

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УДК 550.3:551.24:550.83

Довбніч Михайло Михайлович

**ГЕОТЕКТОНІЧНА І ГЕОДИНАМІЧНА РОЛЬ ПОЛІВ
НАПРУЖЕНЬ, ОБУМОВЛЕНИХ ПОРУШЕННЯМ
РІВНОВАЖНОГО СТАНУ ЗЕМЛІ**

Спеціальність:

04.00.22 – «Геофізика»

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

доктора геологічних наук

Дніпропетровськ - 2010

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі геофізичних методів розвідки Національного гірничого університету Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ).

Науковий консультант **Тяпкін Костянтин Федорович**

чл.-кор. НАН України, д. геол.-мін. н., професор,
професор кафедри геофізичних методів розвідки
Національного гірничого університету
Міністерства освіти і науки України (м.
Дніпропетровськ)

Офіційні опоненти:

Страхов Володимир Миколайович

академік РАН, д. фіз.-мат. н., професор, головний
науковий співробітник Інституту фізики Землі
ім. О.Ю. Шмідта РАН (м. Москва);

Гінтов Олег Борисович

д. геол.-мін. н., професор, головний науковий
співробітник відділу тектонофізики Інституту
геофізики ім. С.І. Субботіна Національної академії
наук України (м. Київ);

Пустовітенко Бела Гаврилівна

д. фіз.-мат. н., с.н.с., провідний науковий
співробітник відділу сейсмології Інституту
геофізики ім. С.І. Субботіна Національної академії
наук України (м. Сімферополь).

Захист відбудеться «_7_»_жовтня_2010 р. о _13_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.05 при Національному гірничому університеті Міністерства освіти і науки України за адресою 49027, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національного гірничого університету Міністерства освіти і науки України за адресою: м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19

Автореферат розісланий «_3_»__вересня__2010 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 08.080.05
к. геол.-мін. н., доцент

А.Л. Лозовий

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вивчення природи сил, що викликають протікання різноманітних геологічних процесів, є актуальною проблемою при вирішенні питань як фундаментальної, так і прикладної геології. Незважаючи на тривале, і багато в чому успішне, вивчення геологічних процесів у верхніх оболонках Землі, природа тектонічних сил дотепер залишається гіпотетичною.

Сьогодні більшість дослідників вважає, що джерело такого роду сил знаходиться всередині Землі. Для пояснення природи цих сил привертають фізико-геологічні та геохімічні процеси, що спонтанно протікають в надрах планети, типу: густинної диференціації речовини; його теплової або хімічної конвекції; явища ущільнення або розущільнення речовини, обумовлені фазовими переходами з одного стану в інший; радіоактивний розпад і деякі інші. У той же час ендегенні процеси, що спонтанно протікають, не можуть пояснити багато встановлених геологічних закономірностей.

У зв'язку з цим проблема ролі зовнішніх факторів та їх зв'язку з ендегенними процесами є актуальною.

Дослідження напружено-деформованого стану геологічного середовища – один із найважливіших ланцюжків у вирішенні даної проблеми. Напружений стан є характеристикою, яка багато в чому визначає особливості різноманітних явищ у тектоносфері, починаючи від регіональних, навіть планетарних, таких як механізми формування геотектонічних структур, природа розломо- і складкоутворення, особливості розвитку сейсмічних явищ і т.п., і закінчуючи явищами, що протікають на локальному рівні, наприклад, динаміка флюїдів у колекторах, розвиток зон підвищеної тріщинуватості і малоамплітудної тектоніки та ін. Важливим етапом у цих дослідженнях є і аналіз полів напружень, обумовлених зовнішніми факторами.

Широкий спектр питань, відповіді на які може дати аналіз напруженого стану тектоносфери, дозволяє підійти багато в чому по-новому до вирішення фундаментальних і прикладних задач.

На XXVII сесії Міжнародного Геологічного Конгресу К.Ф. Тяпкіним було запропоновано нову модель рівноважного стану Землі, що обертається, – геоізоастазію. У загальному випадку порушення геоізоастазії можна розглядати як функцію координат і часу. Наявність порушень геоізоастазії призводить до виникнення сил, які направлені на вирівнювання цих відхилень. Як наслідок, у тектоносфері планети виникатимуть і механічні напруження. Маючи дані про величину порушення геоізоастазії у просторі та часі, можна оцінити величини зв'язаних з ними напружень.

Один із шляхів вивчення напружено-деформованого стану – це застосування математичного моделювання, зв'язаного з широким впровадженням у природознавство обчислювальної техніки, що дозволяє виконувати складні розрахунки. У той же час слід розуміти, що використання при розрахунках тільки ендегенних процесів виявляється недостатнім, оскільки, по-перше, ми не можемо передбачити їх в часі, а, по-друге, саме ці процеси багато в чому виникають як реакції на зовнішню дію, тобто сили

позаземного походження. На відміну від ендегенних процесів, космогонічні фактори мають відносно добре вивчену періодичність, пов'язану, в першу чергу, з їх ротаційною природою. Обертання є універсальним явищем: обертання Землі навкруги осі; обертання в системі Земля-Місяць; обертання в системі Земля-Сонце; обертання сонячної системи відносно центра Галактики та ін. Це, в свою чергу, дозволяє прогнозувати зміну впливу цих факторів на рівноважний стан планети і моделювати поля напружень не тільки в просторі, але і в часі, що відкриває нові можливості і підходи не тільки в розумінні природи геопроцесів, але і в їх прогнозі.

У методологічному відношенні дисертаційна робота є подальшим розвитком наукових уявлень, які розвиваються дослідницьким колективом під керівництвом чл.-кор. НАН України К.Ф. Тяпкіна, і наступним кроком у вивченні ролі зовнішніх факторів у протіканні різномасштабних геотектонічних і геодинамічних процесів, що враховує сучасні досягнення в науках про Землю.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі геофізичних методів розвідки Національного гірничого університету в рамках наступних науково-дослідних тем. Держбюджетні теми: «Прогноз глибинного геологічного розрізу на основі комплексної геолого-геофізичної моделі тектоносфери з метою пошуків родовищ корисних копалин, пов'язаних з розломними структурами» (№ гос. реєстрації 0102U003020), «Прогнозна оцінка перспектив нафтогазоносності Дніпровсько-Донецького авлакогену з позицій розломно-блокової будови тектоносфери» (№ гос. реєстрації 0104U000778), «Оцінка впливу варіацій ротаційного режиму Землі на геодинамічні процеси в земній корі» (№ гос. реєстрації 0106U001381), «Структура, геодинаміка, техногенез Донбасу як основа його адаптації до ресурсних потреб України» (№ гос. реєстрації 0108U000540), «Прогноз перспектив ландшафтного і геомеханічного стану о. Зміїний, як унікального геологічного утворення» (№ гос. реєстрації 0108U006320).

Результати досліджень використовуються при виконанні договірних тем: «Аналіз напружено-деформованого стану геологічного середовища на основі структурно-швидкісних моделей на ділянці сейсморозвідувальних робіт» (замовник ЗАТ «Полярекс», Н. Уренгой, Росія), «Впровадження методики прогнозування характеру напруженого стану на родовищах вуглеводнів у Дніпровсько-Донецькій западині» (замовник НАК «Нафтогаз України»).

Автор брав участь у проекті «Стійкість геотехнічних систем: процеси, явища, ризики», виконаного в Національному гірничому університеті у рамках програми підтримки з боку Американського фонду цивільних досліджень і розвитку (CRDF).

Разом з переліченими тематиками, робота була підтримана індивідуальними грантами Американського фонду цивільних досліджень і розвитку (CRDF) і грантами на участь у міжнародних конференціях Європейської асоціації геодослідників і інженерів (EAGE).

Мета роботи: вирішення на основі кількісної оцінки полів механічних напружень проблеми ролі ряду факторів, що викликають порушення рівноважного стану Землі, та вивчення їх впливу на протікання геотектонічних і геодинамічних процесів.

Об'єкт дослідження: земна кора і верхня мантія, окремі тектонічні структури різного порядку, комплекси осадових порід.

Предмет дослідження: поля напружень, обумовлені порушенням рівноважного стану Землі, та їх роль у протіканні різноманітних геопроцесів.

Задачі досліджень.

1. Провести комплексний аналіз інформації, що відображує сучасний стан проблеми вивчення напружень у тектоносфері, та механізмів їх виникнення.

2. Розробити алгоритми і виконати кількісну оцінку полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі.

3. Проаналізувати роль полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, та встановити просторово-часові зв'язки в протіканні геотектонічних процесів у рамках основних вимог, що ставляться до геотектонічних гіпотез.

4. У рамках розломно-блокової моделі тектоносфери дослідити відображення просторово-часових особливостей розподілу сейсмічних подій у полях напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі.

5. Реконструювати за допомогою інформації про поля напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, можливу природу і механізм еволюції осадового басейну в рамках розломно-блокової моделі тектоносфери (на прикладі Донецького басейну).

Методи досліджень. Для розв'язання поставлених у дисертаційній роботі задач використовувалися: методи математичного моделювання для кількісної оцінки полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі; спектрально-кореляційні методи при дослідженні періодичностей в протіканні різномасштабних геотектонічних і геодинамічних процесів, а також просторового розподілу геофізичних аномалій; методи апроксимації потенціальних полів джерелотвірними функціями при відновленні аномалій геоїда за наземними гравіметричними даними, заданими на довільному рельєфі.

Для комплексної обробки та аналізу фактичної геолого-геофізичної інформації (баз геофізичних, топографічних і геологічних даних) широке використання у роботі знайшли геоінформаційні технології.

Основні наукові положення, що захищаються в роботі.

1. Величини механічних напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі внаслідок впливу різних факторів, розподіляються таким чином: віковий дрейф осі обертання в тілі Землі – $>10^7$ Па; вікове загасання швидкості обертання Землі – 10^5 Па; місячно-сонячні припливи – 10^4 Па; чандлеровські і річні коливання полюса – 10^3 Па, короткоперіодичні варіації швидкості обертання – 10^2 Па. Поля напружень у діапазоні 10^4 – 10^6 Па зв'язані з аномаліями геоїда, обумовленими вторинними деформаційними процесами в розломно-блоковій тектоносфері.

2. Просторово-часова структура полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, та фактичні геологічні дані дозволяють затверджувати: циклічності в седиментогенезі, тектогенезі, магматизмі і метаморфізмі мають загальну природу і обумовлені полем напружень, викликаним варіаціями ротаційного режиму Землі; напруження, зв'язані з аномаліями геоїда, відображають особливості протікання геопроцесів у блоковій тектоносфері; на процес структуроутворення істотно впливає поле напружень, обумовлене місячно-сонячними припливами.

3. Поля напружень, обумовлені порушенням рівноважного стану Землі, контролюють розвиток геодинамічних процесів, що дозволяє використовувати їх як прогностичний критерій в прогнозі землетрусів, гірничих ударів, газодинамічних та інших небезпечних динамічних явищ.

Наукова новизна роботи.

1. У рамках єдиної моделі механізму порушення рівноважного стану Землі вперше виконано кількісну оцінку напружень, що виникають у тектоносфері під дією різних факторів.

2. Відзначено, що прояви циклічності в седиментогенезі, тектогенезі, магматизмі і метаморфізмі взаємозв'язані. Встановлений зв'язок між геологічними та астрономічними циклами, а також оцінка ефектів, обумовлених взаємодією Землі з фізичними полями Космосу, вперше дозволило зробити кількісний висновок про спільність вищенаведених явищ.

3. Вперше показано, що напруження, зв'язані з аномаліями геоїда, відображають особливості протікання геотектонічних процесів у розломно-блоковій тектоносфері під дією нормального поля напружень. Використання інформації про напружений стан, отриманої на основі аномалій геоїда, дозволяє підвищити змістовність тектонічних побудов.

4. Обґрунтовано механізми участі в процесі структуроутворення високочастотного поля напружень, обумовленого місячно-сонячними припливами. Уперше ці механізми розглядаються при утворенні структур осадової товщі.

5. Вперше показано, що порушення рівноважного стану Землі, обумовлене космогонічними факторами і вторинними деформаційними процесами в розломно-блоковій тектоносфері, знаходить відображення в просторових особливостях розподілу сейсмічності планети.

6. Вперше встановлено, що в напруженнях, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, виявляються елементи, які є тектонічною основою сейсмогенеруючих структур. На конкретних прикладах доведено, що інформацію про напруження тектоносфери, обумовлені порушенням рівноважного стану, можна використовувати при різномасштабних сеймотектонічних дослідженнях, сейсморайонуванні різного масштабу та ін.

7. Підтверджено, що припливна вібродія Місяця і Сонця істотно впливає (як тригерний механізм) на виникнення землетрусів. Уперше доведена необхідність урахування особливостей тектонічної будови при аналізі взаємозв'язку геодинамічних процесів з місячно-сонячними припливами.

8. Вперше обґрунтовано, що порушення рівноважного стану Землі в

результаті землетрусу в океані частково відновлюється внаслідок переміщення мас води, а частково – повітряних мас. Результат цього процесу – виникнення цунамі та ураганних вітрів. Установлений механізм виникнення цунамі в рамках моделі порушення рівноважного стану є основою цунамігенного районування.

9. Вперше показано, що дослідження напружень, зв'язаних з порушенням рівноважного стану, є важливим елементом у вивченні природи та особливостей дії сил, які обумовлюють тектонічні процеси. Це, в свою чергу, дозволяє перейти від статичних моделей земної кори і верхньої мантії до динамічних моделей.

10. Вперше відзначено, що, як і у випадку із сейсмічністю, дані про напруження, обумовлені порушенням рівноважного стану Землі, дозволяють виділяти у вуглепородному масиві регіональні геодинамічно активні зони, з якими зв'язані динамічні явища в шахтах.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені в рамках виконання дисертаційної роботи підходи до вивчення напружено-деформованого стану геологічного середовища на основі геофізичних даних мають самостійне значення і дозволяють вирішувати такі практичні задачі:

- сейсмічне районування різних масштабів;
- виділення регіональних геодинамічно активних зон розвитку динамічних явищ у шахтах;
- оконтурювання зон розвитку підвищеної тріщинуватості і малоамплітудної тектоніки, прогнозування ймовірних напрямів природної міграції вуглеводнів, дослідження зміни ємкісних властивостей колекторів, побудова моделей формування і розвитку пасток вуглеводнів у складних геологічних умовах та ін.

Наукові результати роботи використовуються на практиці:

- в УкрНДМІ НАН України при виконанні науково-дослідних робіт щодо прогнозу зон скупчення метану у вуглепородному масиві, прогнозу динамічних явищ у гірничих виробках, розслідування причин аварій на шахтах ім. О.Ф. Засядька та ім. К. Маркса.

- у Придніпровській геофізичній розвідувальній експедиції при виконанні досліджень за оцінкою напружено-деформованого стану геологічного середовища на основі структурно-швидкісних моделей за даними сейсморозвідки.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідалися на конференціях: "Моніторинг небезпечних геологічних процесів і екологічного стану середовища" (Київ, 2001, 2006, 2007), "Будівництво в сейсмічних районах України" (Ялта, 2006, 2008), "Метан вугільних родовищ України" (Дніпропетровськ, 2006, 2008), "Гірнична геологія, геомеханіка і маркшейдерія" (Донецьк, 2004), "Теоретичні і прикладні аспекти геоінформатики" (Київ, 2005, 2006, 2007, 2008), "Проблеми геофізики, тектоніки і нафтогазоносності" (Дніпропетровськ, 2006), "Сучасні проблеми теорії і практики наук про Землю" (Київ, 2009), "Тектонічна нарада" (Москва, 2007, 2008), "Питання теорії і практики інтерпретації гравітаційних, магнітних і

електричних полів" (Москва, 2004, 2007), "Проблеми природокористування, стійкого розвитку і техногенної безпеки регіонів" (Дніпропетровськ, 2007, 2009), "Тектонофізика і актуальні питання наук про Землю" (Москва, 2008), "Геомодель" (Геленджик, 2008, 2009), "XVIII Міжнародна наукова школа ім. акад. С.О. Христиановича" (Сімферополь, 2008), конференції Європейської асоціації геодослідників і інженерів "EAGE Conference & Exhibition" (Флоренція, 2002, Мадрид, 2005, Лондон, 2007, Барселона, 2010), конференції Європейського геофізичного союзу "EGU General Assembly" (Відень, 2008), "Тектоніка і глибинна будова сходу Азії: IV Косигінське читання" (Хабаровськ, 2009), "Проблеми комплексного геофізичного моніторингу Далекого Сходу Росії" (Петропавловськ-Камчатський, 2009), конференція "9th Middle East Geosciences Conference & Exhibition GEO2010" (Бахрейн, 2010).

Публікації. Результати дисертації викладені в 65 роботах. З них 2 монографії, 1 навчальний посібник, 36 статей в спеціалізованих виданнях, затверджених ВАК України (11 статі написано автором одноосібно), інше – статті в збірниках, тези доповідей.

Особистий внесок автора. Основні теоретичні і прикладні положення роботи є підсумком десятирічної науково-дослідної роботи автора. Автору належать постановка задачі і шляхів її вирішення, розробка підходів кількісної оцінки напружено-деформованого стану геологічного середовища, результати їх впровадження і геологічна інтерпретація.

В ході виконання обчислень використовувалося програмне забезпечення, розроблене автором особисто, а також програми, розроблені В.М. Страховим, О.В. Страховим, В.П. Солдатенком, О.О. Бобильовим.

Структура та обсяг роботи. Дисертація являє собою закінчену науково-дослідну роботу і складається з вступу, п'яти розділів і висновків, викладених на 358 сторінках, включаючи 134 рисунки, таблицю, список використаної літератури з 347 джерел і 3 додатків.

Автор щиро вдячний за цінні консультації, рекомендації і поради О.Б. Гінтову, Ю.Л. Ребецькому, І.О. Садовенку, Б.С. Бусигіну, В.Ф. Приходченку, А.В. Чернаю, Г.М. Стovas, В.О. Каніну, І.Л. Сафронову, В.П. Солдатенку, А.Л. Лозовому, О.В. Орлінській, О.О. Бобильову, Є.С. Синайському.

Особисту подяку автор висловлює науковому консультанту члену-кореспонденту НАН України, доктору геолого-мінералогічних наук, професору К.Ф. Тяпкіну за цінні поради при виконанні дисертаційної роботи.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1. Стан проблеми та стислий огляд уявлень про природу напружено-деформованого стану тектоносфери.

Геологічне середовище схильне до дії механічних силових полів різної природи і, як наслідок, знаходиться в деякому напружено-деформованому стані.

Мета розділу – аналіз сучасних уявлень про напружено-деформований стан тектоносфери, фактори, що його викликають та підходи вивчення.

Для реалізації цієї мети в даному розділі:

- а) розглянуто історію питання дослідження напружено-деформованого стану тектоносфери – найважливішої характеристики геологічного середовища;
- б) наведено основні поняття про рівноважний стан Землі – геоізоастазію, явище, що базується на принципі мінімізації енергії і принципі найменшої дії;
- в) проаналізовано сучасні уявлення про роль космогонічних факторів у порушенні рівноважного стану Землі, виникнення механічних напружень у тектоносфері і протіканні геопроцесів.

У загальному випадку, в будь-якій точці середовища діють два незалежних силових поля: літостатичне, обумовлене вагою вищерозміщених порід, і тектонічне. Напружено-деформований стан є однією з найважливіших характеристик тектоносфери, що визначає розвиток більшості тектонічних і геодинамічних процесів. Аналіз напруженого стану геологічного середовища є актуальним для вирішення цілого ряду теоретичних і практичних задач. Результати, викладені в роботах М.В. Гзовського, С.І. Шермана, О.Б. Гінтова, Є.І. Паталахи, М.О. Гончарова, О.І. Гущенко, Д.Н. Осокіної, Ю.Л. Ребецького, Л.О. Сім, В.О. Корчемагіна і багатьох інших дослідників, є переконливим підтвердженням всієї важливості вирішення питань, пов'язаних з дослідженням напружено-деформованого стану тектоносфери. Найбільший інтерес представляє дослідження тектонічних напружень, що є аномальними відносно літостатичних напружень. По М.В. Гзовському тектонічні напруження – це напруження, які відповідають за формування локальних і регіональних деформаційних структур літосфери. Має місце зміна полів напружень як в часі, так і в просторі. У першу чергу це стосується тектонічних напружень. Найпростіше поля тектонічних напружень можна поділити на поля, що виникають під дією планетарних факторів, і локальні поля тектонічних напружень різного порядку, обумовлені вторинними деформаційними процесами в геологічному середовищі. Поділення і дослідження полів напружень різної природи і масштабу – це ряд самостійних задач у різних напрямках наук про Землю.

Найважливішим питанням у задачах дослідження тектонічних напружень є первинний вибір моделі енергетичного джерела тектонічних процесів на Землі. Усі існуючі нині уявлення про природу і пріоритет джерел сил тектогенезу можна поділити на дві групи:

1. Земля – теплова машина, енергетика якої визначається ендегенними процесами;

2. Земля – космічне тіло, що взаємодіє з фізичними полями Космосу.

Фактично це можна трактувати як поділення на модель нерухомої Землі і модель Землі, що обертається. Вплив космогонічних факторів призводить до порушення рівноважного стану Землі – до геоізоастазії. Нова модель рівноважного стану Землі, що обертається, названа геоізоастазією, була запропонована К.Ф. Тяпкіним на XXVII сесії Міжнародного Геологічного Конгресу. Було показано, що критерієм врівноваженості Землі в кожній точці можуть служити як відхилення геоїда різного порядку від еліпсоїда – фігури рівноваги рідини, що обертається, – обумовлені густинними неоднорідностями всередині планети, так і відхилення еквіпотенціальної поверхні потенціалу сили тяжіння під дією варіацій швидкості обертання, зміни положення осі обертання в тілі Землі, місячно-сонячних припливів та ін. У першому випадку інформацію про величину відхилень можна одержати за даними супутникових спостережень і наземним гравіметричним вимірюванням; у другому – шляхом математичного моделювання. Фізико-математичною основою даної моделі є принцип мінімізації енергії і принцип найменшої дії. Ці принципи неодноразово використовувалися дослідниками (І.Г. Клушин, В.В. Кузнецов, Э.Л. Шен та ін.) для пояснення внутрішньої структури Землі, її еволюції та протікання геологічних процесів.

На сьогодні можна вважати остаточно встановленим, що Земля знаходиться в стані, близькому до гідростатичної рівноваги неоднорідної за радіусом рідини, що обертається. Наявність порушень геоізоастазії приводитиме до виникнення сил, які прагнуть вирівняти ці неоднорідності, привести їх у відповідність з фігурою рівноваги. Як наслідок, у тектоносфері планети виникатимуть напруження. Маючи дані про величину порушення геоізоастазії у просторі та часі, можна оцінити величини напружень у тектоносфері, пов'язані з цими порушеннями.

Обертання Землі – найважливіша характеристика, що визначає параметри фігури рівноваги планети і є реальним джерелом енергії тектогенезу; при цьому витрати цієї енергії на тектонічні перебудови регулюються законами взаємодії нашої планети з фізичними полями Космосу, що її оточують і що приводять до варіацій її ротаційного режиму. Впродовж всієї історії досліджень в науках про Землю багато вчених (Дж. Дарвін, Є.В. Биханов, Б.П. Личков, М.В. Стівас, В.О. Цареградський, Г.Н. Каттерфельд, П.С. Воронов та ін.) надавали велике значення, а часто розглядали вплив космогонічних факторів як основну причину тектогенезу Землі. Математичне обґрунтування ролі даних факторів у тектогенезі виконувалося математиками А. Вероне, П. Аппелем, Л.С. Лейбензоном та ін. Інтерес до космогонічних факторів як причини тектонічних процесів то зростав, то зменшувався залежно від пануючого геологічного світогляду. Нині спостерігається явне відродження і розширення уявлень про вплив космогонічних факторів для побудови нової теорії Землі. Переконливим доказом цьому є як фундаментальні дослідження Ю.М. Авсюка, О.В. Доліцкого, К.Ф. Тяпкіна та ін., так і те, що вже стали чисельними доповіді з

даної тематики на провідних тектонічних і геофізичних конференціях (щорічних Тектонічних нарадах, МДУ; конференціях «Ядро Землі», ОІФЗ; конференції Європейського геофізичного союзу "EGU General Assembly" та ін.).

На фоні вже існуючих уявлень про механізми впливу космогонічних факторів на тектогенез Землі, з'являються роботи, виконані як з використанням засобів сучасної обчислювальної техніки, так із застосуванням нових фактичних даних (Ю.В. Баркін, І.О. Гарагаш, Л.О. Маслов, О.О. Мельников та ін.).

Виконаний у даному розділі аналіз стану проблеми та стислий огляд уявлень про природу напружено-деформованого стану тектоносфери, дозволили сформулювати такі висновки, що мають важливе значення при подальшому викладенні матеріалу.

– Ключовим питанням у задачі дослідження тектонічних напружень є первинний вибір моделі енергетичного джерела тектонічних процесів на Землі. При цьому обертання Землі можна і потрібно розглядати як одне з реальних джерел енергії тектогенезу.

– Рівноважний стан планети – геоізоастазія і його порушення, що базується на принципах мінімізації енергії і найменшої дії, визначають механізм виникнення напружень і відображують особливості протікання тектонічних процесів.

– Можна стверджувати, що ряд космічних факторів за певних умов можуть викликати накопичення в тектоносфері Землі значних напружень, достатніх для протікання процесів структуроутворення.

Розділ 2. Методика оцінки і поля напружень тектоносфери, обумовлені порушенням рівноважного стану Землі.

Відповідно до фундаментальних фізичних принципів у результаті порушення рівноважного стану Землі в її тектоносфері виникають механічні напруження, які є додатковими до літостатичних напружень, що визначаються вагою вищерозташованих порід.

Мета розділу – кількісне визначення поля напружень, обумовленого порушенням рівноважного стану Землі, що необхідне для оцінки ролі цих напружень у тектогенезі і геодинамічних явищах.

Для реалізації цієї мети в даному розділі:

а) викладено методику оцінки напружень тектоносфери, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі;

б) досліджено деформації земного еліпсоїда і поля напружень у тектоносфері, що виникають у результаті варіацій ротаційного режиму Землі, а саме зміни швидкості обертання і положення осі обертання в тілі планети;

в) проаналізовано структуру і природу аномалій геоїда і розраховано поля напружень у тектоносфері Землі, обумовлених впливом локальних густинних неоднорідностей;

г) досліджено деформації земного еліпсоїда і поля напружень у тектоносфері, що виникають під дією місячно-сонячних припливів.

Для визначення чисельних значень полів напружень у тектоносфері Землі використовувалися два варіанти фізичних моделей: 1) у вигляді однорідної

тонкої в'язко-пружної оболонки (реологічна модель – тіло Максвелла з в'язкістю $\eta=10^{24}$ Па·с, модулем Юнга $E=10^{11}$ Па и коефіцієнтом Пуассона $\nu=0,25$); 2) у вигляді товстостінної однорідної пружної оболонки (модуль Юнга $E=10^{11}$ Па, коефіцієнт Пуассона $\nu=0,25$).

Алгоритми розрахунку напружень, що використовуються в роботі, оснований на базових положеннях теорії пластин і оболонок.

Перша модель дозволяє обчислювати переважно напруження стиснення-розтягнення тектоносфери, обумовлені порушеннями рівноважного стану Землі, з урахуванням явищ релаксації напружень і повзучості речовини, що складає тектоносферу. Але за допомогою цієї моделі не можна одержати уявлення про величину і просторовий розподіл компонент сколюючих напружень, орієнтованих ортогонально до поверхні тонкої оболонки (далі сколюючі напруження). Друга модель надає таку можливість, але їй властивий інший недолік – одержані за її допомогою результати розрахунків напружень не враховують процеси релаксації напружень і повзучості речовини, що складає тектоносферу. При цьому якісний розподіл однакових компонент напружень у тектоносфері, обчислених за допомогою обох моделей, подібний, але їх чисельні значення дещо відрізняються між собою. Причому ця різниця зростає із збільшенням інтервалу часу накопичення напружень, що вивчаються. Кожний з розглянутих підходів має свої переваги і недоліки, при цьому ряд закономірностей розподілу полів напружень, одержаних у рамках товстостінної пружної оболонки, можна перенести на результати, розраховані для тонкої в'язко-пружної оболонки з урахуванням їх зміни в часі внаслідок процесів повзучості і релаксації.

Умовимося про необхідні для подальшого викладу найменування полів напружень, що розраховуються. Поля напружень, обумовлені варіаціями ротаційного режиму однорідного земного еліпсоїда будемо називати нормальними, а поля напружень, обумовлені локальними неоднорідностями в тектоносфері Землі, які виявляються у вигляді аномалій геоїда, – аномальними. За полями напружень, обумовленими місячно-сонячними припливами, збережемо назву, пов'язану з джерелом їх збудження. Нижче наведен перелік початкових даних, необхідних для вказаних розрахунків.

Вихідними даними для обчислення нормальних полів напружень у тектоносфері є закономірності варіацій кутової швидкості обертання Землі в часі і зміни положення осі обертання Землі в тілі планети (дрейф географічних полюсів). Використання непрямих і прямих даних, що свідчать про нестабільності обертання Землі, дозволяє: 1) говорити про наявність як вікових змін швидкості обертання і положень осі обертання в тілі Землі, так і короткоперіодних варіацій ротаційного режиму; 2) стверджувати, що дані зміни ротаційного режиму Землі визначаються складною сукупністю циклічних компонент з різними періодами; 3) оцінити чисельні значення зміни параметрів ротаційного режиму Землі, необхідні для розрахунків напружень (Н.С. Сидоренков, Earth Orientation Center).

При дослідженні напружень, зв'язаних з аномаліями геоїда, використовувалися дані експериментальних супутникових і наземних

гравіметричних спостережень. Для розрахунку аномальних напружень використовувалася цифрова модель аномалій геоїда, одержана в рамках проекту GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment). Для детальніших досліджень у роботі розроблений підхід, що дозволяє розраховувати високочастотні аномалії геоїда на основі аномалій сили тяжіння, одержаних при наземних гравіметричних дослідженнях. Даний підхід включає два етапи: 1) відновлення гравітаційного потенціалу на нульовому рівні за аномаліями сили тяжіння в редукції Фая, заданими на довільному рельєфі, з використанням методу апроксимації зовнішніх потенціальних геофізичних полів системою джерелотвірних функцій; 2) перехід від аномалій потенціалу до аномалій геоїда на основі рівняння Брунса.

Розрахунок напружень, зв'язаних з місячно-сонячними припливами, здійснювався для випадку фактичного положення Місяця і Сонця. Задача обчислення місячно-сонячної припливної дії складалася з двох етапів: визначення положення припливоутворюючого небесного тіла відносно точки спостереження; розрахунок припливного впливу в рамках статичної теорії припливів (П. Мельхіор).

Виконана в рамках даної роботи чисельна оцінка факторів, що призводять до порушення рівноважного стану Землі, дозволяє зробити ряд висновків, що представляють інтерес при гео- і сейсмотектонічних дослідженнях.

– При зміні швидкості обертання у верхній оболонці планети виникає осесиметричне поле напружень, яке має три зони стиснення–розтягнення, що граничать по широті $\approx \pm 35^\circ$; сколюючі напруження досягатимуть максимальних значень на широті $\approx \pm 45^\circ$. При прийнятому загасанні кутової швидкості обертання (збільшення доби $2 \cdot 10^{-5}$ с/рік) у тектоносфері діятиме постійне в часі поле напружень $\sim 10^5$ Па. Короткоперіодичні зміни тривалості доби на величину до 0,003 с приводять до виникнення напружень $\sim 10^2$ Па.

– При дрейфі осі обертання в двох квадрантах тектоносфери виникають зони стиснення, а в двох інших – розтягнення, що досягають максимальних значень для широти $\pm 45^\circ$ у площині дрейфу осі обертання; максимальні сколюючі напруження будуть приурочені до областей зчленування зон стиснення і розтягнення. Істотний вплив, разом з кутовим переміщенням осі обертання в тілі Землі, надає швидкість дрейфу; при швидкостях дрейфу $> 1.5\text{--}2,0$ град/млн років напруження досягнуть величини $\geq 10^7$ Па при кутовому переміщенні осі обертання Землі приблизно на $1\text{--}2^\circ$. Сумарні напруження від чандлеровських і річних зміщень географічного полюса досягають величини $\sim 10^3$ Па.

– З урахуванням того, що траєкторія дрейфу осі обертання Землі є складною кривою, матиме місце дрейф полів напружень, зв'язаних з нестабільностями обертання Землі.

– Величина напружень, обумовлених нестабільностями обертання Землі, зменшується з глибиною.

– Аномальні напруження, зв'язані з аномаліями геоїда, досягають величин порядку $10^4\text{--}10^6$ Па.

– Аномальні напруження відображають тектонічні процеси, що викликають порушення рівноважного стану та є істотною «добавкою» до нормального поля напружень.

– Місячно-сонячна припливна дія приводить до виникнення в тектоносфері напружень $\sim 10^4$ Па, при цьому напруження розтягнення в два рази перевищують напруження стиснення. Припускаючи збільшення відстані між Землею і Місяцем, можна стверджувати, що в геологічному минулому припливна дія з боку Місяця була значно більшою, ніж у сучасну епоху.

Розділ 3. Роль полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, в протіканні геотектонічних процесів.

Зважаючи на особливості просторово-часового розподілу і величини напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, стає явним, що вони повинні знаходити відображення в різномасштабних геотектонічних процесах.

Мета розділу – аналіз ролі полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, в протіканні геотектонічних процесів.

Для реалізації цієї мети в даному розділі:

а) розглянуто вплив нормальних полів ротаційних напружень на планетарні геотектонічні процеси;

б) досліджено відображення особливостей геотектонічної будови в полях напружень, зв'язаних з аномаліями геоїда;

в) проаналізовано роль полів напружень, обумовлених місячно-сонячними припливами, у процесах структуроутворення в осадовій товщі.

Характер нормальних полів ротаційних напружень дозволяє стверджувати, що вони визначатимуть протікання загальнопланетарних геотектонічних процесів. У роботі розглянуто роль цих напружень в природі планетарних епох тектоно-магматичної активності та світових трансгресій і регресій. Як показано вище, основний внесок в процеси структуроутворення тектоносфери вносять напруження, що виникають у результаті переміщення осі обертання відносно геоїда. Оскільки траєкторія переміщення полюса – це складна сукупність циклічних компонент з різними періодами, то аналіз особливостей поля напружень дозволяє розкрити роль циклічних компонент різного порядку в коливальному режимі еволюції геопроцесів. Результати розрахунку напружень дозволяють стверджувати, що максимальній швидкості переміщення полюса повинні відповідати періоди максимального накопичення напружень, розрядка яких при досягненні ними критичних значень, має приводити до тектонічних (точніше до тектоно-магматичних) активізацій Землі. Виконаний аналіз палеомагнітних даних (Global Paleomagnetic Database) дозволяє констатувати такий факт – у фанерозої досить чітко спостерігаються три інтервали часу, протягом яких має місце збільшення швидкості переміщення палеомагнітного полюса. Примітно, що вони відповідають трьом загальновідомим головним епохам тектонічних активізацій Землі у фанерозої: каледонській, герцинській і альпійській. Спеціальними дослідженнями доведено, що для інтервалів часу порядку 10^4 років середнє положення

магнітного полюса співпадає з положенням географічного (I. Hospers, A. Cox). Іншими словами, спостерігається синхронний взаємозв'язок між тектонічними активізаціями Землі і епохами збільшення швидкості переміщення осі обертання в тілі Землі.

Однією з найважливіших особливостей, виявлених нині, є збіг періодів тектонічної активності на Землі з певними космічними циклами (М.Ф. Балуховський, К.Ф. Тяпкін та ін.). Це є підтвердженням уявлень про те, що тектонічний розвиток Землі – результат її взаємодії з фізичними полями Космосу, що впливають на її ротаційний режим. Друга особливість тектонічних активізацій Землі полягає в тому, що, відбуваючись одночасно на Землі, вони мають різну інтенсивність прояву в різних її частинах. Ця особливість безпосередньо виходить з результатів аналізу полів ротаційних напружень і підтверджується фактичними геологічними даними. Саме цей факт часто приводить дослідників до висновку про відсутність планетарної циклічності тектонічних процесів.

З природою тектонічних активізацій тісно зв'язана і природа трансгресій і регресій. Аналіз фактичних кривих трансгресій і регресій, побудованих для різних регіонів планети, свідчить про певну спільність природи явищ тектоно-магматичних активізацій Землі і явищ трансгресій і регресій, тобто джерелом сил, під дією яких відбуваються обидві групи цих явищ, служить нормальне поле ротаційних напружень. Можна стверджувати, що конкретні прояви циклічності в седиментогенезі, тектогенезі, магматизмі і метаморфізмі взаємозв'язані. Крім того, встановлений взаємозв'язок геологічних і астрономічних циклів добре пояснюється особливостями дрейфу осі обертання в тілі Землі. Кількісна оцінка ефектів, обумовлених взаємодією Землі з фізичними полями Космосу, дозволяє зробити висновок про загальність причин цих явищ.

Переміщення блоків тектоносфери, які відбуваються під дією нормального поля напружень, приводять до формування густинних неоднорідностей, що знаходять відображення в аномаліях геоїда і також викликають порушення рівноважного стану Землі. Виникаючі при цьому напруження мають величину 10^4 – 10^6 Па. Особливості їх просторового розподілу є інтегральною характеристикою вторинних деформаційних процесів у тектоносфері. У дисертаційній роботі з позиції особливостей геотектонічної будови розглянуті поля напружень, зв'язані з аномаліями геоїда, які були розраховані для території Європи і, зокрема, України.

Комплексний аналіз механічних напружень, розрахованих за аномаліями геоїда (GRACE), моделей гіпсометрії поверхні Мохо і кристалічного фундаменту (Т.П. Єгорова), а також моделей швидкісних неоднорідностей у мантії, одержаних в ході сейсмотомаграфічних досліджень (H. Marquering, R. Snieder), дозволяє говорити про можливий сценарій розвитку геотектонічних процесів у блоковій тектоносфері Європи. У роботі доведено, що формування «різновікової» кори в межах Європи – це не односпрямований, а циклічний процес переробки докембрійських утворень. Результатом цього процесу в межах Західної Європи стало переміщення поверхні Мохо у напрямі денної поверхні. Виникле при цьому порушення рівноважного стану компенсується процесами,

що відбуваються у верхній мантії, а саме – формуванням за рахунок фазових переходів аномалій підвищеної густини під «товстою» корою і зниженої густини під «тонкою» корою, що знаходить відображення в особливостях сейсмотомографічних моделей. Особливості переміщення окремих блоків у межах даного регіону компенсуються локальною топографією поверхні Мохо – наявністю западин даної межі під гірськими системами Альп, Карпат, Кавказу, Уралу і підняття під западинами Північної Атлантики і Біскайської затоки, Західно-Середземноморського басейну і Тирренського моря, Північного моря, Чорного моря, Паннонської, Південно-Каспійської і Прикаспійської западин. Ще дрібніші в просторі порушення рівноважного стану, обумовлені переміщенням блоків, компенсуються магматичними утвореннями. Наприклад, базифікація кори в межах локальних негативних областей порушення рівноважного стану (Західна і Східна котловини Чорного моря, осьова частина Дніпровсько-Донецького авлакогену). Можна стверджувати, що тип механізму компенсації багато в чому залежить від просторових розмірів області порушення рівноважного стану, а сама компенсація є багатоактним процесом. На думку автора, механізми, що сьогодні широко використовуються дослідниками для пояснення природи переміщень блоків тектоносфери за рахунок фазових переходів, є не причиною цих переміщень, а наслідком реакції на зовнішнє силове поле, що викликає порушення рівноважного стану Землі.

Закономірності, встановлені для Європи в цілому, підтверджуються і в крупнішому масштабі для території України. Зіставлення регіональної складової поля напружень із сейсмотомографічною моделлю верхньої мантії України (В.С. Гейко, Т.О. Цветкова) підтверджує припущення про зв'язок областей стиснення з підйомом блоків тектоносфери і виникаючими при цьому поліморфними переходами типу базальт ↔ еклогіт або фазовими перетвореннями типу олівін ↔ шпінель, кварц ↔ коесит ↔ стішовіт, що призводять до виникнення неоднорідностей у верхній мантії. Як у планетарному масштабі, масштабі на рівні Європейського континенту, так і для території України простежується досить чітка кореляція між позитивними аномаліями геода певного частотного складу, зонами стиснення і зонами знижених швидкостей розповсюдження сейсмічних хвиль у верхній мантії.

Результати аналізу полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, можуть бути використані і при вирішенні питань геотектоніки стосовно конкретних тектонічних структур. У даній роботі як приклад такого роду досліджень розглянуті результати розрахунку полів напружень Чорноморського регіону. Обґрунтовується, що геотектонічна модель даного регіону, яка найкращим чином задовольняє розрахунковим полям напружень, така: Чорноморська западина (в її теперішньому вигляді) є молодою (пліоцен-четвертинною) структурою, що виникла в результаті субвертикального осідання блоків тектоносфери і що накладена на різні елементи більш древнього структурного плану. Заглиблення Чорноморської западини у зазначені періоди часу відбувалося без істотного розтягування земної кори, про що свідчать безперервність шарів опадів і відсутність нахилених блоків в осадках пліоцену і плейстоцену (Є.В. Артюшков). Осідання

блоків тектоносфери та їх подальша базифікація є тими факторами, що дозволяють у рамках моделі компенсації порушень рівноважного стану пояснити наявність «океанічної» кори в межах глибоководних западин Чорного моря. Дані процеси характерні для Західної і Східної котловин Чорного моря. Крім того, для всієї западини в цілому характерний підйом поверхні Мохо, обумовлений як процесами базифікації кори, так і фазовими переходами у верхній мантії, що також є відображенням процесів компенсації порушення рівноважного стану, який виник при заглибленні блоків Чорноморської западини.

На розглянуті вище поля напружень накладається силове поле і зв'язані з ним напруження, обумовлене місячно-сонячними припливами. І хоча величина цих напружень відносно невелика (10^4 Па) і не може розглядатися як самостійне джерело протікання геопроцесів, їх вібраційна дія на тектоносферу в сукупності з іншими полями напружень, без будь-якого сумніву, істотно впливає на геологічне середовище. Участь місячно-сонячних припливів у процесі структуроутворення, головним чином, позначається на формуванні зон дезінтеграції в осадовій товщі над розломами кристалічного фундаменту. У геологічних масштабах часу припливні деформації можна розглядати як високочастотні вібрації. Найбільш істотний вплив місячно-сонячних припливів у зонах розломів – на межах блоків тектоносфери, для яких характерні високі градієнти приливних деформацій. У результаті над розломом фундаменту виникає стовп порід осадової товщі, що характеризується підвищеною тріщинуватістю, а отже, і значно меншими властивостями міцності. Наведено приклади вивчення таких зон геофізичними методами.

Проведене в даному розділі зіставлення результатів кількісної оцінки факторів, що призводять до порушення рівноважного стану Землі, із закономірностями протікання ряду геопроцесів дозволяє зробити такі висновки.

– Геотектонічні процеси – це не односпрямовані, а циклічні явища. Прояви циклічності в седиментогенезі, тектогенезі, магматизмі і метаморфізмі взаємозв'язані. Упевнено встановлюваний взаємозв'язок геологічних і астрономічних циклів, а також кількісна оцінка ефектів, обумовлених взаємодією Землі з фізичними полями Космосу, дозволяють зробити висновок про загальність причин цих явищ.

– Фізичні поля, які реєструються на земній поверхні, зокрема, аномалії геоїда і зв'язані з ними напруження, відображають особливості протікання геотектонічних процесів у блокувій тектоносфері під дією нормального поля напружень.

– Використання інформації про поля напружень, обумовлені порушенням рівноважного стану, що розраховані по аномаліях геоїда, дозволяє підвищити змістовність геотектонічних побудов.

– У процесі структуроутворення разом з глобальним полем напружень бере участь і високочастотне поле напружень, обумовлене місячно-сонячними припливами, зокрема, при утворенні структур осадової товщі. Результатом впливу цих напружень є виникнення в осадовій товщі над розломом фундаменту вертикальної області дезінтеграції порід.

Розділ 4. Просторово-часовий зв'язок сейсмічності з напруженнями, обумовленими порушенням рівноважного стану Землі.

Прагнення нашої планети прийняти рівноважний стан, відповідний фігурі рівноваги неоднорідної за радіусом рідини, що обертається, є реальним джерелом енергії тектонічних процесів, які відбуваються на Землі зараз і що протікали в геологічному минулому. В результаті прагнення до рівноважного стану, в тектоносфері Землі виникають механічні напруження, чисельна оцінка яких наведена у другому розділі. Як у будь-якому реальному середовищі, в тектоносфері відбуватимуться процеси, спрямовані на усунення цих напружень. До них можна віднести як процеси релаксації напружень, зв'язані з непружними властивостями середовища на молекулярному рівні, так і розрядку напружень за рахунок тектонічних процесів. Особливу роль серед останніх займає процес зняття напружень при землетрусах.

Мета розділу – аналіз ролі полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, при дослідженні природи і особливостей просторово-часового розподілу сейсмічних подій у рамках розломно-блокової моделі тектоносфери.

Для реалізації цієї мети в даному розділі:

а) розглянуто відображення особливостей планетарної сейсмічності в полях напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі;

б) проаналізовано поля напружень, обумовлені порушенням рівноважного стану, і побудовано моделі сейсмогенеруючих структур півдня і південного заходу України;

в) на прикладі сейсмічності Криму досліджено вплив місячно-сонячних припливів на сейсмічну активність;

г) з позиції порушення рівноважного стану Землі пояснено фізичну природу цунамі.

Сьогодні найчастіше для пояснення особливостей географічного розташування сейсмічно активних поясів Землі використовується гіпотеза літосферних плит, у рамках якої дані зони зв'язують з конвергентними і дивергентними межами плит.

У той же час, механічні напруження, зв'язані з варіаціями ротаційного режиму, в першу чергу з віковим дрейфом географічних полюсів, не можуть не знаходити відображення в сейсмічності планети. Беручи до уваги поступальний дрейф північного географічного полюса у напрямі $70-75^\circ$ З.Д., який спостерігається за останні 100 років, і результати кількісної оцінки напружень, можна стверджувати, що для сучасної епохи аномалії інтенсивних сколюючих напружень, викликані цим фактором, «оконтурюють» Тихоокеанський активний пояс, в межах якого виділяється більше 80 % сейсмічної енергії планети. При цьому максимальні сколюючі напруження матимуть місце в областях, географічно віднесених до Індонезійського регіону, регіону Карибського моря і Центральної Америки та полярних областей. Важливо розуміти, що дані напруження є «миттєвим зліпком» змінного в часі поля напружень, обумовленого варіаціями ротаційного режиму. Істотні переміщення

осі обертання в тілі планети приводитимуть не тільки до виникнення напружень, а й до зміни просторового положення сейсмічно активних поясів.

Нині проведені дослідження (H.S. Liu, D.L. Anderson), де припускається зв'язок природи ротаційного і конвективного режимів планети, згідно з яким утворення розломів і переміщення блоків під дією ротаційних факторів здатне змінити тензор інерції планети та привести до нового епізоду міграції полюсів і до нової перебудови меж літосферних плит.

Із залученням ротаційних факторів можливе і пояснення широтної зональності сейсмічності Землі в межах сейсмоактивних поясів. У ході даних досліджень на основі каталогу National Earthquake Information Center був виконаний аналіз залежності сумарної енергії сейсмічних подій від широти, що відбулися за 1973 – 2003 рр. Найбільша сейсмічна енергія виділяється в екваторіальній зоні ($\pm 20^\circ$), підвищеними значеннями характеризуються північні і південні зони для широт більше $\pm 60^\circ$. Для широт $\pm 35 - 45^\circ$ також відзначається дещо підвищена сейсмічність.

При аналізі модельних полів напружень встановлено, що обидві гілки Тихоокеанського сейсмічно активного поясу в екваторіальній частині перетинають зони аномально високих сколюючих напружень, обумовлених поступальним переміщенням полюсів. А саме для екваторіальних областей відзначається найбільша сейсмічна активність. Підвищена сейсмічність характерна і для високих широт даних сейсмоактивних зон. Відносно підвищена сейсмічність зон, обмежених широтами $\pm 35 - 45^\circ$, може бути пояснена напруженнями, обумовленими загасанням швидкості обертання Землі.

Усі розрахунки, отримані в даній роботі, виконувалися в рамках ізотропної моделі тектоносфери. Для коректнішого пояснення зв'язку ротаційних полів напружень з розподілом сейсмічних подій у межах сейсмоактивних поясів необхідне виконання розрахунків для моделей, порушених тріщинами, з урахуванням блокової будови тектоносфери. Проте це може виявитися складною задачею, оскільки дуже проблематично врахувати всі можливі взаємодії між блоками тектоносфери під дією нормального поля напружень. Розв'язати цю проблему дозволяє аналіз аномальних полів напружень, зв'язаних з аномаліями геоїда. Як доведено в роботі, ці напруження виникають при порушенні рівноважного стану Землі в результаті взаємного переміщення блоків тектоносфери під дією зовнішньої силової дії.

Зіставлення сейсмічної енергії, розрахованої у змінному в просторі вікні за матеріалами каталогу сейсмічних подій National Earthquake Information Center за період з 1973 по 2003 р., з енергією пружних деформацій, розрахунок якої не складає труднощів на основі елементів тензора аномальних напружень, підтверджує таку тезу: існує тісний зв'язок між сейсмічною енергією, що виділилася, і енергією пружних деформацій, обумовленою аномальним полем напружень; у цих напруженнях знаходять відображення геопроцеси у верхніх оболонках планети, багато в чому відповідаючи за сейсмічність тектоносфери.

Детальніші дослідження щодо вивчення зв'язку сейсмічних подій з напруженнями, обумовленими порушенням рівноважного стану Землі, виконувалися для сейсмогенних структур півдня і південного заходу України:

зони зчленування Східних і Південних Карпат (зони Вранча) та Кримського сейсмоактивного сегмента. Для цих регіонів виконаний аналіз порушень рівноважного стану і зв'язаних з ними полів напружень у рамках блокової моделі тектоносфери. В обох випадках сейсмічні події віднесені до меж блоків, яким відповідають густинні межі. Розрахунок на основі аномалій сили тяжіння в редукції Буге куба густини для даних регіонів і побудова вертикальних розрізів підтверджують дане твердження. У той же час мають місце і принципові відмінності: 1) для Кримського сегмента аномалії Фая, Буге і рельєф якісно ідентичні, тоді як для зони Вранча вид аномалії Буге принципово відрізняється від схожих між собою аномалій Фая і рельєфу; 2) глибини проникнення в тектоносферу вертикальних густинних меж різні і добре узгоджуються із спостережуваною сейсмічністю.

На думку автора, дані факти є переконливим доказом відмінності природи цих двох сейсмогенних зон. У попередньому розділі дисертації доведено, що Чорноморська западина є "накладеною" структурою, яка виникла в результаті осідання блоків тектоносфери під дією ізометричної аномалії розтягуючих напружень. Кримський сейсмогенний сегмент є фрагментом північної межі Чорноморської западини, уздовж якої відбувається осідання її блоків. У цьому випадку дійсно аномалії Фая, Буге і рельєф будуть якісно схожими. Відносно Карпат ситуація інша: під дією стискуючих напружень, що знаходять відображення в регіональному полі геоізо статичних напружень, виникли блокові підняття і відбулося формування покривів, до східної межі цих піднять і віднесена зона Вранча.

Виникає питання: чому, незважаючи на те, що для всього Карпатського регіону і всієї північної границі Чорноморської западини характерні аномалії інтенсивних напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану, і підвищена сейсмічність, основна сейсмічна енергія виділяється у відносно локальних зонах? Даний факт також знаходить пояснення в рамках блокової моделі тектоносфери. Якщо ми звернемося до найбільш цитованої на сьогодні схеми глибинної будови тектоносфери України (В.Б. Соллогуб), то побачимо, що територію України перетинають три мантійних розломи північно-східного простягання. Два з них перетинають Карпати і Крим, саме у вузлах перетину ними аномалій напружень і відбуваються основні сейсмічні події. В зоні перетину третього (центрального) мантійного розлому з межею зчленування Східноєвропейської платформи і Скіфської плити, якій також відповідають аномальні значення геоізо статичних напружень, знаходиться область підвищеної сейсмічності північно-західного шельфу Чорного моря, розташована на схід від о. Зміїний. Характерною особливістю, підтверджуючою важливу роль впливу даних розломів на сейсмічність цих регіонів, є витягнутість скупчень епіцентрів землетрусів у межах усіх перелічених областей у північно-східному напрямі. У рамках блокової моделі тектоносфери і лінеаментно-доменно-фрактальної моделі джерел землетрусів (В.І. Уломов) цей факт знаходить достатньо повне пояснення.

У роботі показаний зв'язок епіцентрів землетрусів з аномаліями поля напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану, розрахованого на

основі супутникових гравіметричних даних. Для детальнішого вивчення напруженого стану і внутрішньої структури сейсмоактивних сегментів Карпат і Криму був виконаний розрахунок та проведений аналіз напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану, за наземними гравіметричними даними. Побудови виконувалися на основі результатів гравіметричної зйомки в масштабі 1:200000. Можна стверджувати, що в напруженнях, обумовлених порушенням рівноважного стану, знаходять відображення елементи, які є тектонічною основою сейсмогенеруючих структур. Саме з цими напруженнями, а фактично з межами блоків, пов'язана більшість сейсмічних подій. У цілому сейсмічність даних регіонів визначається вузлами перетину розломних зон; особливості розташування землетрусів у даних зонах і механізми корових землетрусів визначаються межами взаємодії їх окремих фрагментів – тектонічних блоків меншого порядку. Дані моделі не тільки не суперечать, а й істотно доповнюють незалежні побудови, виконані різними авторами (Б.Г. Пустовітенко, В.М. Тростников, Л.С. Борисенко та ін.).

Одним із факторів, що постійно впливає на планету, є припливна дія, в першу чергу, Місяці і Сонця. Питання про вплив місячно-сонячних припливів на геодинамічні явища має півторабікову історію і дотепер не має однозначної відповіді. Незважаючи на те, що величина даних напружень на декілька порядків менше напружень, необхідних для розвитку сейсмічного процесу, їх періодичність і швидкість накопичення дозволяють розглядати місячно-сонячні припливи як «тектонічний вібратор» (Н.А. Шило, Ю.Я. Вацилов), що діє як «спусковий крючок» – тригерний механізм. Розглядаючи місячно-сонячні припливи як «тектонічний вібратор» і враховуючи величини виникаючих напружень, аналіз взаємозв'язку геодинамічних явищ з миттєвими значеннями припливних напружень виявляється недостатнім. Необхідний розрахунок і аналіз інтегральних характеристик, що визначають дію даного «тектонічного вібратора» протягом значних проміжків часу. На думку автора, однією з таких характеристик може стати сума середньодобових напружень, а беручи до уваги, що переміщення блоків тектоносфери і зв'язані з ними сейсмічні процеси обумовлені дотичними напруженнями, – сума середньодобових максимальних сколюючих напружень. Разом з величиною припливних сколюючих напружень, важливе значення має орієнтування площадки, на якій ці напруження діють. Природно чекати, що азимути площадок змінюватимуться в часі згідно зі зміною положення Місяця і Сонця відносно точки на земній поверхні. При цьому, якщо на території дослідження є зона порушення суцільності середовища, то очевидно, що найбільше на геодинамічні процеси будуть впливати сколюючі напруження, азимути площадок дії яких співпадають або близькі до азимута зони порушення суцільності.

У даній роботі виконаний аналіз зв'язку землетрусів Криму (664 сейсмічних подій, що відбулися протягом 1962 – 1989 рр.), з припливними напруженнями, розрахованими в інтервалі часу з 1960 по 1991 р. При проведенні даних досліджень виконувалася азимутна селекція сколюючих напружень. У процесі аналізу були задіяні сколюючі напруження, азимути площадок яких за даний проміжок часу знаходилися в інтервалі 20–50°,

оскільки саме в цей діапазон азимутів попадає найбільш сейсмогенна зона Кримського регіону. Для вивчення інтегральних характеристик місячно-сонячної припливної дії протягом значних проміжків часу був виконаний розрахунок кривої суми середньодобових максимальних сколюючих напружень за сидеричний місяць. У спектрі кривої суми середньодобових максимальних сколюючих напружень за сидеричний місяць після азимутної фільтрації спостерігається чотири максимуми, відповідні гармонікам з періодом рік, півроку, чотири місяці і три місяці. Надалі для території Кримського регіону вивчалася крива числа сейсмічних подій з 1962 по 1989 р., що відбулися протягом сидеричного місяця. Характерно, що в амплітудному спектрі проявляються чотири основних максимуми, відповідні періодам максимумів в амплітудному спектрі кривої припливних дотичних напружень після азимутної селекції. При цьому співвідношення амплітуд максимумів у спектрі кривої числа землетрусів близьке до співвідношення амплітуд максимумів у спектрі кривої припливних сколюючих напружень після азимутної селекції. Подібні закономірності дозволяють стверджувати про істотний вплив припливної вібродії як тригерного механізму при виникненні землетрусу. Крім того, стає очевидною необхідність урахування особливостей тектонічної будови території дослідження, для якої виконується аналіз взаємозв'язку геодинамічних процесів з місячно-сонячними припливами.

У рамках моделі компенсації порушення рівноважного стану Землі, що виникає при землетрусах в океані, розглянуто, яку роль відіграють гідросфера і атмосфера в цьому процесі. Доведено, що частково рівноважний стан досягається шляхом спрямованого переміщення водних і повітряних мас. Очевидно, що вплив атмосфери в цьому процесі значно менший, ніж водної оболонки. Ці переміщення у ряді випадків можуть викликати хвилі цунамі і супутні їм ураганні вітри. Обґрунтовано, що в рамках даної моделі, виникненню цунамі повинен задовольняти ряд умов, найважливішим з яких є наступне: тектонічні переміщення океанського дна повинні мати значну вертикальну компоненту, оскільки саме вертикальне переміщення блоків призводять до порушення рівноважного стану Землі. Як наслідок, одним з найважливіших питань при вивченні і прогнозуванні цунамі є дослідження механізмів землетрусів. У даний час розроблені підходи щодо вивчення механізму землетрусу на основі аналізу перших вступів сейсмічних хвиль у записах сейсмічних станцій. Однак питання прогнозування можливих місць землетрусів з певним механізмом залишається відкритим. Дані дослідження можливі на основі аналізу полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі. Як приклад подібного роду досліджень, у дисертаційній роботі розглянуто декілька сейсмічних подій в океані, де сильні землетруси викликали цунамі (isl. Sumatra, 26.12.2004, 28.03.2005) і де цунамі відсутні (isl. Macquarie, 23.12.2004).

Показано можливість використання інформації про напруження, розраховані за супутниковими і наземними гравіметричними даними, при цунамігенному районуванні – прогнозуванні місця виникнення землетрусів в океані з певним механізмом.

Розглянуті в даному розділі питання про просторово-часовий зв'язок сейсмічності з напруженнями, обумовленими порушенням рівноважного стану Землі, дозволяють зробити такі висновки.

– Порушення рівноважного стану Землі, обумовлені космогонічними факторами і вторинними деформаційними процесами в розломно-блоковій тектоносфері, знаходять відображення в просторових особливостях розподілу сейсмічності планети.

– У напруженнях, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, знаходять відображення елементи, що є тектонічною основою сейсмогенеруючих структур. Саме з цими напруженнями, а фактично з межами блоків, пов'язана більшість сейсмічних подій. У цілому сейсмічність визначається вузлами перетину розломних зон; особливості розташування землетрусів в межах даних зон і механізми землетрусів визначаються взаємодією їх окремих фрагментів – тектонічних блоків меншого порядку.

– Припливна вібродія Місяця і Сонця істотно впливає (як тригерний механізм) на виникнення землетрусів. Очевидна необхідність урахування особливостей тектонічної будови території дослідження, для якої виконується аналіз взаємозв'язку геодинамічних процесів з місячно-сонячними припливами.

– Порушення рівноважного стану в результаті землетрусу в океані частково відновлюються переміщенням мас води, а частково – повітряних мас. Результатом цього процесу є виникнення цунамі та ураганних вітрів.

Розділ 5. Відображення тектоніки і геодинаміки Донбасу в полях напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі.

Більш ніж двохсотрічна історія геологічного вивчення Донецького басейну дозволяє стверджувати, що Донбас – одна з найкраще вивчених геотектонічних структур (О.Д. Архангельський, М.С. Шатський, О.П. Карпінський, О.З. Широков, В.С. Попов, М.Л. Левенштейн, В.Є. Забігайло, Ю.М. Нагорний, В.М. Нагорний, Б.С. Панов, В.В. Лукінов, В.О. Корчемагін, В.Ф. Приходченко, Л.І. Пімоненко та ін.), а це дозволяє розглядати даний регіон як полігон для перевірки різних геотектонічних концепцій, моделей формування осадових басейнів, що зазнали інверсію тектонічного режиму, методик аналізу геолого-геофізичних даних та ін. З другого боку, Донбас є найбільшим вугільним басейном, де в значних обсягах видобуваються корисні копалини, при цьому вивчення і прогноз гірничо-геологічних умов є найважливішою прикладною задачею наук про Землю.

Мета розділу – аналіз полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, при дослідженні природи і механізмів еволюції Донбасу в рамках розломно-блокової моделі тектоносфери.

Для реалізації цієї мети в даному розділі:

а) проаналізовано зв'язок порушень рівноважного стану Землі і обумовлених ними полів напружень з тектонікою, глибинною будовою та еволюцією Донбасу;

б) обґрунтовано природу регіональної зональності динамічних явищ у шахтах і її зв'язок з полем напружень, обумовленим порушенням рівноважного стану Землі;

в) запропоновано методику оцінки напружено-деформованого стану осадових товщ на основі структурно-швидкісних моделей за даними сейсморозвідки.

Для території Донбасу розрахунки величин полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, виконувалися на основі матеріалів наземної гравіметричної зйомки в масштабі 1:200000. При зіставленні поля напружень з особливостями тектонічної будови Приазовського блоку Українського Щита і зони його зчленування з Донбасом можна зробити висновок, що більшість блоків кристалічного фундаменту виявляється в аномаліях суми нормальних напружень (аномалії стиснення–розтягнення). Важливо відзначити, що великі геотектонічні межі, наприклад, межа складчастого Донбасу і Дніпровсько-Донецької западини, відбиваються як в напруженнях стиснення-розтягання, так і в аномаліях інтенсивних сколюючих напружень. Імовірно за все, в даних напруженнях знаходять відображення процеси, зв'язані з герцинською і альпійською епохами тектонічної активності – періодами інтенсивного стиснення Донбасу. Глобальне стиснення у зазначені епохи, в умовах блокового середовища, трансформується у вертикальні рухи, що сприяють виникненню «клавішних» переміщень окремих блоків або груп блоків фундаменту. Саме ці рухи, на думку автора, і визначають особливості тектоніки і геодинаміки регіону досліджень. Важливо відзначити, що «клавішні» осідання–підняття блоків фундаменту мали місце не тільки в період інверсії тектонічного режиму, але і на стадії заглиблення басейну і активного осадконакопичення. Для детальнішого аналізу особливостей тектонічної будови фундаменту і його ролі у формуванні структур осадової товщі на основі розрахованих величин напружень була побудована блокова модель фундаменту. При дослідженні розломно-блокової структури кристалічного фундаменту Донецького басейну, що знаходить відображення в полі напружень, обумовленому порушенням рівноважного стану Землі, застосовувалася технологія, яка базується на виділенні та аналізі геофізичних ознак розломів (К.Ф. Тяпкін). Характерною особливістю щодо застосування даної технології в дисертаційній роботі є використання як вихідні дані інформації про напруження тектоносфери, обумовлені порушенням рівноважного стану. В результаті лінеаментного аналізу було встановлено шість систем лінійних елементів, які мають достатньо чітко виявлені азимути простягання: 0 і 270°, 17 і 287°, 35 і 305°, 45 і 315°, 62 і 332°, 77 і 347°. Особливістю для кожної системи лінеаментів є їх еквідистантне розташування, з переважаючою відстанню між групами лінеаментів ≈ 70 км.

Зіставлення виділених меж блоків кристалічного фундаменту з основними плікативними і диз'юнктивними структурами осадової товщі Донбасу дозволяє стверджувати, що всі вони контролюються розломами фундаменту і їх генезис тісно зв'язаний з переміщеннями блоків кристалічної основи. Запропоновано

модель, що пояснює особливості зональності плікативної і диз'юнктивної тектоніки осадової товщі Донбасу.

Дослідження механізмів деформації осадової товщі викликають інтерес не тільки при вирішенні фундаментальних задач геотектоніки, але і дозволяють сформулювати нові підходи при прогнозуванні гірничо-геологічних умов розробки вугільних родовищ, зокрема, дослідження природних факторів виникнення динамічних явищ у гірничих виробках.

Однієї з найважливіших характеристик, яка визначає роль геологічного фактора у виникненні динамічних явищ у гірничих виробках, є тектонічні напруження. В дійсності природна компонента механізму динамічних явищ у гірничих виробках багато в чому аналогічна механізму виникнення землетрусів. При цьому тип динамічного явища визначається властивостями самого масиву. Важливу роль у підтримці значного рівня сучасних тектонічних напружень відіграє неотектонічна активність у межах тієї або іншої території. У зв'язку з цим однією з актуальних задач у дослідженні геологічних причин виникнення динамічних явищ у гірничих виробках є прогноз геодинамічно активних зон. Власне ідея дослідження зональності динамічних явищ у межах Донбасу із застосуванням інформації про неотектонічну активність не є новою (Г.О. Коньков, В.С. Вереда, В.О. Привалов та ін.). Автор роботи також дотримується думки, що динамічні явища у гірничих виробках приурочені до геодинамічно активних зон тектоносфери. У попередньому розділі було доведено, що геодинамічно активні зони тектоносфери виявляються в аномаліях напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі. У першу чергу такі зони, за умови достатності величини діючих у них напружень, проявляють себе як сейсмічно активні. Робочою гіпотезою при прогнозуванні регіональних зон розвитку динамічних явищ у гірничих виробках може стати таке твердження: регіональні зони розвитку динамічних явищ визначаються ступенем деформаційних процесів, що протікають в осадовій товщі, які в свою чергу знаходять відображення в локальній складовій поля напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі.

На основі розрахованих величин напружень у роботі побудована прогнозна схема регіональних зон розвитку динамічних явищ для більшої території Донбасу. Зіставлення виділених зон з локалізованими межами блоків фундаменту дозволяє стверджувати, що ключову роль в їх генезисі відіграють переміщення блоків кристалічної основи, які відбувалися в геологічному минулому і які спостерігаються нині.

У ході даних досліджень більш детально було виконано зіставлення розрахованих полів напружень з газодинамічними явищами, що відбулися при видобутку вугілля пластів m_3 , l_4 , l_1 і k_8 на шахті ім. О.Ф. Засядька. На першому етапі було проведено зіставлення газодинамічних явищ, що відбулися при видобутку вугілля пластів m_3 , l_4 , l_1 і k_8 , з локальними напруженнями, розрахованими за матеріалами наземної гравіметричної зйомки. Більшість явищ віднесено до аномалії інтенсивних сколюючих напружень. Із цією ж аномалією зв'язана і більшість зон скупчення метану, які прогнозуються комплексом незалежних методів. На другому етапі для детальнішого аналізу деформаційних

процесів у осадовій товщі в межах шахтного поля був виконаний тренд-аналіз поверхні вугільного пласта m_3 , в ході якого була одержана схема локальної складчастості, що ускладнює залягання даного пласта. Ця схема являє собою різницю поверхні пласта та апроксимуючої його поверхні, що є поліномом третього порядку. Зіставляючи схему локальних складок з динамічними явищами і прогнозними зонами скупчення метану, видно, що їх більшість віднесена до градієнтної зони локальних складок, природа якої тісно зв'язана з процесами, що знаходять відображення в аномаліях інтенсивних локальних сколюючих напружень. Встановлені в межах поля шахти ім. О.Ф. Засядька закономірності підтверджують зроблені раніше припущення про зв'язок певних складових поля напружень, обумовленого порушенням рівноважного стану, з деформаційними процесами, що протікають в осадовій товщі і відображені в напруженнях зон розвитку динамічних явищ.

Процеси деформації осадової товщі викликають великий інтерес при вирішенні задач прикладної геології на етапах пошуків, розвідки і розробки родовищ корисних копалин. Останніми роками неодноразово обговорювалося питання про геомеханічне моделювання і оцінку напружено-деформованого стану при вирішенні задач нафтогазової і вугільної геології (В.О. Каледін, К.О. Клещев, Є.О. Козлов, Б.П. Сибіряков, А. Ненк та ін.).

У дисертації запропонований підхід, що дозволяє на основі структурно-швидкісних моделей за даними сейсмозвідки в рамках пружної ізотропної моделі середовища оцінювати напруження, зв'язані з деформаційними процесами в осадовій товщі. Для розрахунку напружено-деформованого стану геологічного середовища застосовується метод кінцевих елементів у формі методу переміщень (МКЕ). З метою зниження обчислювальних витрат використовуються багатосіткові варіанти МКЕ (О.О. Бобильов). Успішне використання даної методики при побудові схем аномальної флюїдодинаміки, районування колекторів щодо збільшення фільтраційно-ємкісних властивостей, прогнозуванні зон підвищеної тріщинуватості в умовах Дніпровсько-Донецької западини і Західного Сибіру дає можливість стверджувати, що використання інформації про напружено-деформований стан як додаткового критерію дозволить підвищити достовірність і геологічну змістовність широкого кола задач розвідки і експлуатації нафтових і газових родовищ.

Розглянуті в даному розділі підходи оцінки напружень і досвід їх використання у вивченні тектоніки і геодинаміки дозволяють зробити такі висновки.

– Дослідження механічних напружень геологічного середовища, зв'язаних з порушенням рівноважного стану Землі, є важливим елементом в визначенні природи і особливостей дії сил, що привели до даного розподілу фізичних властивостей у тектоносфері і зв'язаним з ними аномальними фізичними полями, а це дозволяє перейти від статичних моделей земної кори і верхньої мантії до динамічних моделей.

– Напруження, обумовлені порушенням рівноважного стану Землі, дозволяють виділяти у вуглепородному масиві регіональні геодинамічно активні зони, до яких віднесені динамічні явища в шахтах.

– Разом з фундаментальними дослідженнями, інформація про напружено-деформований стан дозволяє вирішувати актуальні прикладні задачі нафтогазової і вугільної геології, а саме: оконтурювання зон розвитку підвищеної тріщинуватості і малоамплітудної тектоніки, прогнозування ймовірних напрямів природної міграції вуглеводнів; дослідження зміни ємкісних властивостей колекторів, а також будувати моделі формування і розвитку пасток вуглеводнів у складних геологічних умовах, прогнозувати зони АВПТ та ін.

ВИСНОВКИ

Дисертація являє собою закінчену науково-дослідну роботу, в ході виконання якої автором на основі кількісної оцінки полів механічних напружень вирішена проблема ролі факторів, що викликають порушення рівноважного стану Землі, а саме: нестабільності ротаційного режиму планети, місячно-сонячні приливи, аномалії геоїда. Проаналізовано їх вплив на протікання геотектонічних і геодинамічних процесів.

Основні результати, що мають фундаментальне і прикладне значення.

– Розроблено алгоритми і виконано кількісну оцінку полів напружень, обумовлених різними факторами, що призводять до порушення рівноважного стану Землі.

– Обґрунтовано роль полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, у протіканні геотектонічних процесів з врахуванням основних вимог, що ставляться до геотектонічних гіпотез.

– Встановлено зв'язок полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, з особливостями просторово-часового розподілу сейсмічних подій у рамках розломно-блокової моделі тектоносфери.

– Доведено можливість реконструкції з використанням інформації про поля напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, а також можливої природи і механізмів еволюції осадових басейнів у рамках розломно-блокової моделі тектоносфери (на прикладі Донецького басейну).

Найважливішими висновками, одержаними в даній роботі, є такі.

– Величини механічних напружень, які обумовлені порушеннями рівноважного стану Землі внаслідок впливу різних факторів, розподіляються таким чином: віковій дрейф осі обертання в тілі Землі ($>10^7$ Па); вікове загасання швидкості обертання Землі (10^5 Па); місячно-сонячні припливи (10^4 Па); чандлеровські і річні коливання полюса (10^3 Па) і короткоперіодичні варіації швидкості обертання (10^2 Па). Дані поля напружень ускладнені аномальними напруженнями (10^4 – 10^6 Па), зв'язаними з аномаліями геоїда, обумовленими вторинними деформаційними процесами.

– Просторово-часові особливості полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі, та їх зіставлення з фактичними геологічними даними дозволяють стверджувати: циклічності в седиментогенезі, тектогенезі, магматизмі і метаморфізмі мають загальну природу і обумовлені нормальним полем ротаційних напружень; напруження, зв'язані з аномаліями

геоїда, відображають особливості протікання геотектонічних процесів у блоковій тектоносфері під дією нормального поля напружень; певну роль у процесі структуроутворення відіграє поле напружень, обумовлене місячно-сонячними припливами.

– Поля напружень, обумовлені порушенням рівноважного стану Землі, є важливим прогностичним критерієм при геотектонічних і геодинамічних побудовах; їх використання відкриває нові можливості в прогнозуванні землетрусів, гірничих ударів, раптових викидів та інших небезпечних явищ.

Формулювання даних висновків стало можливим в ході вирішення задач, виконаних автором вперше, а саме: у рамках єдиної моделі механізму порушення рівноважного стану Землі виконано кількісну оцінку напружень, що виникають при цьому в тектоносфері; оцінка ефектів, обумовлених взаємодією Землі з фізичними полями Космосу, а також упевнено встановлюваний взаємозв'язок геологічних і астрономічних циклів, дозволяє зробити кількісний висновок про спільність причин циклічності в седиментогенезі, тектогенезі, магматизмі і метаморфізмі; показано, що напруження, зв'язані з аномаліями геоїда, відображають особливості протікання геотектонічних процесів у блоковій тектоносфері; обґрунтовано, що використання інформації про напруження, обумовлені порушенням рівноважного стану Землі, розраховані по аномаліях геоїда, дозволяє підвищити змістовність тектонічних побудов; обґрунтовано механізми участі в процесі структуроутворення височастотного поля напружень, обумовленого місячно-сонячними припливами; показано, що порушення рівноважного стану Землі знаходять відображення в просторових особливостях розподілу сейсмічності планети; встановлено, що в напруженнях, обумовлених порушенням рівноважного стану, знаходять відображення елементи, які є тектонічною основою сейсмогенеруючих структур; доведено, що інформацію про напруження тектоносфери, обумовлені порушенням рівноважного стану Землі, можна і потрібно використовувати при різномасштабних сеймотектонічних дослідженнях; підтверджено, що припливна вібродія Місяця і Сонця істотно впливає (як тригерний механізм) на виникнення землетрусів; встановлено механізм виникнення цунамі в рамках моделі порушення рівноважного стану; показано, що дослідження напружень, пов'язаних з порушенням рівноважного стану Землі, є важливим елементом у з'ясуванні природи і особливостей дії сил, які обумовлюють тектонічні процеси, а це дозволяє перейти від статичних моделей земної кори і верхньої мантії до динамічних моделей; відзначено, що, як і у випадку із сейсмічністю, дані про напруження, обумовлені порушенням рівноважного стану, дозволяють виділяти у вуглепородному масиві регіональні геодинамічно активні зони, до яких віднесено динамічні явища в шахтах; запропоновано підхід, який дозволяє на основі структурно-швидкісних моделей за даними сейморозвідки виконувати оцінку напружень, зв'язаних з деформаційними процесами в осадовій товщі.

Розроблені в дисертаційній роботі підходи вивчення напружено-деформованого стану геологічного середовища на основі геофізичних даних, мають самостійне значення і використовуються в науково-дослідних і виробничих організаціях України.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Тяпкин К.Ф. Новая ротационная гипотеза структурообразования и ее геолого-математическое обоснование: монография / К.Ф. Тяпкин, **М.М. Довбнич** – Донецк: Ноулидж, 2009. – 342 с. – ISBN 978-966-1571-13-9.
2. Моделювання геотехнічних систем: монографія / Г.Г. Півняк, О.М. Шашенко, О.О. Сдвижкова, Б.С. Бусигін, В.В. Соболев, І.Л. Гуменік, Д.В. Рудаков, **М.М. Довбнич**; за заг. ред. Г.Г. Півняка. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2009. – 252 с. – ISBN 978-966-350-173-4.
3. Комплексование геофизических методов: учеб. пособие для вузов / А.В. Анциферов, **М.М. Довбнич**, А.А. Калашник, А.А. Майборода, Я.В. Мендрий, В.П. Солдатенко, М.Г. Тиркель, К.Ф. Тяпкин; под. общ. ред. К.Ф. Тяпкина. – Донецк: Вебер, 2008. – 336 с. – ISBN 978-966-355-129-2.
4. Довбнич М.М. Кинематические особенности дрейфа палеомагнитных полюсов в фанерозое / **М.М. Довбнич** // Наук. вісн. Нац. гірн. акад. України. – 2001. – № 4. – С. 101–102.
5. Тяпкин К.Ф. An analysis of the stresses appearing in the tectonosphere in consequence of the change in the rotational regime of the Earth (on an elastic-viscous model) / К.Ф. Тяпкин, **М.М. Dovbnich** // Petroleum Science. – 2001. – Vol.4. – С. 1–7.
6. Тяпкин К.Ф. О напряжениях, возникающих в тектоносфере в результате изменения ротационного режима упруго-вязкой Земли / К.Ф. Тяпкин, **М.М. Довбнич** // Геофиз. журн. – 2002. – № 2. – С. 52–60.
7. Кейс Д. Изучение систем разломов фундамента северо-востока Сирии с целью прогноза нефтегазоперспективности / Д. Кейс, **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко // Зб. наук. праць Нац. гірн. акад. України. – 2002. – № 13. – С. 150–154.
8. Довбнич М.М. Гравитационное зондирование: идея, алгоритм, примеры / **М.М. Довбнич** // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. – 2003. – № 6. – С. 89–93.
9. Довбнич М.М. Разломно-блоковая модель южного борта ДДВ как основа прогнозирования нефтегазоперспективности / **М.М. Довбнич**, Я.В. Мендрий, В.П. Солдатенко // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. – 2003. – № 8. – С. 50–54.
10. Довбнич М.М. Деформации земного эллипсоида, обусловленные короткопериодными вариациями ротационного режима / **М.М. Довбнич** // Зб. наук. праць Нац. гірн. ун-ту. – 2005. – № 23. – С. 23–27.
11. Довбнич М.М. Построение 3D разломно-блоковой модели фундамента (на примере южного борта Днепровско-Донецкой впадины) / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К.: Карбон-Сервис, 2005. – С. 206–211.
12. Довбнич М.М. О возможности использования полей напряжений, обусловленных нарушением геоизостазии при прогнозе горно-геологических условий / **М.М. Довбнич** // Геотехн. механіка: міжвід. зб. наук. праць Ін-та геотехн. механіки НАНУ. – 2006. – Вип.67. – С. 332–338.
13. Довбнич М.М. Количественная оценка полей напряжений, обусловленных нарушением геоизостазии, их связь с сейсмичностью / **М.М. Довбнич** //

- Будівельні конструкції. Будівництво в сейсмічних районах України: міжвід. наук.-техн. зб. – 2006. – Вип.64. – С. 25–31.
14. Довбнич М.М. Отражение геодинамики Черноморской впадины в полях напряжений, обусловленных нарушением геоизостазии / **М.М. Довбнич**, К.Ф. Тяпкин // Геолог. и полезн. ископ. мир. океана. – 2006. – № 4. – С. 19–24.
 15. Солдатенко В.П. Результаты применения новой методики оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов в условиях Днепровско-Донецкой впадины / В.П. Солдатенко, **М.М. Довбнич**, Я.В. Мендрій // Доповіді НАН України – 2006. – № 12. – С. 108–111.
 16. Тяпкин К.Ф. Вращение Земли – единственный реальный источник энергии ее тектогенеза / К.Ф. Тяпкин, **М.М. Довбнич** // Геофизика. – 2007. – № 1. – С. 59–64.
 17. Довбнич М.М. Оценка влияния космогонических факторов на напряженное состояние тектоносферы / **М.М. Довбнич** // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. – 2007. – № 4. – С. 34–41.
 18. Довбнич М.М. Применение спутниковой и наземной гравиметрии для оценки геоизостатических напряжений тектоносферы – дополнительного критерия прогноза геодинамических процессов / **М.М. Довбнич** // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. – 2007. – № 11. – С. 64–69.
 19. Тяпкин К.Ф. Результаты использования систем разломов фундамента для оценки перспектив нефтегазоносности Днепровско-Донецкой впадины / К.Ф. Тяпкин, В.П. Солдатенко, **М.М. Довбнич**, Я.В. Мендрій // Геоинформатика. – 2007. – № 1. – С. 38–45.
 20. Довбнич М.М. Применение ГИС-технологий для анализа структуры и природы аномалий геоида / **М.М. Довбнич** // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К.: Карбон-Сервис, 2007. – С. 307–317.
 21. Довбнич М.М. Влияние вариаций ротационного режима Земли и лунно-солнечных приливов на напряженное состояние тектоносферы / **Довбнич М.М.** // Доповіді НАН України. – 2007. – № 11. – С. 105–112.
 22. Солдатенко В.П. Результаты использования систем разломов фундамента для оценки перспектив нефтегазоносности Днепровско-Донецкой впадины / В.П. Солдатенко, **М.М. Довбнич**, Я.В. Мендрій // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. – 2007. – № 4. – С. 24–29.
 23. Довбнич М.М. Разночастотные составляющие аномалий геоида, их структура и природа / **Довбнич М.М.** // Геофиз. журн. – 2007. – № 5. – С. 201–212.
 24. Музыка В.В. Прогнозирование нефтегазоперспективности трещиноватых коллекторов северного борта ДДВ по геофизическим данным / В.В. Музыка, Н.Н. Верповский, **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. – 2007. – № 11. – С. 92–96.
 25. Довбнич М.М. Нарушение геоизостазии и напряженное состояние тектоносферы / **М.М. Довбнич** // Геофиз. журн. – 2008. – № 4 – С. 123–132.
 26. Довбнич М.М. Результаты анализа сейсмогенерирующих структур Крыма на основе оценки полей напряжений геоизостатической природы /

- М.М. Довбнич**, С.Н. Демьянец // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. – 2008. – № 7. – С. 87–91.
27. Довбнич М.М. Оценка напряженно-деформированного состояния углепородного массива на основе структурно-скоростных моделей / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко, А.А. Бобылев // Геотехн. механіка: міжвід. зб. наук. праць Ін-та геотехн. механіки НАНУ. – Дніпропетровск, 2008. – Вип.80. – С. 97–101.
28. Довбнич М.М. Вибрационное воздействие лунно-солнечных приливов и сейсмичность Крыма / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко // Будівельні конструкції. Будівництво в сейсмічних районах України: міжвід. наук.-техн. зб. – 2008. – Вип. 69. – С. 680–685.
29. Тяпкин К.Ф. О физической природе цунами / К.Ф. Тяпкин, **М.М. Довбнич** // Геолог. и полезн. ископ. мир. океана. – 2008. – № 2. – С. 87–94.
30. Довбнич М.М. О вибрационном воздействии лунно-солнечных приливов на геодинамические процессы / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко // Доповіді НАН України. – 2008. – № 12 – С. 96–100.
31. Довбнич М.М. Поля напряжений тектоносферы, обусловленные нарушением геоизостазии и геодинамика Азово-Черноморского региона / **М.М. Довбнич**, С.Н. Демьянец // Геофиз. журн. – 2009. – № 2. – С. 107–116.
32. Приходченко В.Ф. Тектоническая и геодинамическая позиция острова Змеиный / В.Ф. Приходченко, **М.М. Довбнич**, В.В. Манюк // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. – 2009. – № 2. – С. 52–56.
33. Довбнич М.М. Оценка напряженно-деформированного состояния на основе структурно-скоростных моделей – новые возможности в решении задач нефтегазовой геологии / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко, А.А. Бобылев // Технологии сейсморазведки. – 2009. – № 2. – С. 12–18.
34. Довбнич М.М. Глобальные трансгрессии и регрессии и их роль в формировании мирового океана / **М.М. Довбнич**, К.Ф. Тяпкин // Геолог. и полезн. ископ. мир. океана. – 2009. – № 4. – С. 113–123.
35. Довбнич М.М. Разломно-блоковая модель и приливный триггерный механизм сейсмического процесса (на примере сейсмичности Крыма) / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко // Геофиз. журн. – 2010. – № 2. – С. 140–146.
36. Довбнич М.М. Опыт прогноза трещиноватых зон при изучении нефтегазоперспективности юрских отложений Северо-Западной Сибири / **М.М. Довбнич**, М.С. Мачула, Я.В. Мендрий // Геоинформатика – 2010. – № 1. – С. 50–57.
37. Довбнич М.М. Геодинамическая и геотектоническая позиция полей геоизостатических напряжений сейсмоактивных сегментов Украины / **М.М. Довбнич**, С.Н. Демьянец // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. – 2010. – № 2. – С. 57–63.
38. Тяпкин К.Ф. Роль разломов тектоносферы в структурообразовании, размещении месторождений полезных ископаемых, прогнозировании их поисков и экологии / К.Ф. Тяпкин, **М.М. Довбнич**, О.К. Тяпкин // Геологический журнал. – 2010. – № 2. – С. 7–13.

39. Тяпкин К.Ф. Роль атмосферы и гидросферы в сохранении равновесного состояния Земли (геоизостазии) / К.Ф. Тяпкин, О.К. Тяпкин, **М.М. Довбнич** // Доповіді НАН України. – 2010. – № 4. – С. 122–127.
40. Довбнич М.М. Нарушение равновесного состояния тектоносферы и региональная зональность динамических явлений в шахтах Донбасса / **М.М. Довбнич**, И.А. Виктосенко // Зб. наук. праць Нац. гірн. ун-ту. – 2010. – № 34. – С. 151–156.
41. Довбнич М.М. Технология геологического картирования на основе системно-блоковой модели земной коры / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко // материалы II всероссийск. конф. «Геофизика и математика». – Москва, 2001. – С. 350–353.
42. Dovbnich M.M. The study of tectonics of the Syria North-East in connection with the hydrocarbon bearing prognosis / **M.M. Dovbnich**, V.P. Soldatenko, D. Kays // Extended abstracts, 64th EAGE Conference & Exhibition. – Florence (Italy), 2002, P128. CD.
43. Довбнич М.М. Опыт построения 3D плотностных моделей на основе частотной селекции гравитационного поля / **М.М. Довбнич** // материалы XXXI сессии междунар. семинара им. Д.Г.Успенского «Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей». – Москва, 2004. – С. 24–25.
44. Гончаренко В.А. Применение алгоритмов распознавания образов для прогнозирования аномальных газоносных зон в Донбассе по геолого-геофизическим данным / В.А. Гончаренко, **М.М. Довбнич** // Сб. науч. докл. междунар. науч.-техн. конф. «Горная геология, геомеханика и маркшейдерия». – Донецк, 2004. – С. 191–194.
45. Dovbnich M.M. Geological model of greenstone belts of the Ukrainian shield on the gravimetry data / **M.M. Dovbnich** // extended abstracts, 67th EAGE Conference & Exhibition. – Madrid (Spain), 2005, P081. CD.
46. Dovbnich M.M. The study of tectonics – the key to the hydrocarbons in the crystal basement / **M.M. Dovbnich**, V.V. Muzyka, N.N. Verpovsky // extended abstracts, 69th EAGE Conference & Exhibition. – London (UK), 2007, E021. CD.
47. Довбнич М.М. Аномалии геоида и напряженно-деформированное состояние тектоносферы, обусловленное нарушением геозостазии / **М.М. Довбнич** // материалы XL тектон. сов. «Фундаментальные проблемы геотектоники». – Москва, 2007. – С. 226–231.
48. Шевченко Б.Ф. Глубинное строение и напряженно-деформированное состояние тектоносферы зоны перехода Приморского региона / Б.Ф. Шевченко, **М.М. Довбнич** // материалы V всероссийск. симпоз. «Физика геосфер». – Владивосток: Дальнаука, 2007. – С. 225–230.
49. Довбнич М.М. Дешифрирование данных спутниковых съемок для изучения опасных экзогенных процессов / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко, В.В. Пронин // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К.:Карбон-Сервис, 2007. – С. 206–211.
50. Довбнич М.М. Опыт применения спутниковых и наземных гравиметрических данных для оценки напряженно-деформированного

- состояния тектоносферы, обусловленного нарушением геоизостазии / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко // *Материалы XXXIV сессии междунар. семинара им. Д.Г. Успенского «Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей».* – Москва, 2007. – С. 92–96.
51. Тяпкин К.Ф. Геоизостазия и физическая природа цунами: условия возникновения и возможные пути прогноза / К.Ф. Тяпкин, **М.М. Довбнич** // *Проблемы, методы и средства исследований Мирового океана / НАН Украины, науч.-техн. центр панорам. акустич. систем.* – 2008. – С. 113–122.
 52. Довбнич М.М. Отражение геодинамики и сейсмотектоники Азово-Черноморского региона в полях напряжений тектоносферы, обусловленных нарушением геоизостазии / **М.М. Довбнич**, С.Н. Демьянец // *Будівельні конструкції. Будівництво в сейсмічних районах України: міжвід. наук.-техн. зб.* – 2008. – Вип.69. – С. 260–266.
 53. Dovbnich M. Estimation of rotation regime variation and lunar-solar influence on the stress state of tectonosphere / **M. Dovbnich**, S. Demyanets // *Geophysical Research Abstracts, EGU General Assembly 2008, EGU2008, Vol. 10, A-00407.*
 54. Довбнич М.М. Отражения тектонических и геодинамических процессов в полях напряжений, обусловленных космогоническими факторами / **М.М. Довбнич** // *материалы XLI тектон. сов. «Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики».* – Москва, 2008. – С. 262-269.
 55. Шевченко Б.Ф. Глубинное строение и геодинамика литосферы зоны перехода континент – Японское море / Б.Ф. Шевченко, **М.М. Довбнич**, В.Б. Каплун // *материалы XLI тектон. сов. «Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики».* – Москва, 2008. – С. 454–459.
 56. Канин В.А. Рудничные газы Донбасса как важнейший источник энергии / В.А. Канин, А.А. Тараник, **М.М. Довбнич** // *материалы XVIII междунар. науч. шк. им. акад. С.А. Христиановича «Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горнах породах и выработках».* – Симферополь: Таврич. Нац. ун-т, 2008. – С. 128–131.
 57. Довбнич М.М. Оценка напряженно-деформированного состояния геологической среды на основе структурно-скоростных моделей / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко, А.А. Бобылев // *материалы X междунар. конф. «Геомодель-2008».* – Геленджик, 2008. CD.
 58. Довбнич М.М. Принцип минимизации гравитационной энергии и напряженное состояние тектоносферы / **М.М. Довбнич** // *материалы всероссийск. конф. «Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле».* – Москва, 2009. – Т.1. – С. 41–47.
 59. Довбнич М.М. Поля геоизостатических напряжений сейсмоактивных сегментов Украины / **М.М. Довбнич** // *материалы междунар. конф. «Геодинамика. Глубинное строение. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей. V научные чтения памяти Ю.П. Булашевича».* – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – С. 144–150.
 60. Довбнич М.М. Опыт применения геомеханического моделирования при изучении нефтегазоперспективности юрских отложений Севера Западной

- Сибири / **М.М. Довбнич**, В.П. Солдатенко, П.В. Цыганенко, С.А. Онищенко, М.С. Мачула, Я.В. Мендрий // материалы II междунар. конф. «Геомодель-2009». – Геленджик, 2009. CD.
61. Шевченко Б.Ф. Геодинамика и глубинное строение литосферы восточной части Амурской плиты / Б.Ф. Шевченко, **М.М. Довбнич** // материалы междунар. конф. «Тектоника и глубинное строение востока Азии: IV Косыгинские чтения». – Хабаровск: ИТиГ им. Ю.А. Косыгина, 2009. – С. 144–148.
62. Довбнич М.М. Роль вариаций ротационного режима Земли и лунно-солнечных приливов в колебательном режиме эволюции геопроцессов / **М.М. Довбнич** // тез. докл. всероссийск. конф. «Внутреннее ядро Земли 2009». – Москва: ИФЗ им. О.Ю. Шмидта, 2009. – С. 24.
63. Довбнич М.М. Нарушение равновесного состояния вращающейся Земли и сейсмические процессы / **М.М. Довбнич** // тез. докл. науч.-техн. конф. «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России». – Петропавловск-Камчатский: Геофизическая служба РАН, 2009. – С. 76.
64. Dovbnich M. Geomechanical and Fluid Flow Models to Predict Hydrocarbon Accumulation Zones / **M. Dovbnich**, D. Rudakov, A. Bobylov // abstracts, 9th Middle East Geosciences Conference and Exhibition GEO2010. – Kingdom of Bahrain, 2010. CD.
65. Demianets S. Satellite and Ground Gravimetry – The Innovative Approaches in Studying the Earthquake Nature and Prognosis / S. Demianets, **M. Dovbnich** // extended abstracts, 72th EAGE Conference & Exhibition. – Barcelona (Spain), 2010. P582. CD.

Особистий внесок автора в роботах, опублікованих у співавторстві:

[9, 11, 14, 26–28, 30, 31, 33, 34–37, 40, 46, 49, 50, 52, 57, 60, 64] – ідея, постановка задачі і шляхи її розв’язання, [1, 2, 5, 6, 16, 29, 32, 39, 41, 48, 51, 54, 56, 61, 65] – розробка математичних моделей, розрахунків полів напружень, [3, 7, 15, 19, 22, 24, 38, 42, 44] – геологічна інтерпретація результатів розрахунків.

АНОТАЦІЯ

Довбніч М.М. Геотектонічна і геодинамічна роль полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану Землі. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 04.00.22 – «Геофізика». Національний гірничий університет. Дніпропетровськ, 2010.

У дисертаційній роботі на основі кількісної оцінки полів механічних напружень вирішено проблему ролі ряду факторів, що викликають порушення рівноважного стану Землі, а саме: нестабільності ротацийного режиму планети, місячно-сонячні приливи, аномалії геоїда. Проаналізовано їх вплив на протікання геотектонічних і геодинамічних процесів.

Найважливішими висновками, одержаними в роботі, є наступні.

Величини механічних напружень, обумовлені порушеннями рівноважного стану Землі внаслідок впливу різних факторів, розподіляються таким чином: вікове зміщення осі обертання в тілі Землі – $>10^7$ Па; вікове загасання швидкості обертання Землі – 10^5 Па; місячно-сонячні припливи – 10^4 Па; чандлеровські і річні коливання полюса – 10^3 Па і короткоперіодні варіації швидкості обертання – 10^2 Па. Поля напружень в діапазоні 10^4 – 10^6 Па зв'язані з аномаліями геоїда, обумовленими вторинними деформаційними процесами в розломно-блоковій тектоносфері.

Просторово-часові особливості полів напружень, обумовлених порушенням рівноважного стану і їх зіставлення з фактичними геологічними даними, дозволяють затверджувати: циклічності в седиментогенезі, тектогенезі, магматизмі і метаморфізмі мають загальну природу, що пов'язана з полем напружень, обумовленим варіаціями ротаційного режиму; напруження, пов'язані з аномаліями геоїда, відображають особливості протікання геотектонічних процесів в блоковій тектоносфері під дією нормального поля напружень; певну роль в процесі структуроутворення виконує поле напружень, обумовлене місячно-сонячними припливами.

Поля напружень, обумовлені порушенням рівноважного стану, є важливим прогностичним критерієм при геотектонічних і геодинамічних побудовах; їх залучення відкриває нові можливості в прогнозі землетрусів, гірничих ударів, раптових викидів вугілля та газу і інших небезпечних явищ.

Ключові слова: порушення рівноважного стану, механічні напруження, просторово-часовий зв'язок, геотектонічні і геодинамічні процеси.

АННОТАЦІЯ

Довбнич М.М. Геотектоническая и геодинамическая роль полей напряжений, обусловленных нарушением равновесного состояния Земли. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора геологических наук по специальности 04.00.22 – «Геофизика». Национальный горный университет. Днепропетровск, 2010.

В диссертационной работе на основе количественной оценки полей механических напряжений решена проблема роли ряда факторов, вызывающих нарушение равновесного состояния Земли, а именно: нестабильности ротационного режима планеты, лунно-солнечные приливы, аномалии геоида. Проанализировано их влияние на протекание геотектонических и геодинамических процессов. В ходе выполнения работы решены следующие основные задачи: разработаны алгоритмы и выполнена количественная оценка полей напряжений, обусловленных рядом факторов, приводящих к нарушению равновесного состояния Земли; проанализирована роль данных полей напряжений в протекании геотектонических процессов и установлена их пространственно-временная связь; установлена связь рассматриваемых полей напряжений с особенностями пространственно-временного распределения

сейсмических событий в рамках разломно-блоковой модели тектоносферы; показана возможность реконструкции с привлечением информации о полях напряжений, обусловленных нарушением равновесного состояния Земли, возможной природы и механизмов эволюции осадочных бассейнов.

Важнейшими выводами, полученными в работе, являются следующие.

Величины механических напряжений, обусловленных нарушениями равновесного состояния Земли вследствие влияния различных факторов, распределяются следующим образом: вековое смещение оси вращения в теле Земли – $>10^7$ Па; вековое затухание скорости вращения Земли – 10^5 Па; лунно-солнечные приливы – 10^4 Па; чандлеровские и годовые колебания полюса – 10^3 Па и короткопериодные вариации скорости вращения – 10^2 Па. Поля напряжений в диапазоне 10^4 – 10^6 Па связаны с аномалиями геоида, обусловленными вторичными деформационными процессами в разломно-блоковой тектоносфере.

Пространственно-временные особенности полей напряжений, обусловленных нарушением равновесного состояния и их сопоставление с фактическими геологическими данными, позволяют утверждать: цикличности в седиментогенезе, тектогенезе, магматизме и метаморфизме имеют общую природу связанную с полем напряжений, обусловленным вариациями ротационного режима; напряжения, связанные с аномалиями геоида, отражают особенности протекания геотектонических процессов в блоковой тектоносфере под действием нормального поля напряжений; определенную роль в процессе структурообразования играет поле напряжений, обусловленное лунно-солнечными приливами.

Поля напряжений, обусловленных нарушением равновесного состояния, являются важным прогностическим критерием при геотектонических и геодинамических построениях; их привлечение открывает новые возможности в прогнозе землетрясений, горных ударов, внезапных выбросов угля и газа и других опасных явлений.

Ключевые слова: нарушение равновесного состояния, механические напряжения, пространственно-временная связь, геотектонические и геодинамические процессы.

ABSTRACT

Dovbnich M. Geotectonic and geodynamic role of the stress fields caused by the disturbances of the equilibrium state of the Earth. – Manuscript.

Thesis for a Doctor's degree in Geological Sciences by speciality 04.00.22 – "Geophysics". National Mining University, Dnepropetrovsk, 2010.

Based on the quantitative estimation there was solved a problem of the role of raw of factors caused the disturbances of the equilibrium state of the Earth in the thesis. The factors are: instability of the rotary regime of planet, lunar-solar tides and geoid anomalies. It was made an analysis of its influence on the flowing of geotectonic and geodynamic processes. The main conclusions obtained in this work were the following. Mechanic stresses values caused by the disturbances of the

equilibrium state of the Earth that are the result of different factors influence are distributed in such way: ancient displacement of the rotation axes in the Earth body – $> 10^7$ Pa; ancient decay of the rotation velocity of the Earth – 10^5 Pa, lunar-solar tides – 10^4 Pa, Chandler and annual oscillation of the pole – 10^3 Pa, short-term variations of the rotation velocity – 10^2 Pa. The stress fields of the interval 10^4 – 10^6 Pa related with the geoid anomalies caused by secondary deformation processes in the fault-block tectonosphere. Spatial-temporal properties of the stress fields caused by the disturbances of the equilibrium state and its comparison with the factual geological data allows to assert: cyclicity in sedimentation, tectonogenesis, magmatism and metamorphism have general nature related with the stress fields caused by the variations of rotary regime; stresses related with the geoid anomalies reflect flowing features of geotectonic processes in block tectonosphere under the influence of normal stress field; specified role in forming play the stress field caused by the lunar-solar tides. Stress fields caused by the disturbances of the equilibrium state it's an important prognosis criterion in geotectonic and geodynamic buildings. Its involvement opens a new possibilities in prognosis of earthquakes, mine impacts, instantaneous outburst and others dangerous phenomena.

Key words: disturbances of the equilibrium state, mechanic stresses, spatial-temporal correlation, geotectonic and geodynamic phenomena.