

Щоб фізика могла бути корисною іншим наукам щодо теорії, а не лише своїми приладами і винаходами, ці науки повинні забезпечити фізика описом їх об'єкта фізичною мовою. Якщо геолог більш-менш розумно пояснить нам, що таке Земля, тоді можна спробувати в цьому розібратися.

Річард Фейнман

Вивчення фігури, гравітаційного поля і внутрішньої будови Землі та планет земної групи із збільшенням поновленої інформації та удосконаленням математичного моделювання залишається однією із найбільш актуальних тем наукового пізнання еволюції Землі в контексті планетарної геодинаміки. Фундаментальна геофізика і астрономія, планетарна геодезія та геологія є майже єдиним джерелом знань про фігуру, гравітаційне поле і внутрішню будову нашої планети і, в останні роки, таких її космічних сусідів, як Місяць, Марс, Венера і всі інші планети. Початкові етапи формування Землі як космічного тіла та її геологічну історію неможливо достатньо повно вивчити без залучення даних про планети земного типу. Водночас Земля може розглядатись як еталонний об'єкт із широким арсеналом теоретичних та експериментальних методів, які можуть використовуватися в дослідженнях планет земної групи. Тут ми підходимо з позицій порівняльної планетології до вивчення проблем розвитку Землі в геологічному часі, трансформації її фігури і внутрішньої будови, самої проблеми походження різних оболонок Землі та їх взаємодії. Немає сумнівів, що Земля в минулому мала іншу будову і зовнішню поверхню, а її сучасна будова стала результатом еволюційних процесів, що відбуваються у тілі планети.

Щоб адекватно розуміти як відбуваються структуроутворюючі тектонічні процеси на Землі, визначати гравітаційне поле і обчислювати координати точок на земній поверхні, необхідно точно знати, як змінюється форма нашої планети і чи змінюється вона взагалі. Нам відомо, що геодинамічна активність Землі нерівномірна в просторі і часі. Ймовірна періодичність геодинамічних процесів в еволюції нашої планети. Часовий масштаб геодинамічних явищ переважно триває мільйони і мільярди років і знаходиться далеко за межами реалізованих геодезичними і геофізичними методами тривалості експериментів. Ми бачимо

лише те, що Земля нам показує на нескінченно малому проміжку своєї геологічної історії, і практично позбавлені можливості відтворити ті процеси, які хочемо вивчити. З іншого боку, факти про внутрішню будову і еволюцію Землі, отримані різними методами геології і геофізики, укладаються у виключно складну картину динамічних явищ і тому, незважаючи на тривале вивчення геологічних процесів у верхніх оболонках Землі, природа геодинамічних сил дотепер залишається гіпотетичною. Проте геодинамічні процеси планетарного масштабу можна спробувати пояснити на основі певних, переважно гіпотетичних, припущень відповідно до фундаментальних законів фізики і механіки та математичного моделювання.

Під час розгляду ключових проблем геодинаміки фігура нашої планети представляє істотний інтерес, оскільки її поверхня нерозривно пов'язана із внутрішньою будовою та геодинамічними процесами, з історією виникнення та еволюцією Землі. Варіації ротаційного режиму Землі як космічного тіла, а також ендегенні і екзогенні процеси призводять до трансформації фігури зовнішньої поверхні літосфери впродовж геологічної історії. Моделювання трансформації фігури Землі та її впливу на геодинамічні процеси є актуальними, оскільки ці питання пов'язані з важливістю побудови геодинамічної моделі Землі.

Ідеї міждисциплінарного вивчення фігури, гравітаційного поля і внутрішньої будови Землі відображені в численних наукових працях відомих математиків, починаючи від А. Клеро "Theorie de la Figure de la Terre Tiree des Principes de l'Hydrostatique" до лауреата Нобелівської премії С. Чандрасекара "Ellipsoidal Figures of Equilibrium". Наприкінці ХХ ст. ці ідеї були розвинуті та узагальнені в монографіях геодезистів Г. Моріца "The figure of the Earth: Theoretical geodesy and the Earth's interior", М. Машімова "Планетарные теории геодезии", Г. Мещерякова "Задачи теории потенциала и обобщенная Земля".

Із методологічного боку монографія підсумовує багатолітні дослідження авторів у вищезгаданих напрямках і є подальшим кроком у моделюванні геодинамічної еволюції фігури Землі, вивченні ролі ротаційних факторів у перебігу різномасштабних геодинамічних процесів, інтерпретації результатів вивчення гравітаційного поля планет земної групи у зв'язку з їх внутрішньою будовою і тектонічними процесами. Зокрема, приділено значну увагу питанням: розробки теоретичних методів, що охоплюють аналітично-числовий опис гравітаційного поля; моделювання параметрів еволюційних змін фігури літосфери Землі та її переорієнтації в геологічному масштабі часу; тривимірного розподілу густини планет; аналізу ізостатично рівноважного стану планет у рамках порівняльної планетології; теоретичному обґрунтуванню з позицій апроксимаційного підходу методології побудови гравітаційної моделі тектоносфери Землі; розрахунку

стиснення внутрішніх еліпсоїдальних поверхонь та напруженого стану у верхніх оболонках Землі та Марса внаслідок зміни швидкості обертання навколо осі; моделювання тривимірної моделі розподілу густини Землі, узгодженої з компенсаційним механізмом геїзостазії спрямованої на досягнення неоднорідними масами стану мінімуму потенційної енергії і напруження; визначення градієнтів розподілу аномальної густини, що спричиняють гравітаційну конвекцію мас.

Зважаючи на те, що об'єкт дослідження – внутрішня структура планети – є надзвичайно складною, то апроксимаційний підхід до побудови моделей, які були б адекватні до існуючих фізичних уявлень і узгоджувались з даними вимірювань, вважався єдино можливим і цілком обґрунтованим в перелічених дослідженнях, оскільки смислове значення будь-якої апроксимації – це опис складних об'єктів більш простими аналітичними функціями з допустимою точністю. Також ми без упередження усвідомлюємо, що наші судження про внутрішню будову планет засновані лише на даних, отриманих за допомогою вимірювань дистанційними методами з космічних апаратів, а також виключно на поверхні Землі або на досить малих глибинах від поверхні в сучасну епоху. Тому цілком погоджуємося з образним висловленням відомого геофізика Фр. Стейсі з його монографії “Фізика Землі”: “Більшість геодинамічних явищ дуже складні і важко піддаються науковому аналізу. Дані, що відносяться до цих явищ, не можна вважати ні вільними від сторонніх впливів, ні отриманими в однакових умовах. Про точний аналіз в багатьох випадках не може бути й мови. В таких умовах смутні припущення стають гіпотезами, а гіпотези іменуються теоріями. Неправдоподібні теорії зустрічаються досить часто, а відкинути їх з повною переконливістю буває важко, оскільки часто знаходиться новий (можливо, несуттєвий) фактор, який раніше не враховувався. Геологи, знайомі з цією обставиною, пристосовуються до них. Фізики, які вперше зустрічаються з такою ситуацією, можуть бути шоковані. У цілому ряді задач строге дослідження дає дуже мало, логічний ланцюг в багатьох місцях розірваний і пов'язаний лише за допомогою інтуїтивних суджень”. Однак, як відомо, сутність методу наукового пізнання полягає: а) у створенні моделі (фізичної або математичної) досліджуваного об'єкта, процесу або явища, заснованої на достовірному знанні; б) у послідовному порівнянні створеної моделі з досліджуваними реаліями, тобто наближаючи запропоновану модель через її удосконалення і уточнення до дійсності. Факт появи наукового знання досягається лише тоді, коли таке поєднання моделі та досліджуваного об'єкта виявляється повністю адекватним. Тому розглянуті в цій монографії результати досліджень необхідно сприймати як авторський погляд, часто лише в першому наближенні, на багатогранну проблему вивчення геодинамічної еволюції фігури, гравітаційного поля і розподілу

густини Землі і планет земної групи в нерозривному їх взаємозв'язку на сучасному етапі нагромадженої інформації. Зазначимо також, що про Землю відомо порівняно більше, ніж про Місяць і планети земної групи, тому в монографії більше дослідницького матеріалу присвячено проблемам вивчення Землі.

Автори сподіваються, що інформація, подана в монографії, буде корисною для наукових працівників, а також приверне увагу аспірантів та магістрів, студентів старших курсів, які спеціалізуються в геодезії, геофізиці, геології та планетології, до основних завдань планетарної геодинаміки, що переважно представляють у рамках твердої Землі і планет земної групи.