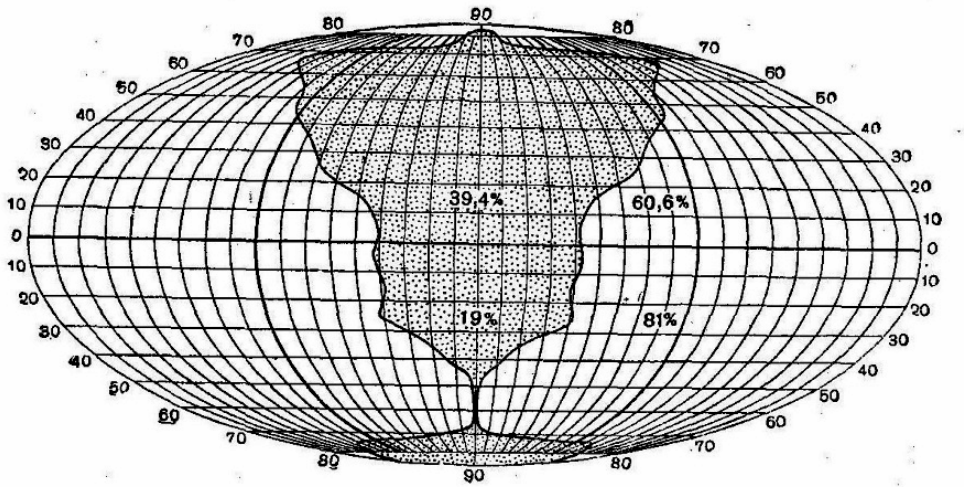


Рис. 2. Схема кількісного співвідношення континентів і океанів у межах земної кори за даними Катерфельда [12]

На сучасному етапі свого розвитку Земля перебуває у фазі формування нової Пангеї, що підтверджує рис. 2, де відображено співвідношення континентів і океанів у південній та північній

півкулях [12] – лише третя частина континентів перебуває у південній півкулі, а також загальна тенденція сучасного руху тектонічних плит (рис. 3), яка вказує на те, що більшість з них дрейфують у північному напрямку, що особливо помітно на прикладі Австралії.

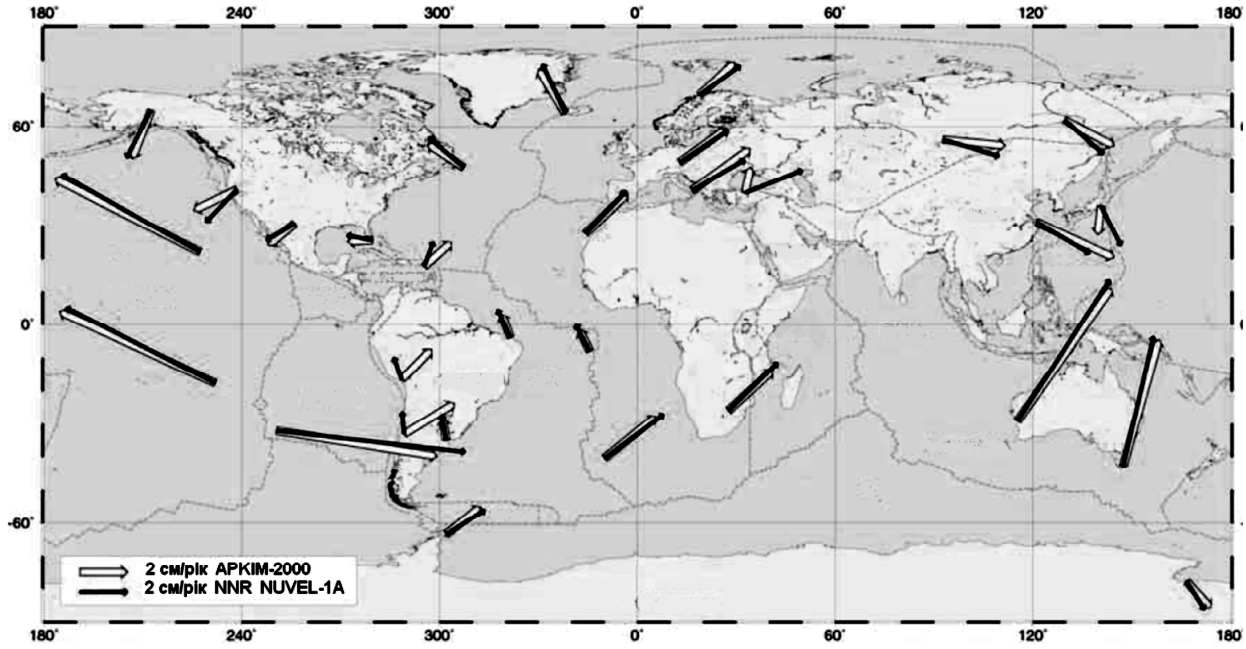


Рис. 3. Схама векторів руху земної кори за даними моделей тектонічних плит APKIM-2000 NNR NYWVEL-1A

Зіставляючи результати GPS-досліджень лабораторії ГНДЛ – 18 Національного університету "Львівська політехніка" у Антарктиді щодо її північно-західного дрейфу, з моделями тектонічних плит APKIM-2000 NNR NYWVEL-1A у межах всієї Земної кулі, ми побудували прогнозну геодинамічну схему розвитку земної кори на 100 млн. років вперед (рис. 3). Саме такий часовий проміжок вибраний для того, щоб мінімально наблизитись до палеотектонічних геологічних реконструкцій, оскільки від початку розпаду останньої Пангеї минуло близько 200 млн. років. Модель вважаємо робочою, оскільки для більшої достовірності побудови необхідно було б використати більшу кількість даних та виділити у межах окремих континентів або їх частин складові регіонального та локального рівня, як це було нами зроблено для Карпато-Динарського регіону [1,2], де отримані результати дали змогу глибше зрозуміти причинно-наслідкові зв'язки між різного рангу тектонічними процесами.

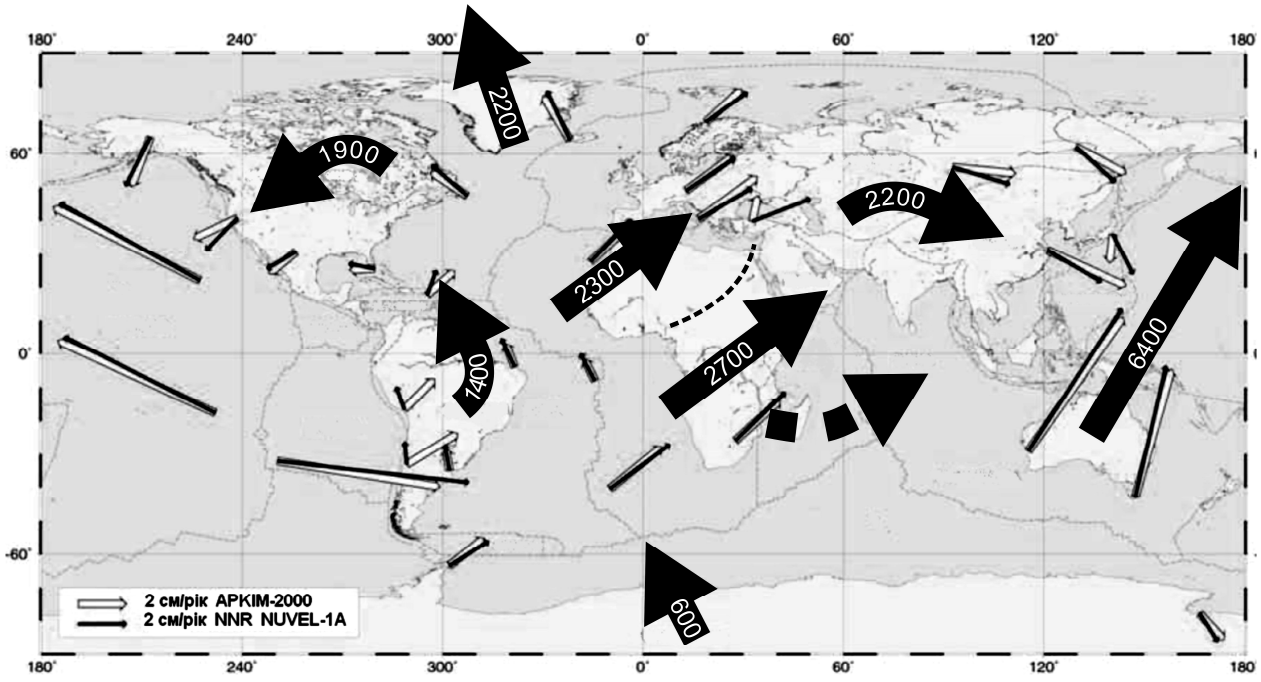
При побудові геодинамічної схеми ми виходили з засади, що напрямки та швидкості руху тектонічних плит продовж прогнозованого часового періоду (100 млн. р.) не змінювались, а за колізії континентальних плит їх подальший рух припинявся. Швидкості руху перераховані (бралися до уваги середні значення по кожній континентальній плиті) на часовий проміжок тривалістю 100 млн. років.

На побудованій геодинамічній схемі насамперед слід зазначити майже ідентичні за напрямком та швидкістю вектори руху Євразії та Африки. Обидва континенти досягли свого крайнього північного положення і сьогодні повільно просуваються у східному напрямку по дузі великого радіуса з швидкістю близько 2300 км/100 млн. р. (рис. 4).

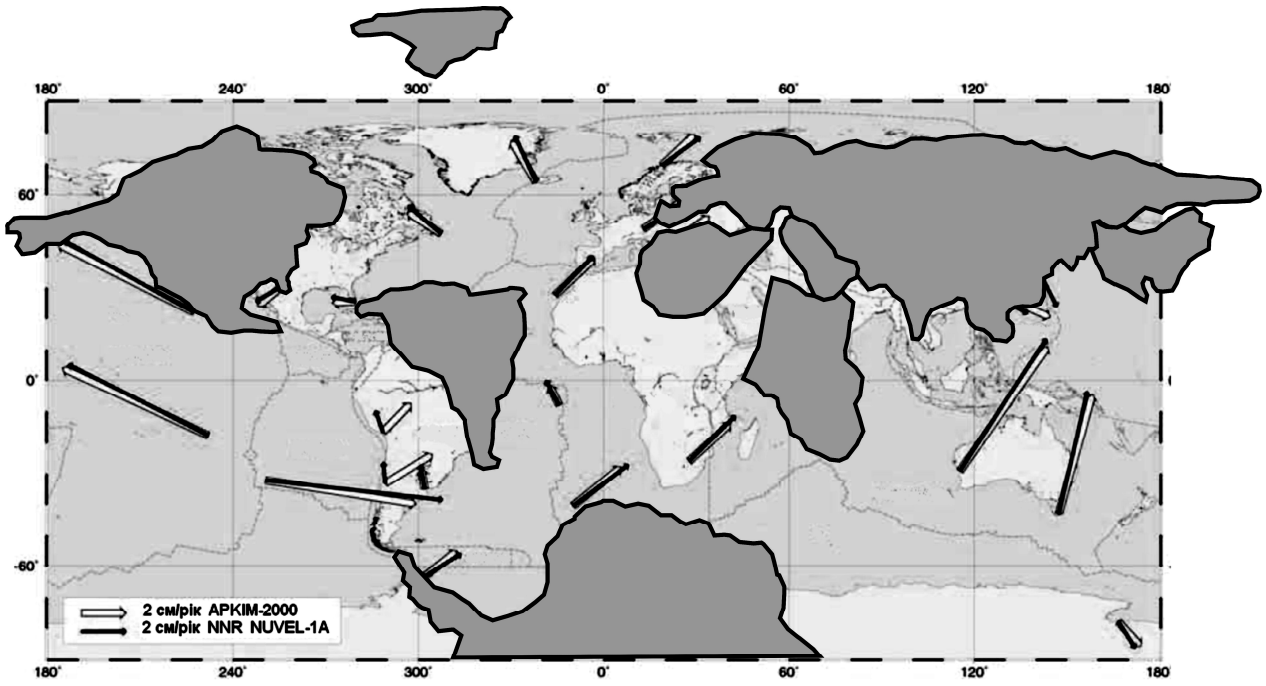
Північна частина Африканського континенту рухається зі швидкістю 2300 км/100 млн. р., а південна – на 400 км швидше (рис. 4), у зв'язку з чим слід прогнозувати її відокремлення від північної. Відрив південної частини може відбутися по Пелузькій зоні розломів (рис. 4), яка є продовженням Атлантичної системи трансформних розломів Сан-Паулу, Романш і Чейн. У такому випадку рух південної частини Африканського континенту відбуватиметься у східному напрямку

(товста пунктирна стрілка червоного кольору) з одночасним обертанням проти годинникової стрілки (рис. 4), у результаті чого він наблизиться впритул до Індії. Північна Америка просувається у західному напрямку з одночасним обертанням проти годинникової стрілки з швидкістю 1800 км/100 млн. р. (рис. 4). Усі інші континенти зберігають тенденцію північного дрейфу. Південна Америка займе місце між Північною Америкою та Євразією. Інтенсивне розширення тихоокеанського рифту (рис. 3) і вплив східного просування на захід, очевидно, зумовить незначний розворот Південноамериканського континенту проти годинникової стрілки. Необхідно зауважити, що у межах Південної Америки напрямки векторів руху, визначені моделями APKIM-2000 і NNR NYWVEL-1A, значно відрізняються у районі Анд, тому ми вибрали середній напрямок, який майже збігається з північним. Гренландія, судячи зі швидкості її руху, займе місце у районі північного полюсу. Австралія зіштовхнеться з Євразією та Північною Америкою у північній частині Тихого океану і, судячи з величезної швидкості її руху на північ (рис. 4), перешкодить об'єднанню цих двох плит. Антарктида почне просуватися на північ лише після того, як покине межі геодинамічного бар'єру [5–7], який утримує її на південному полюсі і збігається з розміщенням південного полярного кола. Лише тоді, подібно Австралії, вона почне рухатись на північ (рис. 4).

Побудовану модель вважаємо робочою, оскільки для більшої достовірності побудови необхідно використати інформацію у межах усіх континентів або їх частин стосовно складових деформацій регіонального та локального рівня, як це було нами зроблено для Карпато-Динарського регіону [1,2] та Антарктиди [5–7], де отримані результати дали змогу глибше зрозуміти причинно-наслідкові зв'язки між різного рангу процесами.



а



б

Рис. 4. Прогнозна геодинамічна схема довготривалого (на 100 млн років) розвитку земної кори за даними моделей тектонічних плит APKIM-2000 і NNR NYWVEL-1A: а – прогнозні напрямки (товсті стрілки червоного кольору) та швидкості (км/100 млн.р.) руху континентальних літосферних плит; б – прогнозне місцерозташування континентальних літосферних плит через 100 млн.р. Детальні пояснення в тексті

Висновки

1. Попередньо побудована геодинамічна схема довготривалого розвитку земної кори на основі моделей тектонічних плит APKIM-2000 і NNR NYWVEL-1A та опрацювання GPS-спорстережень у Антарктиді, проведених лабораторією ГНДЛ – 18 Національного університету “Львівська політехніка”.

2. Показано, що на сучасному етапі геологічної історії Землі формується новий суперконтинент типу Пангея. Тобто з позиції методу актуалізму обґрунтовано можливість багаторазового утворення та руйнування великих континентальних утворень.

1. Кульчицький А.Я. Геодинаміка та сейсмічність Карпато-Динарід на основі опрацювань GPS-вимірів та палеомагнітних даних // Геодезія, картографія і аерофотознімання: Міжвідомчий наук.-техн. збірник. – Вип. 74. – 2011. – С. 91–96. 2. Третяк К., Кульчицький А., Дульцев А., Серант О., Голубінка Ю., Кузнєцова В. Сучасні рухи земної кори у Карпато-Балканському регіоні за результатами опрацювання GPS-вимірів і геолого-геофізичних даних // Мат-ри конф. “Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS GIS-технології” 12–17 вересня 2011 р. Алушта (Крим), Львівське астрономо-геодезичне товариство. – С. 123–132. 3. Третяк К., Кульчицький А., Голубінка Ю. Результати геодезичного моніторингу Антарктичної літосферної плити та їх геологічна інтерпретація Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2007. – Вип. ІІ. – С. 57–67. 4. Кульчицький А. Сучасні тектонічні рухи земної кори у світлі новітніх досягнень космічної геодезії (спроба класифікації). Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2008. – Вип. ІІ. – С. 112–116. 5. Третяк К., Кульчицький А., Голубінка Ю.GPS-моніторинг кінематики Антарктичної літосферної плити та спроби його геологічної інтерпретації // Мат-ли XII міжн. наук.-техн. симпозіуму “Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища”. – Алушта: ЛАГТ – 2007. – С. 233–236.

6. Третяк К., Кульчицький А., Голубінка Ю. Геологічна інтерпретація сучасної динаміки Антарктичної тектонічної плити // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2006. – № 67. – С. 24–30. 7. Третяк К., Кульчицький А., Голубінка Ю. Геодинамічні дослідження тектонічного розлому протоки Пенола (Антарктичний півострів, архіпелаг Аргентинські острови) // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2006. – II (12). – С. 134–140. 8. Белоусов В.В.Основы геотектоники. – М.: Недра, 1975. – 264 с. 9. Ляйєль Ч. Основные начала геологии. Т. 1. – М, 1866 с. 10. Ботт М. Внутреннее строение Земли. – М.: Мир, 1974. – 373 с. 11. Келдер Н. Беспокойная земля. – М.: Мир, 1975. – 213 с. 12. Каттерфельд Г.Н. Лик Земли и его происхождение. – М.: Гос. изд. географической литературы, 1962. – 152 с.