

Лекція 2

Походження та фізична характеристика Землі

1. Земля в космічному просторі
2. Походження та історія Землі.
3. Геохронологічна шкала.
4. Форма і розміри Землі. Рух Землі.
5. Фізичні властивості Землі.

1. Земля в космічному просторі

Геологія як наука, що вивчає, перш за все нашу планету і її верхню кам'яну оболонку, не залишає поза увагою і навколишній матеріальний світ — **Всесвіт**. Це обумовлено тим, що у будові і розвитку Землі є певні риси подібності і розбіжності з іншими планетами, а деякі геологічні процеси безпосередньо пов'язані з космічними явищами.

Увесь матеріальний світ, який оточує нас називається **Всесвітом або Космосом**. Матерія у Всесвіті розподілена нерівномірно і представлена **зірками, планетами, космічним порошком, метеоритами, кометами, газами**. Наша галактика — **Молочний або Чумацький шлях** належить до типу спіральних і включає понад 150 млрд. зірок. Вік Галактики близько 12 млрд. років.

До **складу Сонячної системи** входять 9 планет, 42 супутника, близько 50 тисяч астероїдів (планетоїдів), безліч метеорів і сотні комет. За взаємним розташуванням, масою, щільністю та іншими показниками планети Сонячної системи поділяються на **внутрішні** (землеподібні) та **зовнішні**.

Будова Сонячної системи. Сонячна система – одна із зоряних систем, що складають нашу галактику. Вона знаходиться на відстані 25 тис. світлових років від центра галактики і обертається навколо галактичної осі за 240 млн. років (галактичний рік).

Сонячна система об'єднує Сонце, 9 планет з їх супутниками, астероїди, метеорити, комети, космічний пил і газ. Основна маса Сонячної системи припадає на Сонце (99,98 %). Тому Сонячне притягання керує рухом всіх тіл системи. Лише супутники обертаються навколо своїх планет, притягання яких через безпосередню близькість, є сильнішим ніж притягання Сонця.

Сонце – зірка середньої величини і яскравості. Воно складається з водню (70%) і гелію (29%). Маса Сонця $1,989 \times 10^{30}$ кг, це в 333 тис разів більше, ніж маса Землі. Діаметр Сонця – 1 391 980 км. Температура на його поверхні 6000 °С, в центрі 16 млн. градусів. Світимість – $3,88 \times 10^{26}$ Вт. Відстань від центра Сонця до Землі становить 149 597 870 км.

В атмосфері Сонця виділяють три оболонки – сфери: фотосферу, хромосферу і сонячну корону. Сонце безперервно випромінює у космічний простір велику кількість енергії у вигляді теплових, світлових та інших променів. Лише одна двохмільярдна частка цієї енергії доходить до нашої планети.

Від Сонця у міжпланетний простір постійно надходить потік речовин, який називається *сонячний вітер*. **Сонячний вітер** – це продовження сонячної корони, що складається з ядер атомів водню (протони) і гелію (альфа-частинки), а також електронів. Разом з вітром у міжпланетний простір переносяться сонячні магнітні поля.

Для Сонця характерні 11-, 22-, 80- і 90- річні цикли активності. Час від часу на Сонці відбуваються гігантські вибухи – сонячні спалахи.

Сонце повільно обертається навколо своєї осі з заходу на схід.

До складу Сонячної системи входять 9 великих планет. Їх об'єднують у дві групи.

Планети земної групи — Меркурій, Венера, Земля і Марс відносно малі за розмірами, складені кам'яною або металічною речовиною земного типу з високою щільністю, мають незначну масу атмосфери і характеризуються відносно невеликою швидкістю обертання навколо осей.

Всі ці планети невеликі за розмірами, мають велику щільність і повільно обертаються навколо осі. Планети земної групи утворені твердими мінеральними речовинами. Основними їх складовими є силікати і залізо.

Меркурій – найближча до Сонця планета. Має масу, яка дорівнює 1/20 маси Землі. Атмосфера на Марсі дуже розріджена, практично відсутня. На поверхні планети є метеоритні кратери. Температура коливається від -125°C до $+275^{\circ}\text{C}$.

Венера – найбільш подібна за всіма параметрами до Землі планета. Має щільну і потужну атмосферу, яка складається з вуглекислого газу (98%). Кисню в атмосфері Венери 0,1%, також в ній мало води. Температура атмосфери близько 475°C , це результат парникового ефекту.

Венера і Меркурій не мають супутників.

Земля – третя від Сонця планета. Середня відстань до Сонця 150 млн. км. Земля обертається навколо Сонця по майже круговій орбіті із швидкістю 29,7 км/с. Земля має тверду поверхню і атмосферу.

Земля має один супутник - **Місяць**. Місяць знаходиться на відстані 384 тис. км. від Землі. Його радіус 1738 км. Маса Місяця становить 1/82 маси Землі. Періоди обертання Місяця навколо Землі і навколо осі однакові, тому він завжди повернутий до Землі однією стороною. Атмосфера і вода на Місяці відсутні. Поверхня має вигляд кам'янистої пустелі. Місяць – єдине космічне тіло, досліджене безпосередньо. В 1969 році людина ступила на поверхню Місяця.

Марс – найближча до Землі планета. Атмосфера на Марсі дуже розріджена (атмосферний тиск біля поверхні в 100 разів менший ніж на Землі) і складається переважно з вуглекислого газу (90%). У атмосфері є невелика кількість вологи. В нижній частині атмосфери багато частинок пилу. Циркуляція повітря зумовлює їх переміщення – пилові бурі. Температура на поверхні Марсу -60°C , це наслідок того, що пил не пропускає сонячні промені. На поверхні Марса є метеоритні кратери, борозни, які нагадують русла річок (допускають, що на поверхні планети була рідка вода), утворення подібні на

кратери вулканічного походження, рифтові долини (довгі рови). Марс має два супутники – Фобос і Деймос.

Характеристики планет земної групи.

Планета Характеристика	Меркурій	Венера	Земля	Марс
Діаметр, км	4878	12102	12756	6794
Маса, кг	$3,28 \times 10^{23}$	$4,87 \times 10^{24}$	$5,98 \times 10^{24}$	$6,42 \times 10^{23}$
Щільність, кг/м ³	5500	5250	5510	3930
Період обертання навколо осі	58,7 діб	243 діб	23 год. 56 хв. 4,1 с.	24 год. 37 хв.
Середня відстань від Сонця, а.о.	0,39	0,72	1	1,52
Період обертання по орбіті, доби	88	224,7	365,26	686,98
Ексцентриситет орбіти	0,21	0,007	0,017	0,093
Нахил орбіти, градуси	7	3,4		1,85

Зовнішні планети — це **Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон**, які характеризуються великими розмірами, низькою щільністю речовини, щільною атмосферою з переважанням в ній водню, гелію і метану, відносно високою швидкістю обертання навколо осей. Для планет-гігантів характерні кільця, які складені метеоритною речовиною.

Між орбітами Марсу та Юпітеру знаходиться **пояс астероїдів** (малих планет) який відокремлює внутрішні планети від зовнішніх. Відкрито близько 2000 астероїдів.

Метеорити — це мінеральні агрегати космічного походження, які залітають з Космосу в атмосферу Землі. Дрібні (метеори) згорають в атмосфері, а найбільш крупні досягають поверхні і утворюють при ударі лійки вибуху - кратери. Древні кратери називаються **астроблемами**. За складом метеорити поділяються на **залізні** (сидерити), **кам'яні** (евкрити) та **залізньо-кам'яні** (хондрити). Вік метеоритів 4,6 млрд. років, що відповідає такому для Землі та Місяця. Розрізняють залізні, кам'яні і скляні метеорити. Попадаючи в атмосферу Землі метеорити згорають, залишаючи на небі слід, подібний на падаючу зірку. Деякі метеорити досягають поверхні Землі. На місці падіння великих метеоритів утворюються кратери (Арізонський кратер має діаметр 1200 метрів і глибину 200м). За рахунок метеоритів маса Землі щороку збільшується на 10 млн. тон.

Комети — космічні тіла витягнутої форми, склад яких близький до складу атмосфери планет-гігантів. Виявлено близько 1000 комет. охолоджені космічні тіла. Комети складаються з голови, ядра і хвоста. Ядро – це брила льоду з вимерзлими твердими частинками. При наближенні до Сонця лід тане, ядро оточується газовою оболонкою, утворюється голова. Під дією сонячного вітру частина газу і пилу витягується за кометою у вигляді хвоста. Орбіти

комет дуже витягнуті. Комети - не стійкі тіла. При наближенні до Сонця вони втрачають частину речовини і згодом розпадаються на метеоритні потоки.

Вперше правильне уявлення про будову Сонячної системи висунув польський астроном **Микола Копернік** в середині XVI століття. На початку XVII ст. німецьким вченим **Іоганном Кеплером** були сформульовані закони руху планет та їх супутників. А наприкінці XVII ст. **Ісак Ньютон** вивів закон всесвітнього тяжіння. Необхідно згадати і правило планетних відстаней **Тіціуса-Бодє**: розташування планет приблизно в одній площині; їх обертання навколо Сонця і осьове обертання в одному напрямку (окрім Венери та Урану); обертання більшості супутників у тому ж напрямку; подібність хімічного складу Сонця, планет, їх супутників, метеоритів і комет.

Мільйони зоряних систем, подібних на нашу чи відмінних від неї, утворюють Всесвіт. Планета Земля є одним із тіл Сонячної системи. Космічна унікальність Землі полягає в тому, що вона є вмістилищем органічного життя. Це повинно примусити людину бережно відноситись до нашої планети.

2. Походження та історія Землі.

Питання виникнення Землі і Сонячної системи хвилювали ще наших пращурів. Однак науково обґрунтовані гіпотези почали з'являтися лише з XVIII ст. Основні гіпотези зводилися до такого: 1) 1. Ньютон походження Сонячної системи пояснював з точки зору **божественного першопоштовху**; 2) Француз **Ж. Л. Леклерк де Бюффон** запропонував **катастрофічну гіпотезу**, згідно якої планети утворились зі згустку Сонячної матерії, яку вирвала комета; 3) Гіпотеза **Канта** передбачала, що матерія, яка наповнювала Всесвіт спочатку була розкладена на елементарні рівномірно розподілені у просторі частинки, які під впливом сил всесвітнього тяжіння, почали утворювати центри згустку матерії (одним з яких було Сонце). Одночасно матерія набула обертового руху. В подальшому з пилової хмари, яка оберталась навколо Сонця утворились планети; 4) За даними **Лапласа** спочатку існувала газова туманність, яка оберталась і стискувалась під дією сил Всесвітнього тяжіння, і з якої в подальшому утворилось Сонце. Зі збільшенням стиснення та швидкості обертання туманність сплющувалась і від неї відокремлювались кільця, котрі розпадались з утворенням центральних згустків (зародків планет). Подібним шляхом навколо планет утворились супутники. **Гіпотеза Лапласа** належить до розряду **гарячих космогоній**; 5) **Д. Джинс** повернувся до уявлень Ж.К. Леклерк де Бюффона про те, що планети утворились зі згустку Сонячної матерії, яку вирвала не комета, а зірка; 6) **Ф. Мультон** і **Т. Чемберлен** висунули гіпотезу, згідно якої газ покидає Сонце внаслідок потужних приливів (що були викликані зіркою, яка проходила неподалік), а потім конденсується в невеликі планетезималі, котрі з часом злипаються у астероїди і планети; 7) Геолог **О.Ю.Шмідт** запропонував гіпотезу захоплення Сонцем газо-пилково-метеоритної хмари з подальшою її конденсацією в планети. Важливим моментом цієї гіпотези стала розробка моделі процесу конденсації

протопланетної хмари і акумуляції з неї планет та супутників. Космогонія Шмідта є «холодною». Таким чином, усі гіпотези в залежності від початкового стану матерії можна звести до двох категорій — "гарячих" і "холодних" космогоній.

Сучасна гіпотеза утворення Сонячної системи має такий вигляд: утворення Сонця та сплющеної навколо сонцевої туманності з міжзіркової газопилюватої хмари, яка оберталась навколо Сонця і утворилась за рахунок вибуху наднової зірки; еволюція Сонця і навколосонячної туманності з передачею електромагнітним і турбулентно-конвективним шляхом моменту кількості руху від Сонця планетам; конденсація «пилової плазми» в кільця навколо Сонця, а матеріалу кілець — в планетезималі; подальша конденсація планетезималей у планети; повтор подібного процесу навколо планет з утворенням їх супутників.

Розвиток Землі.

Планета Земля утворилась приблизно 4,5 млрд років назад. Тоді ні її внутрішня будова, ні зовнішній вигляд не були подібними до сьогоденної планети. Земля не була розшарована на оболонки, не було на її поверхні річок, морів, долин і гірських масивів. Планета мала вигляд гігантської кулі, яка виникла із космічних частинок під дією сили тяжіння.

Під впливом сили тяжіння і обертання важкі частинки поступово переміщались вниз до центру, а легкі — на поверхню. Процес диференціації зумовив розігрівання планети. В центрі планети утворилось металічне ядро. Навколо ядра виникла рідка оболонка. Ззовні утворилась літосфера. Потім планета почала охолоджуватись. Водень, гелій та інші легкі гази розсіялись в космічному просторі, більш важкі - азот, метан, аміак, сірководень, вуглекислий газ, а також водяна пара — залишились біля поверхні Землі і утворили атмосферу. Коли температура Землі стала нижче +100 °C, виникла вода і утворилась гідросфера.

Ця картина народження Землі гіпотетична. Вона ґрунтується не на геологічних матеріалах, а на астрономічних, фізичних, термодинамічних даних і гіпотезах вчених. Період геологічного часу, коли відбувались описані події тривав близько 800 млн. років і отримав назву ери архей (підархей).

Близько 3,9 млрд. років назад утворились перші осадові породи Землі. Вони виникли шляхом осадження речовин у воді. У цей час почався наступний етап розвитку Землі — архей.

Землю оточувала атмосфера у якій не було кисню, на поверхні планети відбувались виверження вулканів, згубне ультрафіолетове проміння пронизувало атмосферу і верхні шари води. Не зважаючи на такі умови, на Землі розвивалось життя. Із сірководню, аміаку, вуглекислого газу синтезувались перші органічні сполуки. Океан поступово наповнився органічними речовинами. Хвилі утворювали піну у цьому "первинному бульйоні". Пухирці і краплини в оболонці з органічних речовин спочатку набули вигляду, а потім властивостей клітин — почалась біологічна еволюція.

Ця, на перший погляд логічна картина зародження життя на Землі, на жаль, не підтвердилась сучасними дослідженнями. Ймовірність біологічного

“самостворення” живої клітини навіть при наявності всіх необхідних компонентів така сама, як ймовірність “самостворення” комп’ютера. Крім того не існує геологічних даних, що в далекому минулому на нашій планеті не було життя.

Існують гіпотези, що життя на Землі занесене із Всесвіту разом з речовинами з яких утворилась планета. Така точка погляду отримала назву **гіпотези панспермії**.

В кінці XIX століття було відкрите явище радіоактивності і гіпотеза панспермії втратила свою популярність. Радіоактивне випромінювання, яке пронизує весь Всесвіт, згубне для живих організмів, а холод космічного простору близький до абсолютного нуля.

Таким чином, сьогодні можна з достатньою точністю дати відповідь лише на питання, коли виникло життя на Землі, а як воно зародилось покажуть майбутні дослідження.

Історія Землі поділяється на ери, які в свою чергу діляться на періоди і епохи. Сукупність цих проміжків часу складає геохронологічну шкалу – шкалу геологічного часу (табл. 1). В її основу покладено встановлені палеонтологією етапи розвитку життя.

3. Геохронологічна шкала

Ера	Система (період)	Найбільш важливі події (млрд. років назад)
Кайнозойська	Четвертинний	0,0001 – людина розумна
	Неогеновий	0,0025 – перші люди 0,0042 - австралопітеки
	Палеогеновий	0,065 – велике палеогенове вимирання, останні динозаври
Мезозойська	Крейдовий	0,11 – покритонасінні рослини, форамініфери
	Юрський	0,21 – останні конодонти
	Тріасовий	0,23 – древні динозаври
Палеозойська	Пермський	0,248 – велике пермське вимирання
	Кам’яновугільний	0,31 – древні рептилії
	Девонський	0,36 девонське вимирання 0,365 – перші хребетні 0,39 – кистепері риби 0,4-0,38 - членистоногі
	Силурійський	0,42 – перші членистоногі і риби 0,425 – судинні рослини
	Ордовіцький	0,443 – ордовіцьке вимирання 0,47 – перші хребетні 0,475 – наземні рослини
	Кембрійський	0,495 – перші сліди наземних тварин 0,545-0,525 – поява майже всіх типів тварин

Проте-розойська	Вендський	0,56 – древні скелетні тварини 0,495 – перші багатоклітинні рослини і тварини 2,1 – перші еукаріоти 2,65 – початок зледеніння 3,55 – перші прокаріоти 3,86 – найдревніші осадові породи і перші сліди життя

Вінцем розвитку життя на Землі була поява людини розумної (Homo sapiens). Над геосферами виникла сфера розуму – ноосфера.

Еволюція нашої планети, яку досліджує геологія і палеонтологія, - це лише коріння дерева життя. Його крона спрямована ввись, в майбутнє. Все минуле є майбутнім по відношенню до більш раннього минулого.

4. Форма і розміри Землі

Земля — типова внутрішня планета Сонячної системи характеризується наявністю добре розвинутих атмосфери, гідросфери і внутрішніх оболонок. Земля має супутника — Місяць, притягіння якого викликає приливи і відливи у водній і кам'яній оболонках нашої планети. Питання форми та розмірів Землі цікавило людство ще з часів глибокої давнини. На його вирішення було витрачено не одне століття. Істина виборювалася поступово і у важкому протистоянні з різними, в тому числі і релігійними, забобонами.

Сьогодні не виникає сумнівів, що Земля за своєю формою подібна до кулі та інших планет Сонячної системи. Проте шлях пізнання вимагав тривалого часу і, відповідно, розвитку НТП. Піфагор висловив думку про кулеподібність Землі (V ст. до н.е.). Аристотель привів перші докази кулеподібності Землі: під час місячних затемнень на місяць падає тінь, яку може утворити лише кулеподібне тіло (III ст. до н.е.). Лише в XVII—XVIII століттях, коли для вивчення розмірів Землі почали застосовувати точні методи вимірювання (триангуляція), було встановлено, що планета не є ідеальною кулею, оскільки полярний та екваторіальний радіуси відрізняються за своєю довжиною більше ніж на 21 км. Це дозволило зробити висновок про сплюсненість Землі по осі її обертання і підтвердило зроблене І. Ньютоном теоретичне обґрунтування такого явища. Цей дослідник також вперше пояснив роль гравітації та відцентрової сили у формуванні фігури Землі. Пізніше результатами вимірювання величин дуг меридіанів та паралелей, було встановлено, що Земля стиснена не тільки на полюсах, але і по екватору: найбільший і найменший екваторіальні радіуси відрізняються за довжиною на 213 м. Така форма Землі нагадує трьохосний еліпсоїд, або сфероїд.

Уявлення про Землю як про еліпсоїд (або сфероїд) в принципі вірні, але насправді поверхня Землі більш складна. Найбільш близькою до сучасної фігури Землі є фігура, яка дістала назву “геоїд”, що в перекладі означає “землеподібний”.

Геоїд – це уявна поверхня, по відношенню до якої сили тяжіння направлені перпендикулярно в будь-якій точці Землі. В межах акваторій океанів вона співпадає з поверхнею води, яка знаходиться в стані спокою. На суходолі лінія геоїда відхиляється в той або інший бік так, щоб вона залишалася перпендикулярною до напрямку вектора сили земного тяжіння. Іншими словами, геоїд – це вирівняна поверхня гравітаційного потенціалу, яка співпадає з поверхнею води в океанах, тобто поверхнею “рівня моря” від якої ведеться відлік висотних відміток місцевості. Продовжуючи цю рівневу поверхню океану під материки і острова так, щоб вона залишалась перпендикулярною до напрямку підвісу, отримуємо поверхню геоїда.

Форма та розміри Землі були математично обґрунтовані геодезистом О.О.Ізотовим у 1940 р., а змодельована ним фігура, на честь відомого радянського геодезиста Ф.М. Красовського була названа еліпсоїдом Красовського. На сьогоднішній день параметри еліпсоїда Красовського підтверджені сучасними методами досліджень, у тому числі з залученням даних штучних супутників Землі,

Площа поверхні Землі 510 млн. км², а об’єм – 1083204 млн. км³. Маса Землі становить $5,98 \cdot 10^{27}$ т, а середня щільність - 5,52 г/см³.

Земля, як найбільш розвинена планета Сонячної системи, характеризується складною будовою, вираженою в наявності декількох оболонок або геосфер, які відрізняються своїм складом, фізичними властивостями та станом речовини. Серед них розрізняють зовнішні геосфери (атмосфера, гідросфера), які доступні для безпосереднього вивчення, і внутрішні геосфери (земна кора, мантія, ядро), дослідження яких проводиться шляхом застосування непрямих геологічних, геофізичних та геохімічних методів.

Основні параметри Землі: екваторіальний радіус — 6378,245 км.; полярний радіус — 6356,863 км; полярне сплюснення $a = 1298,25$. Площа поверхні Землі становить близько 510 млн. км², а її об’єм — $1,083 \times 10^{12}$ км³, маса — $5,976 \times 10^{27}$ г. Однак реальна поверхня Землі більш складна. Найбільш близька до сучасної форми Землі є фігура яка отримала назву геоїд. Різниця в довжині екваторіального і полярного радіусів - 21 км. Загальна різниця між змінами висоти земної поверхні не перевищує цієї цифри. Наприклад, найвища точка земної поверхні – гора Джомолунгма у Гімалаях – має висоту 8882 м, найглибша океанічна западина – Маріанський жолоб – має глибину 11034 м. Різниця між ними майже 20 км.

Сучасні уявлення про внутрішню будову Землі отримано за допомогою прямих (безпосереднє дослідження гірських порід у відслоненнях, шурфах і свердловинах), непрямих (за допомогою сейсморозвідки, гравірозвідки, електророзвідки, магніторозвідки), лабораторно-експериментальних методів і геологічного моделювання.

Земля — це гігантський магніт з магнітним силовим полем навколо неї. Розрізняють **магнітне схилення і магнітне нахилення**. В геології використовують **палеомагнітний метод**, який оснований на вивченні залишкової намагніченості гірських порід різного віку, що містять

феромагнітні мінерали. Палеомагнітні дослідження показали, що магнітне поле Землі неодноразово змінювалось.

Земля характеризується оболонковою будовою з центральною симетрією. Виділяють внутрішні і зовнішні оболонки (геосфери) Землі. **Зовнішні оболонки Землі** — це **атмосфера, гідросфера і біосфера** (тема наступної лекції).

Рух Землі

Земля бере участь у **двох основних видах рухів**: обертання навколо своєї осі і обертання навколо Сонця.

Навколо своєї осі Земля обертається із заходу на схід проти годинникової стрілки (якщо дивитись з Північного полюсу світу). Повний оберт Земля робить за 23 год. 56 хв. 4 с. Це - зоряна доба. Обертання Землі навколо осі зумовлює зміну дня і ночі.

Осьове обертання можна характеризувати кутовою та лінійною швидкістю. Кутова швидкість для всіх точок земної кулі однакова і дорівнює куту повороту тіла за одиницю часу. Вона вимірюється в градусах або радіанах.

Лінійна швидкість - це швидкість з якою тіло рухається по колу. Вона залежить від географічної широти і найбільша на екваторі.

Швидкість обертання навколо осі постійно зменшується, відповідно тривалість доби за століття збільшується на 0,001с. За підрахунками тривалість доби з палеозойської ери до нашого часу збільшилась на 1,5 год. Також зміщуються полюси Землі відносно вісі обертання, але величина цього зміщення невелика.

Орбіта Землі має вигляд еліпса. Середня відстань від Сонця 150 млн. км. Наслідком орбітального руху Землі є зміна пір року. Це зумовлено тим, що вісь обертання Землі нахилена до площини орбіти під кутом $66^{\circ}33'$.

5. Фізичні властивості Землі.

Земля має певні фізичні властивості. В результаті їх вивчення можна з'ясувати загальні особливості будови Землі, виявити родовища корисних копалин.

До фізичних властивостей Землі відносяться сила тяжіння, щільність, тиск, магнітні, теплові, електричні та інші властивості.

Сила тяжіння. На Землі постійно діють сила притягання і центробіжна сила. Рівнодіюча цих сил визначає силу тяжіння. Сила тяжіння закономірно змінюється по горизонталі – збільшується від екватора до полюсів, і по вертикалі – зменшується з висотою.

В зв'язку з нерівномірним розподілом речовин в земній корі, дійсне значення сили тяжіння відхиляється від теоретично обчисленого. Ці відхилення називаються *аномалії сили тяжіння*. Аномалії бувають позитивні (при наявності щільних гірських порід) і негативні (коли поширені не щільні породи).

Аномалії сили тяжіння вивчають за допомогою гравіметрів. Отримані дані допомагають при пошуку родовищ корисних копалин.

Щільність і тиск. Вивчення сили тяжіння дозволило визначити середню щільність Землі. Вона становить $5,52 \text{ г/см}^3$. Щільність порід, що утворюють земну кору $1,5\text{-}3,3 \text{ г/см}^3$, середня щільність земної кори $2,7\text{-}2,8 \text{ г/см}^3$.

Відмінність між середньою щільністю Землі і щільністю земної кори вказує на більшу щільність речовин у внутрішніх частинах Землі. Із збільшенням щільності у напрямку до центру Землі зростає і тиск. В центрі Землі він сягає $3,5 \cdot 10^{11} \text{ Па}$.

Магнетизм. Магнітні властивості мають не лише окремі мінерали, а й Земля в цілому. Земля – це гігантський магніт з магнітним силовим полем навкруги. Як будь-який магніт, Земля має магнітні полюси, які не співпадають з географічними полюсами. У зв'язку з наявністю магнітних полюсів, виділяють магнітні меридіани і магнітний екватор. Проявом магнітних властивостей Землі є напруженість геомагнітного поля.

Магнітні властивості Землі фіксуються на спеціальних картах. Значення магнітних величин не постійні, тому на картах фіксуються особливості елементів магнетизму лише на певний момент.

Крім закономірних змін магнітного поля, існують незакономірні коливання. Найбільші з них – *магнітні бурі*. Вони виникають раптово і тривають кілька днів. Під час магнітних бур стрілка компаса постійно коливається. Магнітні бурі пов'язані з посиленням корпускулярного випромінювання Сонця і найчастіше виникають при сонячних спалахах. Часто магнітні бурі відбуваються перед землетрусами. Це пов'язано з процесами, які відбуваються в надрах Землі.

Магнітні властивості мають феромагнітні мінерали – гематит, магнетит, ільменіт та інші. Їх великі скупчення у надрах Землі утворюють *магнітні аномалії*, наприклад Курська магнітна аномалія.

Завдяки неоднорідності магнітних властивостей різних порід можна вивчити будову земної кори, знайти родовища корисних копалин.

Теплота. Тепловий режим Землі зумовлений двома причинами – випромінюванням Сонця і теплою земних надр. На поверхні Землі основним джерелом тепла є Сонце. Кожну хвилину 1 см^2 поверхні землі отримує близько $8,13 \text{ Дж}$ тепла ($1,94 \text{ Кал}$) ця величина називається *сонячною постійною*. Кількість сонячного тепла в декілька тисяч разів перевищує тепло, яке виходить із надр Землі.

Третя частина сонячної променевої енергії, яка доходить до поверхні землі, відбивається у космічний простір. Кількість сонячного тепла, яке потрапляє на Землю, і кількість відбитої енергії не однакові для різних широт. Вони залежать від характеру розподілу води і суші, від повітряних і океанічних течій, від особливостей рельєфу і рослинного покриву.

Під впливом сонячного тепла відбуваються різноманітні процеси: кругообіг води, вивітрювання гірських порід, ґрунтоутворення та інші. Завдяки сонячній енергії виник і розвивається органічний світ.

Коливання температури на поверхні Землі досить значні. З глибиною вплив сонячного тепла зменшується і зникає. На деякій глибині від поверхні Землі знаходиться *пояс постійної температури*, де температура весь час

однакова і дорівнює середній річній температурі даної місцевості. Сонячна теплота не проникає глибше 20-30 м від поверхні Землі.

Нижче поясу постійної температури під впливом внутрішнього тепла Землі температура закономірно підвищується.

Відстань (в метрах), на яку потрібно опуститись нижче поясу постійної температури, щоб отримати приріст температури на один градус, називається *геотермічним ступенем*. Його значення для земної кори 200 м, середнє значення 33 м.

Величина, зворотна геотермічному ступеню, називається *геотермічним градієнтом*. Він визначається зміною температури (в градусах) при заглибленні на кожні 100 м.

Значення геотермічного ступеня з глибиною постійно зростає. В центрі Землі температура сягає 4000-5000 °С.

Джерела внутрішньої теплової енергії Землі вивчені ще недостатньо. Основною причиною високих внутрішніх температур Землі вважають радіоактивний розпад елементів, в результаті якого виділяється велика кількість тепла. В результаті радіоактивного розпаду в надрах, щорічно виділяється $(1,4-3,0) \cdot 10^{21}$ Дж енергії.

Більшість радіоактивних елементів знаходиться в земній корі, в менших кількостях вони присутні в мантії. Радіоактивні елементи дуже часто утворюють скупчення в земній корі – *радіоактивні аномалії*.

Пружність. При вивченні внутрішньої будови Землі велике значення має дослідження пружних властивостей гірських порід за допомогою сейсмічних хвиль. Сейсмічні хвилі – це пружні хвилі, які виникають при землетрусах чи штучних вибухах і поширюються в Землі к вигляді зникаючих коливань. Швидкість проходження таких хвиль залежить від щільності гірських порід. Внаслідок вивчення пружних властивостей порід, які утворюють земну кулю, виділено декілька різних за властивостями оболонок – геосфер.

В результаті вивчення швидкості проходження сейсмічних хвиль знаходять родовища нафти, природного газу та деяких інших корисних копалин.

Електричні властивості. Земна куля має електричні властивості. Земна електрика - *телуричні струми* - пов'язана з фізико-хімічними процесами, які протікають в Землі. Значний вплив на електричні властивості Землі здійснює магнітне поле. Електричні властивості різних гірських порід неоднакові. В результаті вивчення електропровідності гірських порід, їх електричного опору можна відшукати родовища корисних копалин і вирішити інші геологічні задачі.

Таким чином, форма, розміри і рух Землі визначають її зовнішній вигляд і впливають на процеси, які на ній відбуваються.

Будова Землі та її склад зумовлюють певні фізичні властивості. До них відносяться сила тяжіння, щільність, тиск, магнітні, теплові, електричні та інші властивості. В результаті вивчення фізичних властивостей можна з'ясувати загальні особливості будови Землі, виявити родовища корисних копалин.