

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

А.М. КУЗА, Г.К. БАЛАН, Н.Д. ОТЧЕНАШ, Я.С. ЯРОВ

ОСНОВИ ГЕОФІЗИКИ. ПРАКТИКУМ

Навчальний посібник

Одеса
Одеський державний екологічний університет
2023

УДК 550.3
075

Куза А.М., Балан Г.К., Отченаш Н.Д., Яров Я.С.

075 Основи геофізики. Практикум: навчальний посібник. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2023. 78 с.

ISBN 978-966-186-271-4

У навчальному посібнику викладені пояснення, рекомендації та варіанти вхідних даних для виконання практичних робіт, пов'язаних з вивченням форми і розмірів Землі, наслідків її обертання, оцінки і розрахунків елементів сили тяжіння та магнітного поля Землі. Кожний розділ закінчується завданнями різної складності з даної теми, для виконання яких необхідно знати відповідні програмні та теоретичні викладки. Також посібник містить деякі довідкові матеріали та допоміжні таблиці, необхідні для обчислювальних робіт. Завдання подаються у вигляді завдань, складання графіків, що дає змогу студентам творчо осмислити основи геофізики, розібратися в особливостях та взаємодії оболонки Землі, навчитися читати та аналізувати графіки, тематичні карти, складати за різними матеріалами природні характеристики територій, працювати з літературою, користуватися географічними атласами і різноманітними картами. В кінці кожного розділу розміщені контрольні запитання та тести для самоперевірки та підготовки до тестового контролю з даної теми. Даний навчальний посібник рекомендується для практичної підготовки студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання (у тому числі, для іноземців) за спеціальностями 193 «Геодезія та землеустрій» та 103 «Науки про Землю» з дисципліни «Геофізика з основами астрономії».

УДК 550.3

Рецензенти:

Кандидат географічних наук, доцент кафедри безпеки життєдіяльності, екології та хімії Одеського національного морського університету

Даус Марія Євгенівна

Доктор геолого-мінералогічних наук, завідувач кафедри екології та охорони довкілля Одеського державного екологічного університету

Сафранов Тамерлан Абісалович

Доктор технічних наук, доцент, декан природоохоронного факультету Одеського державного екологічного університету

Чугай Ангеліна Володимирівна

*Затверджено вченою радою Одеського державного екологічного університету
Міністерства освіти і науки України як навчальний посібник для здобувачів
вищої освіти за спеціальностями 193 «Геодезія та землеустрій» та
103 «Науки про Землю» (протокол № 5 від 29.06.2023 р.)*

ISBN 978-966-186-271-4

© А.М. Куза, Г.К. Балан, Н.Д. Отченаш, Я.С. Яров, 2023
© Одеський державний екологічний університет, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО–ГЕОГРАФІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ЗЕМНОЇ КУЛІ.....	6
1.1 Європа.....	6
1.2 Азія.....	7
1.3 Африка.....	8
1.4 Австралія.....	9
1.5 Північна Америка.....	9
1.6 Південна Америка.....	10
1.7 Океанія.....	10
1.8 Течії та западини.....	10
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗЕМЛЮ.....	11
2.1 Розміри земного еліпсоїда (по Ф. Н. Красовському).....	11
2.2 Розподіл суші і води на земній кулі. Основні характеристики океанів та морів.....	12
2.3 Європа.....	16
2.4 Азія.....	19
2.5 Африка.....	22
2.6 Північна Америка.....	24
2.7 Південна Америка.....	26
2.8 Антарктида.....	28
2.9 Австралія та Океанія.....	29
2.10 Водоспади світу.....	31
2.11 Найбільші пустелі світу.....	32
3 РУХ ЗЕМЛІ. НАСЛІДКИ, ЩО ВИНИКАЮТЬ В РЕЗУЛЬТАТІ ДОБОВОГО ТА ОРБІТАЛЬНОГО РУХІВ ЗЕМЛІ.....	35
3.1 Обертання Землі навколо своєї осі (добове обертання).....	35
3.1.1 Головні геофізичні наслідки добового обертання Землі.....	36
3.1.2 Відцентрова сила.....	37
3.1.3 Сила Коріоліса.....	38
3.1.4 Зміна дня і ночі.....	41
3.1.5 Місцевий і поясний час.....	42
3.2 Орбітальний рух Землі. Зміна пір року.....	43
4 ГЕОФІЗИЧНІ ПОЛЯ ЗЕМЛІ.....	50
4.1 Магнітне поле Землі.....	50
4.2 Елементи земного магнетизму.....	51
4.3 Магнітні карти.....	53
5 СИЛА ТЯЖІННЯ ТА ЇЇ РОЗПОДІЛ НА ЗЕМНІЙ КУЛІ.....	61
5.1 Сила тяжіння.....	62
5.2 Одиниці сили тяжіння.....	66

5.3 Гравітаційна стала (коефіцієнт всесвітнього тяжіння).....	66
5.4 Нормальне та аномальне значення сили тяжіння.....	67
5.5. Редукція сили тяжіння.....	67
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА.....	73
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	76

ВСТУП

Навчальний посібник **«Основи геофізики. Практикум»** містить теоретичні відомості з практичних робіт начального курсу «Геофізика з основами астрономії» (блок «Геофізика») для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальностями 103 «Науки про Землю» та 193 «Геодезія та землеустрій» і відповідає силлабусам дисципліни. У навчальному посібнику викладені пояснення, рекомендації та варіанти вхідних даних для виконання практичних робіт, пов'язаних з вивченням форми і розмірів Землі, наслідків її обертання, оцінки і розрахунків елементів сили тяжіння та магнітного поля Землі. Кожний розділ закінчується завданнями різної складності з даної теми, для виконання яких необхідно знати відповідні програмні та теоретичні викладки. Також посібник містить деякі довідкові матеріали та допоміжні таблиці, необхідні для обчислювальних робіт. Короткий теоретичний виклад матеріалу, розміщений на початку кожного розділу, не може замінити підручник або лекції, але сприяє поглибленому розумінню даної теми. Завдання подаються у вигляді завдань, складання графіків, що дає змогу студентам творчо осмислити основи геофізики, розібратися в особливостях та взаємодії оболонок Землі, навчитися читати та аналізувати графіки, тематичні карти, складати за різними матеріалами природні характеристики територій, працювати з літературою, користуватися географічними атласами і різноманітними картами. В кінці кожного розділу розміщені контрольні запитання та тести для самоперевірки та підготовки до тестового контролю з даної теми.

Навчальний посібник призначений для розширення та поглиблення знань і вмінь, отриманих студентами під час лекційних занять з дисципліни, здобуття навичок самостійного виконання практичних робіт та правильного оформлення результатів згідно з діючими нормативами. Даний навчальний посібник є логічним доповненням вже існуючої навчально-методичної літератури з курсу «Геофізика з основами астрономії» (блок «Геофізика»), посилення на яку наведені наприкінці даного посібника.

За своїм змістом та формою подання матеріалу навчальний посібник охоплює тематику дисципліни «Геофізика з основами астрономії» (блок «Геофізика»), а головне – дає змогу студентам здійснювати весь комплекс виконання практичних робіт – від вивчення теорії по окремим темам до оформлення результатів виконаної роботи, в чому і полягає основна цінність даної розробки.

Навчальний посібник «Основи геофізики. Практикум» підготовлений на основі власного багаторічного досвіду колективу авторів по викладанню навчального курсу «Геофізика з основами астрономії» (блок «Геофізика») для студентів ОДЕКУ.

1 ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО–ГЕОГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗЕМНОЇ КУЛІ

Дисципліна "Геофізика з основами астрономії" передбачає роботу студентів по вивченню фізико-географічних елементів земної поверхні. Самостійному вивченню підлягають не всі фізико-географічні об'єкти земної кулі, а лише основні, що мають інтерес для спеціалістів гідрометеорологічного та екологічного профілю. Склад цих об'єктів визначений у переліку, окремо по кожному материку і по Океанії.

У межах материка однорідні фізико - географічні об'єкти розташовані в послідовності *північ - захід – південь - схід - північ*. Якщо включені в перелік об'єкти мають широтне або меридіональне розташування, вони приведені в послідовності відповідно *зі сходу на захід або з півночі на південь*.

Вивчення основних фізико - географічних об'єктів земної поверхні зводиться до знаходження їх на фізичній карті і *запам'ятовуванню назви кожного об'єкта* даного в переліку та *нанесенні їх на контурну карту*. При цьому використовуються географічний атлас світу або великомасштабні фізичні карти материків.

Якщо важко знайти на карті той або інший об'єкт *необхідно користуватися географічним атласом світу, де в змісті розміщені зведення про місцезнаходження географічних найменувань*.

1.1 Європа

Моря: Баренцево, Біле, Балтійське, Гренландське, Норвезьке, Північне, Ірландське, Середземне, Тірренське, Адріатичне, Іонічне, Егейське, Мармурове, Чорне, Азовське.

Затоки: Печорська губа, Чеська губа, Мезенська губа, Двіньська губа, Онезька губа, Кандалакська губа, Ботнічна, Фінська, Ризька, Брістольська, Біскайська.

Протоки: Маточкін Шар, Карські Ворота, Югорський Шар, Скагеррак, Каттегат, Великий Бельт, Малий Бельт, Па-де-Кале, Ла-Манш, Гібралтарська, Мессинська, Дарданелли, Босфор, Керченська.

Острови; Земля Франца-Йосифа, Нова Земля, Вайгач, Колгуєв, Аландські, Хііума, Саарема, Готланд, Зеландія, Фьон, Шпіцберген, Ведмежий, Ян-Майєн, Ісландія, Фарерські, Шотландські, Оркнейські, Гебридські, Ірландія, Великобританія, Балеарські, Корсика, Сардинія, Сіцилія, Сіцилія, Ліпарські, Мальта, Кріт.

Миси: Желанія, Канін Нос, Нордкін, Нордкап, Рока, Маррока.

Півострови: Канін, Кольський, Рибачий, Скандінавський, Ютландія, Корнуелл, Котантен, Бретань, Піренейський, Апеннінський, Балканський, Пелопоннес, Кримський, Керченський.

Низовини: Мещерська, Поліська. Північно-Німецька, Північно-Французька, Ломбардська, Средньо-Дунайська /Угорська/, Нижньо-Дунайська, Придніпровська, Азово - Причорноморська, Колхідська, Курінська, Прикаспійська, Прикубанська, Оксько-Донська.

Височини: Тіманський Кряж, Північні Ували, Среднеруська, Валдайська, Білоруська гряда, Центральний /Французький/ масив, Смоленсько-Московська, Волино-Подільська. Донецький кряж, Ставропольська, Приволжська.

Гори: Пай-Хой, Хібіни, Скандинавські, Пеннінські, Піренеї, Рейнсько-Сланцеві, Богези, Шварцвальд, Альпи, Апенніни, Рудні, Судети, Карпати, Дінарські, Родопські. Балкани, Кримські, Мугоджари, Урал.

Вулкани: Гекла, Везувій, Етна, Стромболі, Санторін.

Ріки: Печора, Північна Двіна; Онега, Свір, Нева, Мста, Луга, Велика, Нарва. Західна Двіна; Німан; Вісла - права притока Буг; Одер, Ельба, Рейн, Темза, Сена, Луара, Гарронна, Рона, Ебро, Дуеро, Тахо, Гвадіана, По; Дунай - праві притоки Драва, Сава, Морава; ліві притоки - Тиса, Сирет, Прут; Дністер, Південний Буг; Дніпро - праві притоки Березина, Прип'ять, Тетерев, Інгулець, ліві притоки - Сож, Десна, Сула, Псел, Ворс; Дон - права притока Сіверський Донець, ліві притоки - Воронеж, Хопер, Ведмедиця, Манич; Кубань, Терек, Кума; Волга - праві притоки Ока з Москвою і Клязьмою, Сура, ліві притоки - Кама з Вяткою і Білою; Урал.

Озера: Імандра, Онежське, Ладозьке. Чудське з Псковським, Ільмень, Веттерн, Женевське, Балатон, Ельтон, Баскунчак ,

Водосховища: Волховське, Київське, Кременчуцьке, Каховське, Камське, Волгоградське, Саратовське, Куйбишевське, Горьківське, Рибинське.

1.2 Азія

Моря: Червоне, Аравійське, Андаманське, Південно-Китайське, Яванське, Целебеське, Східно-Китайське, Жовте, Японське, Охотське, Берингове, Чукотське, Східно-Сибірське, Лаптевих, Карське.

Затоки: Перська, Аденська, Бенгальська, Сіамська, Петра Великого, Шеліхова, Анадирська, Чаунська губа, Бухта Тіксі.

Протоки: Баб-ель-Мандебська, Малаккська, Зондська, Макасарська, Корейська, Сангарська, Лаперуза, Татарська, Берінгова, Лаптева, Вількіцького, Шокальського.

Острови: Родос, Кіпр, Лаккадівські, Мальдівські, Цейлон, Андаманські, Никобарські; Великі Зондські: Суматра, Ява, Калімантан, Сулавесі /Целебес/; Малі Зондські: Тімор, Флорес; Молуккські, Філіппінські, Хайнань, Тайвань; Японські острови: Рюкю, Кюсю, Сікоку, Хонсю, Хоккайдо; Курильські, Сахалін, Командорські, Врангеля, Новосибірські, Північна Земля.

Миси: Баба, Буру, Челюскін, Дежньова.

Півострови: Мангишлак, Апшеронський, Мала Азія, Синайський, Аравія, Індостан, Індокитай, Малакка, Корея, Камчатка, Чукотський, Таймир, Гиданський, Ямал.

Низовини: Західно-Сибірська, Туранська, Месопотамська, Індогоганська, Китайська, Нижньо-Амурська, Колимо-Індігирська, Турфанська западина.

Плоскогір'я: Мало-Азіатське, Аравійське, Іранське, Декан, Тибет, Гобі, Середньо-Сибірське, Казахський дрібносопковик, Устюрт.

Гори: Великий Кавказ, Малий Кавказ, Понтійські, Ельбурс, Копетдаг, Гіндукуш, Памір, Каракорум, Гімалаї, Тянь-Шань, Алтай, Саяни Західні, Саяни Східні, Яблуневий хребет, Великий Хінган, Становий хребет, Сихоте-Алінь, Верхоянський хребет, Хребет Черського, Колімеский /Гидан/, Коряцький, Анадирський.

Вулкани: Демавенд, Кракатау, Фудзіяма, Ключевська Сопка.

Ріки: Терек, Кура, Тигр, Євфрат, Інд, Ганг, Брахмапутра, Іраваді, Салуїн, Меконг, Янцзи, Хуанхе; Амур - праві притоки Уссурі, Зей, Бурей; Анадир, Колима, Індігирка, Яна, Лена - праві притоки Вітім, Ольокма, Алдан, ліва притока - Віллой; Хатанга - права притока Хета; П'ясіна, Єнісей - праві притоки Ангара, Підкаменна Тунгуска, Нижня Тунгуска; Об - праві притоки Том, Чулим, ліві притоки - Іртиш з Ішимом і Тоболом; Емба, Чу, Сирдар'я, Амудар'я, Теджен, Мургаб.

Озера: Севан, Ван, Резайє /Урмія/, Мертве море /озеро/, Лобнор, Ханка, Таймир, Байкал, Зайсан, Балхаш, Іссик-Куль, Аральське, Каспійське.

Пустелі: Руб-Ель-Халі, Кизилкум, Каракуми, Іранська, Тар, Такла-Макан, Гобі.

Водосховища: Іркутське, Братське, Красноярське, Новосибірське,

Канали: Каракумський, Великий Ферганський, Суецький.

1.3 Африка

Моря: Середземне, Червоне.

Затоки: Гвінейська, Аденська.

Протоки: Гібралтарський, Мозамбікський.

Острови: Азорські, Мадейра, Канарські, Зеленого Мису, Вознесіння, Святої Олени, Трістан-да-Кунья, Мадагаскар, Маскаренські, Коморські, Сейшельські, Сокотра.

Миси: Рас -Ангела, Альмаді, Доброї Надії, Голковий, Рас -Хафун.

Півострови: Сомалі.

Гори: Атлас, Тібесті, Драконові, Ефіопське нагір'я.

Вулкани: Камерун, Кенія, Кіліманджаро.

Річки: Сенегал, Нігер, Конго - права притока Убанга, ліва притока - Касаї, Оранжева, Лімпопо, Замбезі, Ніл - притоки Білий та Голубий Ніл.
Озера: Чад, Тана, Вікторія, Танганьїка, Ньяса.
Пустелі: Нубійська, Аравійська, Лівійська, Сахара, Наміб, Калахарі.

1.4. Австралія

Моря: Тиморське, Тасманове, Коралове.
Затоки: Карпентарія, Велика Австралійська.
Протоки: Торосова, Бассова.
Острови: Тасманія, Нова Зеландія.
Миси: Йорк, Стіп-Пойнт, Південний, Байрон.
Півострови: Кейп-Йорк, Арнем - Ленд.
Низовини: Південно – Австралійська.
Плоскогір'я: Західно-Австралійське.
Гори: Великий Вододільний хребет, Австралійські Альпи.
Ріки: Куперс-Крік, Муррей - притока Дарлінг,
Озера: Ейр.
Пустелі: Велика Піщана Пустеля, Велика Пустеля Вікторія.

1.5 Північна Америка

Моря: Берингове, Карибське, Баффіна, Бофорта.
Протоки: Берингова, Флоридська, Гудзонова, Девісова.
Затоки: Каліфорнійська, Мексиканська, Св.Лаврентія, Гудзонова.
Острови: Арктичний архіпелаг, Св.Лаврентія, Алеутські, Великі Антильські, Куба, Ямайка, Гаїті, Пуерто-Ріко; Малі Антильські - о. Мартиніка; Багамські, Бермудські, Ньюфаундленд, Баффінова Земля, Гренландія.
Півострови: Аляска, Каліфорнія, Юкатан, Флорида, Нова Шотландія, Лабрадор.
Низовини: Гудзонової затоки, Миссісіпська, Приатлантична, Примексиканська, Юкатан.
Миси: Барроу, Принца Уельського, Мар`ято, Сент-Чарльз.
Плоскогір'я: Колумбійське, Великий Басейн, Колорадо, Мексиканське.
Гори: Кордельєри, Береговий хребет, Каскадні, С`єрра - Невада, Скелясті, Аппалачі.
Вулкани: Орісаба, Попокатепетль Мон-Пеле (о. Мартиніка).
Ріки: Маккензі, Юкон, Колумбія, Колорадо, Міссісіпі - права притока Арканзас; Міссурі - ліва притока Огайо; Св. Лаврентія.
Озера: Велике Ведмеже, Велике Невольничє, Атабаска, Вінніпег, Велике Солоне, Нікарагуа, Верхнє, Мічиган. Гурон, Ері, Онтаріо.

Пустелі: Великий Басейн, Мексиканська.

Канали: Панамський.

1.6 Південна Америка

Моря: Карибське.

Затоки: Венесуельська, Маракайбо, Ла-Плата.

Протоки: Магелланова.

Острови: Галапагос, Вогняна Земля, Фолклендські.

Миси: Галлінас, Паріньяс, Горн, Кабу-Бранку.

Низовини: Орінокська, Амазонська, Ла - Платська.

Плоскогір'я: Гвіанське, Бразильське.

Гори: Анди.

Вулкани: Котопахі, Чімборасо.

Ріки: Оріноко, Сан-Франциско, Амазонка - права притока Мадейра, ліва притока - Ріу-Негру; Парана - права притока Парагвай, ліва притока - Уругвай.

Озера: Тітікака.

Пустелі: Атакама.

1.7 Океанія

Меланезія: Нова Гвінея, Соломонові о-ви, Нові Гебриди, Нова Каледонія, Фіджі.

Мікронезія: Маріанські о-ви, Каролінські о-ви, Маршаллові о-ви.

Полінезія: Гавайські, о-ви Лайн (Центральні Полінезійські Споради), Самоа, Туамоту.

1.8 Течії та западини

Атлантичний океан: Гольфстрім /Північно-Атлантична/, Гренландська, Лабрадорська, Гвінейська, Північно-Пасатна, Південно-Пасатна, Бразильська, Канарська.

Западини: Пуерто-Ріко /-8742 м/.

Тихий океан: Аляскінська, Камчатська, Куро-Сіво, Північно-Пасатна, Південно-Пасатна, Східно-Австралійська, Перуанська, Каліфорнійська.

Западини: Маріанська /-11022 м/, Курило-Камчатська /-9783м/,

Тонга /-10882/, Філіппінська /-10365м/, Японська /-9810м/.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗЕМЛЮ

Середня відстань від Землі до Сонця	149597870 км
Середня відстань від Землі до Місяця	384400 км
Час повного оберту Землі навколо своєї осі (зоряна доба).....	23 год. 56 хв. 4,09 сек
Період обертання Землі навколо Сонця (тропічний рік)	365,25 доби
Середня швидкість руху Землі по орбіті	29,76 км/сек.

2.1 Розміри земного еліпсоїда (по Ф. Н. Красовському)

Велика піввісь (екваторіальний радіус), a	6 378,2 км
Мала піввісь (полярний радіус), b	6 356,9 км
Стиснення $a = \frac{a - b}{a}$	1 : 298,3
Середній радіус Землі, прийнятої за кулю	6371,2 км
Довжина меридіана	40008,6 км
Довжина екватора	40075,7 км
Довжина дуги 1 ⁰ меридіана на широті 0 ⁰	110,6 км
Довжина дуги 1 ⁰ меридіана на широті 45 ⁰	111,1 км
Довжина дуги 1 ⁰ меридіана на широті 90 ⁰	111,7 км
Поверхня Землі.....	510100000 кв. км
Середня висота суші над рівнем океану	875 м
Середня глибина світового океану	3800 м
Найбільша висота суші над рівнем океану (Джомолунгма).....	8 848 м
Найбільша глибина Світового океану (Маріанський жолоб)...	11022 м
Найбільша температура повітря спостерігалася:	
у районі Триполі (Північна Африка)	58°
у долині Смерті (США, Каліфорнія)	56° ,7
Сама низька температура повітря спостерігалася:	
в Антарктиді на станції "Восход".....	- 88°,3
у районі Оймякона... ..	- 71°
Найменша середньорічна кількість опадів випадає в районах:	
Дахла (Єгипет)	1 мм
Икіке (Чілі)	3 мм
Найбільша середньорічна кількість опадів випадає в районах:	
Черапунджі (Індія)	10854 мм
Дебунджа (Камерун)	9 655 мм

2.2 Розподіл суші і води на земній кулі. Основні характеристики океанів та морів

Поверхня земної кулі	Північна півкуля		Південна півкуля		Земля в цілому	
	В МЛН. КВ. КМ.	В %	В МЛН. КВ. КМ	В %	В МЛН. КВ. КМ	В %
Суша	100	39	49	19	149	29
Вода	155	61	206	81	361	71
Всього	255	100	255	100	510	100

Океани

Н а з в а	Площа, <i>тис. кв. км</i>	Найбільша глибина, <i>м</i>
Тихий	178684	11022
Атлантичний	91655	8742
Індійський	76174	7209
Пн. Льодовитий	14699	5527

Моря

Н а з в а	Площа, <i>тис. кв. км</i>	Найбільша глибина, <i>м</i>
-----------	------------------------------	--------------------------------

Тихий океан

Банда	714	7440
Берінгове	2315	4097
Східно - Китайське	836	2719
Жовте	416	106
Коралове	4068	9174
Охотське	1603	3521
Сулавесі	453	5914
Сулу	335	5576
Тасманове	3336	5466
Фіджі	3177	7633
Філіппінське	5726	10265
Південно - Китайське	3537	5560
Японське	1062	3699

Атлантичний океан

Адріатичне	139	1230
Азовське	39	13
Балтійське	419	470
Карибське	2777	7090
Мармурове	12	1389
Північне	565	725
Середземне	2505	5121
Чорне	422	2210
Егейське	192	2529

Індійський океан

Андаманське	605	4507
Аравійське	4592	5803
Арафурське	1017	3680
Червоне	460	3039
Тіморське	432	3310

Північний льодовитий океан

Баренцево	1414	600
Баффіна	511	2414
Біле	350	87
Бофорта	495	3749
Східносибірське	889	358
Гренландське	1181	5527
Карське	600	885
Лаптевих	663	3385
Норвезьке	1383	3970
Чукотське	587	1256

Глибоководні улоговини – жолоби

Н а з в а	Найбільша глибина, м
-----------	----------------------

Тихий океан

Алеутський	7822
Ідеу - Бонінський	9810
Кермадек	10047
Курило - Камчатський	9717
Маріанський	11022
Завдай	7790
Перуанський	6601
Тонга	10882
Філіппінський	10265
Центральноамериканський	6489
Чілійський	8069

Атлантичний океан

Кайман	7090
Пуерто - Ріко	8742
Романш	7856
Південно - Сандвічев	8264

Індійський океан

Зондський	7209
-----------	------

Північний льодовитий океан

"Літке"	5449
---------	------

Протоки

Назва	Найменша ширина, км	Найбільша глибина, м
Баб-ель-Мандебська	26	323
Басова	224	97
Берінгова	86	70
Великий Бельт	11	58
Босфор	0,7	80
Гібралтарська	14	1181
Гудзонова	115	600
Дарданелли	1.3	106
Зондська	22	1080
Карські Ворота	45	119
Каттегат	60	124
Корейська	180	230
Ла-Манш(Англійський канал)	32	172
Лаперуза	43	118
Магелланова	3,3	1170
Малаккська	40	151
Малий Бельт	0.6	35
Мессінська	3,5	1240
Мозамбікська	400	3520
Ормузьська	56	219
Отранто	75	1247
Па-де-Кале (Дуврська)	29	64
Сінгапурська	4,6	157
Скагеррак	110	809
Тайванська	130	1680
Татарська	46	230
Торресова	170	22
Флоридська	80	2084
Цугару (Сангарська)	18	521
Ересунн (Зунд)	3,4	38

2.3 Європа

Площа (включаючи острови).....10507000 кв. км
 Площа островів730000 кв. км
 Довжина берегової лінії38000 км
 Середня висота над рівнем моря300 м
 Найбільша висота над рівнем моря (г. Ельбрус)5642 м
 Найменша висота від рівня моря (рівень Каспійського моря)..... -28 м
 Сама північна точка материка -мис. Нордкін.....71°08' пн. ш. 27°42' сх. д.
 Сама південна точка материка- мис Маррокі36°00' пн. ш. 5°37' зх. д.
 Сама західна точка материка мис Рокка..... 38°47' пн. ш. 9°34' зх. д.

Річки

Назва	Довжина, км	Площа басейну, тис. кв. км
Волга	3531	1360
Дунай	2857	817
Урал	2428	237
Дніпро	2200	504
Дон	1870	422
Печора	1 809	322
Рейн	1320	224
Пн.. Двіна (з Сухоноюю)	1302	357
Ельба (Лаба)	1 165	144
Вісла	1068	194
Зах. Двіна (Даугава)	1020	88
Луара	1020	120
Тахо (Тежу)	1007	81
Німан	937	98
Маас	925	49
Одра (Одер)	912	119
Ебро	910	84
Рона	812	98
Сена	776	79
По	652	75
Темза	334	15

Озера

Назва	Площа, кв. км	Найбільша глибина, м
Каспійське море	371000	1025
Ладожське	17700	215
Онезьке	9720	100
Венерн	5585	100
Чудське з Псковським	3550	15
Веттерн	1912	120
Сайма	1 800	58
Меларен	1 140	60
Інарі	1050	60
Балатон	596	11
Женевське	582	310
Боденське	538	252
Гарда	370	346
Скадарське	356	12
Преспа	285	54

Острови

Назва	Площа, кв. км	Назва	Площа, кв. км
Великобританія	230000	Колгуєв	5250
Ісландія	103000	Балеарські о-ви	5000
Ірландія	84000	Евбея	3770
Нова Земля, о-ви	82600	Мальорка	3410
Шпіцберген, арх.	62000	Вайгач	3383
Сіцілія	26700	Готланд	2960
Сардінія	24100	Сааремаа	2714
Земля Франца-Йосифа, арх.	16100	Еланд	1348
Корсіка	8720	Керкіра	592
Кріт	8300	Борнхольм	588
Зеландія	7016	Мальта	246

Вершини

Назва	Гірська система, країна	Висота над рівнем моря, м
Ельбрус	Великий Кавказ	5642
Казбек	Великий Кавказ	5033
Монблан	Західні Альпи	4807
Монте - Роза	Західні Альпи	4634
Фінстерархорн	Західні Альпи	4274
Гросглокнер	Східні Альпи	3797
Муласен	Сьєрра-Невада	3478
пік Ането	Піренеї	3404
Мусала	Болгарія	2925
Олімп	Греція	2917
Корно	Апенніни	2914
Герлаховські-Штіт	Західні Карпати	2655
Молдовяну	Південні Карпати	2543
Гальхепігген	Скандинавські гори	2470
Ботев	Стара-Планіна	2376

Вулкани

Назва	Гірська система, острови	Висота над рівнем моря, м
Етна	о. Сіцілія	3340
Хваннадальсхіукюр	о. Ісландія.	2119
Гекла	о. Ісландія	1491
Везувій	Апенніни	1277
Стромболі	Ліпарські о-ви	926
Вулькано	Ліпарські о-ви	499

2.4 Азія

Площа (включаючи острови).....	44363000 кв. км
Площа островів.....	2000000 кв. км
Довжина берегової лінії.....	62000 км
Середня висота над рівнем моря.....	950 м
Найбільша висота над рівнем моря (г. Джомолунгма).....	8848 м
Найменша висота від рівня моря (рівень Мертвого моря).....	-395 м
Сама північна точка материка - мис Челюскін..	77°43' пн. ш. 104°18' сх. д.
Сама південна точка материка - мис Піай.....	1°16' пн. ш. 103°30' сх. д.
Сама східна точка материка - мис Дежньова.....	66°05' пн. ш. 169°40' зд. д.
Сама західна точка материка - мис Баба.....	39°29' пн. ш. 26°10' сх. д.

Річки

Назва	Довжина, км	Площа басейну, тис. кв. км
Янцзи	6300	1808
Хуанхе	4670	745
Меконг	4500	810
Амур (з Аргунню)	4444	1855
Лена	4400	2490
Єнісей (з Бій-Хемом)	4092	2580
Об	3650	2990
Інд	3180	980
Євфрат (з Муратом)	3065	673
Сирдар'я (з Нарином)	3019	219
Брахмапутра	2900	935
Салуїн	2820	325
Ганг	2700	1 120
Амудар'я (із Пянджем)	2540	309
Іраваді	2150	430
Сіцзян	2130	437
Колима	2129	647
Тарім (з Яркендом і Аксу)	2030	952
Тигр	1950	375

Озера

Назва	Площа, кв. км	Найбільша глибина, м
Аральське море	64000	67
Байкал	31500	1620
Балхаш	18300	26
Іссик-Куль	6280	702
Дунтинху	6000	10
Урмия	5800	16
Кукунор (Цинхай)	4200	38
Ван	3760	145
Поянху	2771	20
Хубсугул	2620	238
Газ	2500	2
Тайху	2210	-
Намцо	2000	-
Мертве море	1050	356

Острови

Назва	Площа, кв. км	Назва	Площа, кв. км
Калімантан	735700	Тімор	33615
Суматра	435000	Сікоку	18760
Хонсю	223400	Сіркама	18200
Сулавесі	179416	Хальмахера	1799
Ява	126500	Курильські о-ви	15600
Лусон	105600	Сумба	15500
Мінданао	95600	Флорес	15175
Хокайдо	77700	Палаван	11800
Сахалін	76400	Банка	11600
Шрі-Ланка	65596	Сумба	11200
Кюсю	42600	Кіпр	9251
Новосибірські острови	38400	Врангеля	7270
Північна Земля, арх.	37560	Карагінський	2120
Тайвань	35948	Вел. Шантар	2000
Хайнань	33700	Окінава	1254

Вершини

Назва	Гірська система	Висота над рівнем моря, м
Джомолунгма (Еверест)	Гімалаї	8848
Чогори	Каракорум	8611
Дхаулагірі	Гімалаї	8221
Нангапарбат	Гімалаї	8126
Улугмузтаг	Куньлунь	7723
Тірічмір	Гіндукуш	7690
Гунгашань	хр. Дасюешань	7590
Кулагангірі	Гімалаї	7554
пік Комунізму	Памір	7495
пік Перемоги	Тянь-Шань	7439
Ньенчен-Тангла	хр. Ньенчен-Тангла	7090
Басудан-Ула	хр. Тангла	6096
Вел. Арарат	Вірменське нагір'я	5165
Зердкух	Загрос	4548
Белуха	Алтай	4506
Качкар	Понтійські гори	3937
Демірказик	хр. Тавр	3726

Вулкани

Назва	Гірська система, територія	Висота над рівнем моря, м
Демавенд	Ельбрус	5604
Ключевська Сопка	п-ов Камчатка	4750
Керінчі	о. Суматра	3805
Фудзіяма	о. Хонсю	3776
Семеру	о. Ява	3676
Сламет	о. Ява	3428
Раунг	о. Ява	3332
Апо	о. Мінданао	2954
Асо	о. Кюсю	1 592
Кракатау	Зондська протока	813

2.5 Африка

Площа (включаючи острови).....	30319000 кв. км
Площа островів.....	1100000 кв. км
Довжина берегової лінії.....	30500 км
Середня висота над рівнем моря.....	750 м
Найбільша висота над рівнем моря (влк. Кіліманджаро).....	5895 м
Найменша висота від рівня моря (рівень оз. Ассаль)	-153 м
Сама північна точка материка - мис Ель-Аб'яд.....	37°20' пн. ш. 9°51' сх. д.
Сама південна точка материка - мис Голковий.....	34°52' пд.ш.19°59'сх. д.
Сама західна точка материка -мис Альмаді.....	14°45' пн. ш. 17°32' зх.д.
Сама східна точка материка -мис Рас-Хафун.....	10°26' пн. ш. 51°23' сх. д.

Річки

Назва	Довжина, км	Площа басейну, тис. кв. км
Ніл (з Кагерою)	6671	2870
Конго (Каїр)	4370	3820
Нігер	4160	2092
Замбезі	2660	1330
Оранжева	1860	1036
Окаванго (Кубанго)	1800	785
Лімпопо	1600	440
Вольта	1600	394
Сенегал	1430	441
Шарі	1400	880
Руфіджі	1400	178
Рувума	800	145

Озера

Назва	Площа, кв. км	Найбільша глибина, м
Вікторія	69000	80
Танганьїка	34000	1435
Ньяса	30800	706
Чад	16600	12
Рудольф	8500	73
Мобуту-Сесе-Секо	5300	57
Мверу	5100	9-15
Бакгвеулу	4920	5
Тана	3100-3600	70
Ківу	2370	496

Острови

Назва	Площа, км
Мадагаскар	587000
Канарські о-ви	7270
Зеленого Мису, о-ви	4033
Сокотра	3580
Реюньон	2510
Азорські о-ви	2390
Коморські о-ви	2171
Біоко	2017
Маврикій	1865
Занзібар	1658
Пемба	984
Сан-Томе	836
Мадейра, о-ви	797
Сейшельські	405
Прінсіпі	128
Св. Олени	122
Родрігес	111
Вознесіння	88

Вершини

Назва	Гірська система, країна, територія	Висота над рівнем моря, м
Кенія	Кенія	5199
Пік Маргерита	Заір-Уганда	5109
Рас-Дашен	Ефіопське нагір'я	4623
Тубкаль	Високий Атлас	4165
Табана-Нтленьяна	Драконові гори	3482
Эмі - Кусі	нагір'я Тібесті	3415
Марра	Судан	3088
Пітон – де- Неж	о. Реюньон	3069
Тахат	нагір'я Ахаггар	3003
Марумукутру	о. Мадагаскар	2876
Брандберх	Намібія	2601
Шелія	Сахарський Атлас	2328
Лалла-Хедіджа	Тель - Атлас	2308

Вулкани

Назва	Гірська система, країна, територія	Висота над рівнем моря, м
Кіліманджаро	Танзанія	5895
Меру	Танзанія	4567
Карісімбі	гори Вірунга	4507
Камерун	Камерун	4070
Тейде	о. Тенеріфе	3718
Фогу	о. Фогу	2829
Телекі	Кенія	646

2.6 Північна Америка

Площа (включаючи острови).....24247000 кв. км
 Площа островів..... 3890000 кв. км
 Довжина берегової лінії.....60000 км
 Середня висота над рівнем моря..... 720 м
 Найбільша висота над рівнем моря (г. Мак-Кінлі).....6193 м
 Найменша висота над рівнем моря (долина Смерті)..... - 85 м
 Сама північна точка материка - мис Мерчісон 71°50' пн. ш. 94°45' зх.д.
 Сама південна точка материка - мис Мар'ято.....7°12' пн.ш. 80°52' зх.д.
 Сама східна точка материка - мис Сент - Чарльз.....52°24' пн. ш. 55°40' зх.д.
 Сама західна точка материка - мис Принца Уельського.....65°35' пн. ш.
 168°00' зх.д.

Річки

Назва	Довжина, км	Площа басейну, тис. кв. км
Міссісіпі (з Міссурі)	5971	3268
Макензі (з Атабаскою)	5472	1800
Св. Лаврентія	3057	1269
Ріо-Гранде (Ріо-Браво-дель-Норте)	3033	570
Юкон	2897	855
Нельсон	2574	1070
Колорадо	2333	635
Колумбія	1953	669
Черчілл	1609	281

Озера

Назва	Площа, <i>кв. км</i>	Найбільша глибина, <i>м</i>
Верхнє	84130	393
Гурон	59700	208
Мічіган	58100	281
Вел. Ведмеже	31329	137
Вел. Невільниче	28570	614
Ері	25667	64
Вінніпег	24390	18
Онтаріо	19554	236
Нікарагуа	8430	70
Атабаска	7936	60
Оленяче	6651	-
Вінніпегосіс	5374	12
Манітоба	4646	28
Вел.. Солоне	4144	14

Острови

Назва	Площа, <i>кв. км</i>	Назва	Площа, <i>кв. км</i>
Гренландія	2176000	Ванкувер	32100
Баффінова Земля	512000	Сомерсет	24300
Вікторія	213800	Алеутські о-ви	17666
Елсмір	202700	Прінс-Патрік	15800
Ньюфаундленд	111 000	Багамські о-ви	11 400
Куба	105007	Ямайка	11 100
Гаїті	77200	Кейп-Бретон	10300
Банке	69900	Королеви Шарлоти, о-ви	10282
Девон	56400	Кадьяк	9515
Саутгемптон	44 149	Пуерто - Ріко	8900
Мелвілл	42 100	Антікості	7880
Олександра, арх.	36800	Св. Лаврентія	4900
Аксель-Хейберг	34400	Гваделупа	1 779
Принца Уельського	33338	Мартініка	1100

Вершини

Назва	Гірська система, територія	Висота над рівнем моря, м
Мак-Кінлі	Аляскінський хр.	6193
Логан	Аляска	6050
Св. Іллі	Аляска	5488
Уїтні	Сьєрра-Невада	4418
Елберт	Скелясті гори	4399
Пенья Невада	Східна Сьєрра-Мадре	4054
Уоддінгтон	Береговий хребет	4042
Робсон	Скелясті гори	3954
Чоррерас	Зах. Сьєрра-Мадре	3 150
Майклсон	хр. Брукс	2816
Мітчелл	Аппалачі	2037

Вулкани

Назва	Гірська система, країна, територія	Висота над рівнем моря, м
Орісаба	Мексіка	5700
Попокатепетль	Мексіка	5452
Сан форт	Аляска	4939
Рейнір	Каскадні гори	4392
Шаства	Каскадні гори	4317
Тахумулько	Гватемала	4217
Ірасу	Коста - Ріка	3432
Худ	Каскадні гори	3427
Лассен-Пік	Сьєрра - Невада	3 187
Іліамна	Аляска	3075
Шішалдіна	о. Унімак	2860
Катмай	Аляска	2047

2.7 Південна Америка

Площа (включаючи острови)17834000 кв. км
 Площа островів150000 кв. км
 Довжина берегової лінії біля 26000 км
 Середня висота над рівнем моря580 м
 Найбільша висота над рівнем моря (г. Аконкагуа)6960 м
 Найменша висота від рівня моря (п-ів Вальдес) - 40 м
 Сама північна точка материка - мис Гальїнас 12°25' пн. ш. 71°35' зх.д.

Сама південна точка материка -мис Фроуерд 53°54' пд.ш. 71°18' зх.д.
 Сама східна точка материка -мис Кабу-Бранку 7°09' пд.ш. 34°46' зх. д.
 Сама західна точка материка -мис Паріньяс 4°45' пд.ш. 81°20' зх. д.

Річки

Острови

Назва	Довжина, км	Площа басейну, тис. кв. км	Назва	Площа, кв. км
Амазонка (з Мараньйоном)	6437	7 180	Вогняна Земля	48000
Амазонка (з Укаялі)	6280	6915	Фолклендські (Мальвінські) о-ви	11 960
Ла-Плата (з Параною)	4700	3100	Чілоє	8400
Сан-Франціску	2896	600	Галапагос, о-ви	7430
Токантінс	2850	770	Трінідад	4820
Оріноко	2740	1 000	Кюрасао	447
Уругвай	1 609	306	Тобаго	300
Магдалена	1550	260		

Озера

Назва	Площа, кв. км	Найбільша глибина, м
Маракайбо	13300	250
Тітікака	8300	304
Поопо	2530	3

Вулкани

Назва	Країна	Висота над рівнем моря, м
Льюльяйльяко	Чілі-Аргентина	6723
Сан-Педро	Чілі	6 154
Чачани	Перу	6075
Котопахі	Еквадор	5 896
Руїс	Колумбія	5400
Осорно	Чілі	2660

Вершини

Н а з в а	Гірська система, країна	Висота над рівнем моря, м
Аконкагуа	Аргентина	6960
Ільїмані	Болівія	6882
Охос-дель-Саладо	Аргентина-Чілі	6880
Тупунгато	Аргентина-Чілі	6800
Уаскаран	Перу	6768
Ільямпу	Болівія	6485
Коропуна	Перу	6425
Чімборасо	Еквадор	6267
Крістобаль-Колон	Колумбія	5800
пік Болівар	Венесуела	5007
Сан-Валентин	Чілі	4058
Бандейра	Бразилія	2890
Рорайма	Гвіанське плоскогір'я	2810
Агульяс-Неграс	Бразилія	2787

2.8 Антарктида

Площа (включаючи острова і шельфові льодовики).....14100000 кв. км
 Площа островів.....22000 кв. км
 Площа шельфових льодовиків.....1582000 кв. км
 Довжина берегової лінії.....30000 км
 Середня висота Антарктиди з шельфовими льодовиками над рівнем моря..... 2040 м
 Найбільша висота над рівнем моря (масив Вінсон).....5140 м
 Сама північна точка материка (Антарктичний п-ов)..... 63°13' пд.ш.

ОСТРОВИ

Назва	Площа, кв. км	Назва	Площа, кв. км
Південна Георгія	4770	Південні Оркнейські о-ви	1230
Південні Шетландські о - ви	2300	Південні Сандвічеві о-ви	371

ВЕРШИНИ

Назва	Гірська система, територія	Висота над рівнем моря, м
масив Вінсон	Земля Елсуерта	5 140
Джексон	Антарктичний п-ов	4191
Мінто	Земля Вікторії	4163
Мензіс	гори Принс - Чарльз	3 355

2.9 Австралія та Океанія

Площа Австралії та Океанії.....8511000 кв. км
 Площа материка Австралії..... 7687000 кв. км
 Довжина берегової лінії Австралії.....19700 км
 Середня висота над рівнем моря..... 350 м
 Найбільша висота над рівнем моря (г. Косцюшко)..... 2230 м
 Найменша висота від рівня моря (рівень оз. Ейр)..... -12 м
 Сама північна точка материка - мис Йорк.....10°41' пд. ш. 142°32' сх. д.
 Сама південна точка материка - мис Південно - Східний..... ..39°11' пд. ш. 146°25' сх. д.
 Сама східна точка материка - мис Байрон.....28°38' пд. ш. 153°39' сх. д.
 Сама західна точка материка - мис Стіп-Пойнт.. .26°09' пд. ш. 113°05' сх. д.

Річки

Назва	Довжина, км	Площа басейну, тис. кв. км
Муррей (з Дарлінгом)	3750	1160

Озера

Назва	Площа, кв. км
Ейр	до 15000
Торенс	до 5 700

Вулкани

Назва	Країна, територія	Висота над рівнем моря, м
Мауна-Лоа	о-ви Гавайські	4 170
Руапеху	Нова Зеландія	2796
Улавун	о. Нова Британія	2300

Острови

Назва	Площа, кв. км	Назва	Площа, кв. км
Нова Гвінея	829300	Самоа, о-ви	3000
Нова Зеландія, о-ви	265300	Каролінські о-ви	1320
Тасманія	68400	Таїті	1040
Соломонові о-ви	40400	Туамоту о-ви	810
Нова Британія	36600	Тонга о-ви	699
Фіджі о-ви	18200	Маріанські о-ви	600
Гавайські о-ви	16700	Гуам	534
Нова Каледонія	16700	Кука о-ви	240
Нові Гебриди о-ви	14800	Маршаллові о-ви	181
Бугенвіль	10000	Науру	21
Нова Ірландія	8650	Уейк	8

Вершини

Назва	Гірська система, країна, територія	Висота над рівнем моря, м
Джая	о. Нова Гвінея	5029
Кука	Нова Зеландія	3756
Косцюшко	Австралійські Альпи	2230
Паньє	о. Нова Каледонія	1 628
Бартл-Фрір	Вел. Вододільний хр.	1 611
Легг - Пік	о. Тасманія	1 573

2.10 Водоспади світу

Назва	Місцеположення	Висота падіння, м
-------	----------------	----------------------

Євразія

Бьюльвефосс	річка Бьюльвефосс, Норвегія	886
Утігард	Норвегія	610
Килі	Норвегія	561
Гаварні	річка Гав-де-По, Центральні Піренеї, Франція	422
Крімль	річка Крімлер-Ахе, Австрія	380
Серіо	річка Серіо (басейн По), Італія	315
Гісбах	річка Гісбах, Швейцарія	300
Ілля Муромец	острів Ітуруп, Росія	141

Африка

Тугела	річка Тугела, ЮАР	933
Каламбо	річка Каламбо	427
Ауграбіс	річка Оранжева, ЮАР	146
Вікторія	річка Замбезі	120

Північна Америка

Йосемітський	річка Мерсед, Йосемітська долина, США	727,5
Ріббон	річка Мерсед, Йосемітська долина, США	484
Аппер-Йосеміте	річка Йосеміте, Йосемітська долина, США	435
Такакко	річка Йохо, Канада	366
Сілвер-Странд	річка Мерсед, Йосемітська долина, США	351
Ніагарський	річка Ніагара, межа США і Канади	51

Південна Америка

Анхель	притока річки Чурун (система річки Оріноко), Гвіанське нагір'я, Венесуела	1054
Кукенан	річка Кукенан (притока річки Оріноко); Венесуела	610
Рорайма	річка Потаро, Гайана	457
Кайєтур	річка Потаро, Гайана	225
Такандама	річка Богота, Колумбія	137
Ігуасу	річка Ігуасу, Бразилія	72

Австралія і Океанія

Сатерленд	річка Артур, Нова Зеландія (острів Південний)	580
Уолломомбі	річка Мак-Лей, Австралійський союз	519

Примітка. Вище приведені водоспади, висота падіння яких 300 і більш, а також деякі найбільш широкі водоспади.

2.11 Найбільші пустелі світу

Назва	Місцезнаходження	Термічний тип	Переважаючий тип по літологічному характеру відкладень
Каракуми	Середня Азія (Туркменістан)	Помірний	Піщаний, ділянки глинистого
Кизилкум	Середня Азія (Узбекистан і Казахстан)	Помірний	Піщаний, ділянки глинистого і каменистого
Устюрт і Мангишлак	Казахстан	Помірний	Гіпсовий, кам'янистий
Алашань	Центральна Азія (Китай)	Помірний	Піщаний і кам'янистий
Заалтайська Гобі	Центральна Азія (МНР, Китай)	Помірний	Кам'янистий, піщаний
Такла-Макан	Центральна Азія (Китай)	Помірний, перехідний до субтропічного	Піщаний

Дешті-Маркох	Іранське нагір'я (Афганістан)	Субтропічний	Щебнистий і кам'янистий, ділянки піщаного і глинистого
Деште-Лут	Іранське нагір'я (Іран)	Субтропічний	Глинистий і щебнистий
Деште-Кевір	Іранське нагір'я (Іран)	Субтропічний	Глинистий і піщаний
Регістан	Іранське нагір'я (Афганістан)	Субтропічний	Піщаний
Великий Нефуд	Аравійський п-ов (Саудівська Аравія)	Тропічний	Піщаний і кам'янистий
Малий Нефуд	Аравійський п-ов (Саудівська Аравія)	Тропічний	Піщаний
Руб-ель-Халі	Аравійський п-ов (Оман, Саудівська Аравія)	Тропічний	"
Сірійська	Передня Азія і Аравійський п-ов (Сірія, Ірак, Йорданія, Саудовська Аравія)	Субтропічний	"
Тар (Тхар)	Південна Азія (Індія Пакистан)	Тропічний	"
Сахара	Північна Африка (Марокко, Алжир, Лівія, Мавританія, Нігер, Чад, Малі, Єгипет, Туніс, Судан)	"	Щебнистий, кам'янистий, піщаний і глинистий
Лівійська	Північна Африка (Лівія, Єгипет, Судан)	"	Піщаний, щебнистий
Нубійська	Північна Африка (Судан)	"	Кам'янистий і щебнистий, місцями піщаний
Аравійська	Північна Африка (Єгипет)	"	Кам'янистий
Наміб	Південна Африка (Намібія)	"	На півночі - піщаний, на півдні - кам'янистий

Карру	Південна Африка (ЮАР)	Тропічний	Кам'янистий
Мохаве	Північна Америка (США)	Субтропічний	Кам'янистий і глинистий
Сонора	Північна Америка (Мексика)	Тропічний	Кам'янистий
Атакама	Південна Америка (Чилі)	"	Піщаний і кам'янистий
Велика піщана	Австралія	"	Піщаний з ділянками кам'янистого і глинистого
Велика пустеля Вікторія	Австралія	"	Піщаний
Сімпсона	Австралія	"	На півночі - щебнистий, в центрі - піщаний, на півдні - глинистий

3 РУХ ЗЕМЛІ. НАСЛІДКИ, ЩО ВИНИКАЮТЬ В РЕЗУЛЬТАТІ ДОБОВОГО ТА ОРБІТАЛЬНОГО РУХІВ ЗЕМЛІ

Земля одночасно бере участь в ряді рухів. Вона обертається навколо своєї осі, рухаючись навколо Сонця; коло спільного з Місяцем і спільного для всієї сонячної системи центра тяжіння; у складі сонячної системи Земля переміщується навколо ядра Галактики, рухається разом з Галактикою у Всесвіті. Але головними, з точки зору впливу на процеси, що відбуваються на Землі, є обертання її навколо своєї осі та орбітальний рух нашої Планети. Оскільки всі рухи відбуваються одночасно, вплив на процеси, що відбуваються на Землі, переплітаються.

3.1 Обертання Землі навколо своєї осі (добове обертання)

Якщо на Землю дивитись з північного полюсу, Земля, обертаючись із заходу на схід проти годинникової стрілки, робить повний оберт навколо осі за 23 год 56 хв 4 с. *Кутова швидкість* (w) обертання всіх точок Землі однакова, її визначають у радіанах:

$$w = \frac{2\pi}{t}, \quad (3.1)$$

де t - тривалість доби в секундах.

Отже, за одну секунду Земля повертається на кут, який дорівнює $\frac{1}{13750}$ радіана, причому кутова швидкість будь-якої точки Землі однакова ($360^\circ : 24 \text{ год} = 15^\circ/\text{год}$).

Лінійна швидкість обертання залежить від відстані, яку повинна пройти точка за період добового обертання Землі. На екваторі лінійну швидкість (\mathcal{V}) визначають за формулою

$$\mathcal{V} = wR, \quad (3.2)$$

де w - кутова швидкість (у радіанах); R - радіус Землі (на екваторі). Практично її можна обчислити двома способами:

$$\text{а) } \mathcal{V} = \frac{6378.2}{13750} = 464 \text{ м/с}; \quad (3.3)$$

$$\text{б) } \mathcal{V} = \frac{40075600}{24 \cdot 60 \cdot 60} = 464 \text{ м/с}; \quad (3.4)$$

В чисельнику - довжина екватора в метрах, в знаменнику -

тривалість доби в секундах).

Найбільша лінійна швидкість на екваторі, вона зменшується від екватора до полюсів, згідно з

$$\mathcal{V}_\varphi = \mathcal{V}_e \cos\varphi \quad (3.5)$$

де \mathcal{V}_e - лінійна швидкість на екваторі;

φ - географічна широта точки.

Лінійна швидкість усіх точок однієї паралелі однакова, зменшуючись від екватора до полюсів, а на полюсах ($\varphi = 90^\circ$, а $\cos 90^\circ = 0$) вона дорівнює нулю.

3.1.1 Головні геофізичні наслідки добового обертання Землі

Градусну сітку можна побудувати на карті, глобусі у зв'язку з обертанням Землі навколо своєї осі. Нерухомими на поверхні Землі залишаються тільки точки виходу уявної осі обертання Землі, які називаються географічними полюсами (один з них Північний, другий, протилежний йому, - Південний).

Екватор - лінія перерізу земної кулі площиною екватора, яка проходить через центр Землі перпендикулярно до осі обертання Землі. Площина екватора поділяє земну кулю на дві півкулі: північну і південну. Паралельні екватору кола, довжина яких зменшується до полюсів, називаються *паралелями*.

При перерізу Землі площиною, що проходить через вісь обертання Землі та будь-яку точку земної поверхні, виникають лінії, які називають *меридіанами* (тобто лінії, що з'єднують географічні полюси і мають напрямок північ - південь).

У 1884 р. Міжнародна Вашингтонська конференція прийняла за початковий (нульовий) меридіан - **Гринвіч**, який проходить через Гринвіцьку обсерваторію поблизу Лондона.

Паралелі та меридіани утворюють **координатну сітку**, за її допомогою визначаються географічні координати будь-якої точки земної кулі та орієнтуються на місцевості. Щоб визначити координати будь-якої точки, потрібно знати її широту і довготу.

Широта (φ) - це кут між площиною екватора та лінією, яка з'єднує дану точку з центром Землі (рис. 3.1), тобто це довжина дуги в градусах між лінією екватора і даною точкою. Широта відраховується від екватора в напрямку до полюсів (від 0° до 90°), тому вона буває північна (пн.ш.) і південна (пд.ш.).

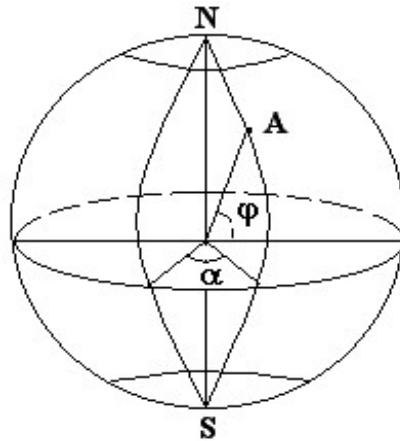


Рисунок 3.1 - Географічні координати
 α - географічна довгота; φ - географічна широта

Довгота (α) вимірюється двогранним кутом між площиною меридіана, на якому знаходиться точка, і площиною початкового меридіана, тобто це довжина дуги в градусах між нульовим меридіаном (Гринвічом) і меридіаном, який проходить через дану точку. Довготи відраховують від нульового (початкового) меридіана на схід і на захід до 180° - меридіана. Довгота буває східна (сх.д.) і західна (зх.д.).

Отже, щоб визначити *географічні координати* будь-якої точки земної кулі, необхідно визначити її географічну широту і довготу, тобто наскільки вона віддалена від екватора та нульового меридіана.

3.1.2 Відцентрова сила

В результаті обертання Землі навколо своєї осі виникає **відцентрова сила**, діюча на тіло, яке знаходиться на поверхні Землі. Дію цієї сили відчують під час катання на каруселі.

Відцентрова сила (f_c) відкидає вас в напрямку, перпендикулярному до осі обертання (рис 1.2). Якщо сила притягання (F), яка діє на кожне тіло, що знаходиться на поверхні Землі, направлена до центра Землі, то відцентрова сила (f_c), спричинена обертанням Землі навколо осі, завжди перпендикулярно направлена до осі обертання Землі і в протилежний бік від осі.

Відцентрова сила - найбільша на екваторі, вона зменшується в напрямку до полюсів (на полюсах дорівнює нулю). Рівнодійна цих двох сил - притягання і відцентрової - найбільшою буде на полюсах і найменшою на екваторі.

Наявністю відцентрової сили та нерівномірністю її розподілу на земній поверхні від полюсів до екватора пояснюється стиснення Землі та фігура Землі - двовісний еліпсоїд.

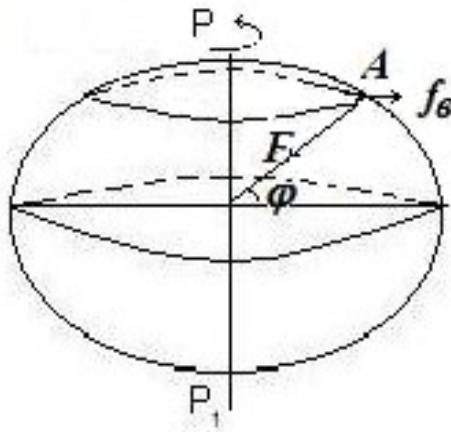


Рисунок 3.2 - Відцентрова сила

3.1.3 Сила Коріоліса

Сила Коріоліса - відхиляюча дія обертання Землі. Одним із важливих наслідків осьового обертання Землі є уявне відхилення тіл від напрямку їх руху. За законом інерції всяке рухоме тіло прагне зберегти напрям (і швидкість) руху відносно світового простору. Якщо рух відбувається відносно поверхні, яка переміщується, в даному разі Землі, що обертається навколо осі, то спостерігачу, пов'язаному з цією поверхнею, здається, що тіло змінює напрям свого руху. В дійсності воно продовжує рухатись в заданому напрямку, не відхиляючись, але поверхня під ним повертається. Відхиляючу дію обертання Землі називають силою Коріоліса.

Сила Коріоліса завжди направлена перпендикулярно до руху тіла, вправо від напрямку руху в північній півкулі і вліво, якщо тіло рухається в південній півкулі Землі.

$$F_k = 2mw \vartheta \sin \varphi, \quad (3.6)$$

де m - маса тіла в кг; w - кутова швидкість Землі в радіанах;
 ϑ - швидкість руху тіла в м/с; φ - географічна широта місця в $^{\circ}$.

Ця сила залежить від швидкості руху тіла, чим швидше воно рухається, тим більше відхилення. Якщо напрям руху тіла співпадає з напрямом осі обертання, відхилення дорівнює нулю, із збільшенням кута між віссю обертання і напрямом руху тіла відхилення зростає. Максимальним воно буде при русі, перпендикулярному до осі обертання. Тобто сила Коріоліса залежить від широти місця. На екваторі відхилення тіл, які рухаються по поверхні Землі, дорівнює нулю ($\varphi = 0^{\circ}$, $F_k = 0$), а на полюсах воно найбільше ($\varphi = 90^{\circ}$, $F_k = \max$). Сила Коріоліса проявляється як при русі тіла вздовж поверхні, що обертається,

так і при падінні на цю поверхню.

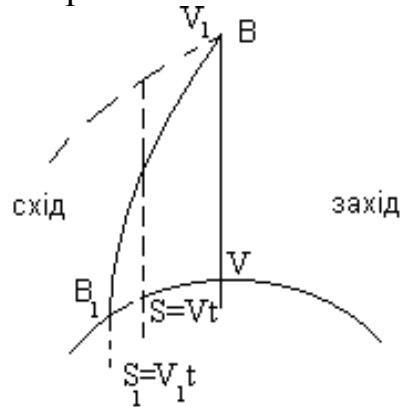


Рисунок 3.3 - Відхилення падаючих тіл.

Це пояснюється просто: лінійна швидкість обертального руху тіл, розташованих на поверхні Землі, різна і залежить від того, на якій відстані R від земної осі вони знаходяться. Як бачимо на рис. 3.3, чим далі від осі обертання розташоване тіло або чим вище воно над Землею, тим більша його лінійна швидкість.

Отже, на вершині високої башти лінійна швидкість (\mathcal{G}_1) більша, ніж біля її підніжжя (\mathcal{G}). Тіло, зберігаючи за інерцією попередню швидкість, за час падіння пройде в повітрі більший шлях ($S_1 = \mathcal{G}_1 \cdot t$) відносно підніжжя башти ($S = \mathcal{G} \cdot t$), тому місце падіння тіла B_1 буде не біля стіни башти, а трохи далі на схід - в напрямку обертання Землі (рис. 3.3).

Зрозуміло, що найбільше відхилення тіла при падінні з висоти спостерігається на екваторі. На полюсах воно дорівнює нулю, тому що напрям падіння збігається з напрямом осі обертання Землі.

Відхилення падаючих тіл найкраще видно в глибоких шахтах, де немає впливу руху повітря. Так, в шахті глибиною 160 м кинута кулька відхиляється на 3 см.

Максимальне відхилення тіла при падінні спостерігатиметься на екваторі і буде зменшуватись в напрямі до полюсів, а на полюсі дорівнюватиме нулю (співпадає з віссю Землі).

Відхилення при падінні тіла на поверхню Землі знаходимо за формулою

$$a = \frac{F_k t^2}{2}, \quad (3.7)$$

де F_k - прискорення сили Коріоліса, яке визначається за формулою

$$F_k = 4\pi\zeta, \quad (3.8)$$

де n - число обертів Землі за 1 с = $\frac{1}{86400}$;

\mathcal{V} - середня швидкість падіння тіла; t - час, за який падає тіло.

Сила Коріоліса пояснює деякі закономірності атмосферної та водної циркуляції. Так вона впливає на напрям вітрів та океанічних течій (всі течії північної півкулі відхилені вправо, а південної - вліво). Ця сила зумовлює підмивання річками правого берегу в північній півкулі і лівого - в південній.

Як приклад розглянемо річковий потік, який протікає по земній поверхні. В зв'язку з тим, що на нього діє сила Коріоліса, він намагається відхилитися від початкового напрямку, але йому заважають береги. Тому цей потік буде постійно підмивати берег (правий - в північній і лівий - в південній півкулі). Як результат цієї сили в північній півкулі праві береги у річок круті, обривисті, а ліві - пологі, піщані, а в південній півкулі - навпаки.

Розглянемо явища, що відбуваються в атмосфері: внаслідок відхиляючої сили обертання Землі та нерівномірного нагрівання земної поверхні утворюються величезні (до кількох тисяч кілометрів в поперечнику) атмосферні вихори - циклони і антициклони.

Циклони зароджуються в районах з теплішим повітрям, де в центрі низький атмосферний тиск. Тому повітряні маси переміщуються від периферії до центру (з області підвищеного тиску) проти годинникової стрілки в північній півкулі і за годинниковою стрілкою в південній півкулі (рис. 3.4)

Антициклони спостерігаються в місцях постійного накопичення холодних повітряних мас із підвищеним атмосферним тиском в центрі та зниженим по периферії. Повітряні маси рухаються з центру до периферії за годинниковою стрілкою в північній півкулі і проти - в південній (рис.3.5).

Як бачимо, саме сила Коріоліса є причиною виникнення циклонів та антициклонів в атмосфері.

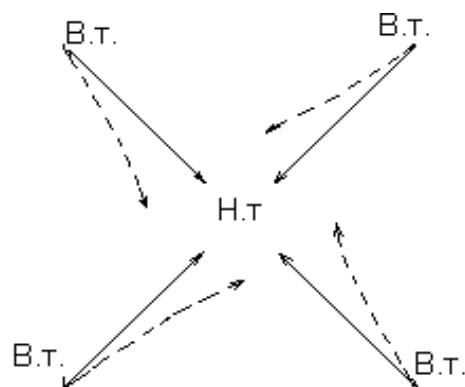


Рисунок 3.4 - Схема циклону в північній півкулі

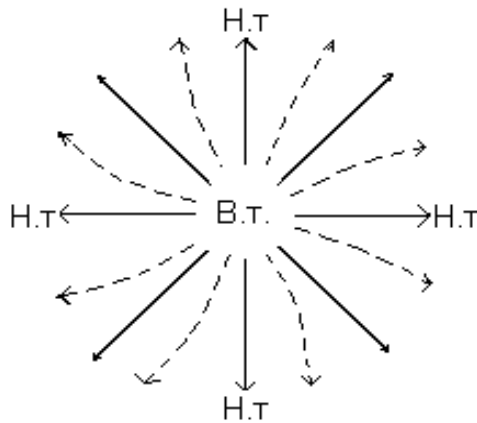


Рисунок 3.5 - Схема антициклону в північній півкулі

3.1.4 Зміна дня і ночі

Добове обертання Землі впливає майже на всі природні процеси, що відбуваються на поверхні Землі. Обертання Землі навколо своєї осі зумовлює зміну дня і ночі протягом короткого періоду - доби. Зміна дня і ночі відбувалася б і тоді, коли Земля, рухаючись навколо Сонця, не оберталась би навколо своєї осі. Але при цьому ми мали б тільки один день і одну ніч протягом року.

Обертання Землі навколо своєї осі зумовлює швидке переміщення сонячного освітлення по земній поверхні зі сходу на захід - зміну дня і ночі. Якщо б земна вісь була перпендикулярною до площини орбіти, то світлороздільна площина (площина, яка поділяє Землю на освітлену та неосвітлену половини) поділяла би усі широти Землі на дві рівні частини, і на всіх широтах земної кулі протягом року день був би рівний ночі.

При нахиленому положенні осі до площини земної орбіти (кут нахилу складає $66^{\circ}33'$) день і ніч можуть бути рівні на всіх широтах тільки тоді, коли вісь Землі лежить у світлороздільній площині і світлороздільна лінія (лінія утворена при перетині земної поверхні світлороздільною площиною) проходить через географічні полюси.

Якщо вісь Землі нахилена до Сонця північним полюсом (день літнього сонцестояння), світлороздільна площина, перетинаючи цю вісь в центрі Землі, поділяє Землю на дві половини так, що більша частина північної півкулі виявляється освітленою, а менша - перебуває в тіні. Південна півкуля, навпаки, в цей момент знаходиться більшою частиною в тіні. Якщо вісь Землі нахилена до Сонця південним полюсом (в день зимового сонцестояння), то південна півкуля освітлена більше, ніж північна.

Оскільки світлороздільна лінія в розглянутих випадках не проходить через географічні полюси і поділяє всі широти (крім екватора) на дві

нерівні частини – освітлену і неосвітлену, тому день і ніч на всіх широтах Землі, крім екватора, будуть не однаковими по тривалості.

В півкулі, яка нахилена до Сонця, день завжди довший від ночі, а в протилежній півкулі, навпаки, ніч буде довшою. На тих широтах, які світлороздільна лінія не перетинає, і вони певний час перебувають повністю на освітленій або неосвітленій частині Землі, у відповідний період (до півроку на полюсах) зміни дня і ночі не спостерігається. Тоді на освітленій території (за полярним колом) встановлюється полярний день, а на неосвітленій - полярна ніч.

3.1.5 Місцевий і поясний час

Місцевий і поясний час, а також лінія зміни дати прямо пов'язані з добовим обертанням Землі. Кутова швидкість (ω) обертання Землі складає 15 км/год, тому часові пояси проведені через кожні 15⁰ в меридіональному напрямку.

Місцевий час – час на меридіані даного місця. Його визначають за формулою

$$T_m = T_p \pm l, \quad (3.9)$$

де T_m - місцевий час;

T_p - час за Гринвічем;

+ l - східна довгота; - l - західна довгота.

Для визначення місцевого часу користуються відповідною таблицею (табл. 2.1).

Поясний час - час на середньому меридіані даного 15⁰-ного поясу (в кожному поясі 15⁰). Його визначають номером поясу, який вказує на скільки годин час даного поясу відрізняється від Гринвіцького. Різниця в часі сусідніх поясів дорівнює 1 год.

Таблиця 3.1 - Переведення годин у градуси і градусів у години

Одиниці часу	Градуси довготи	Градуси довготи	Одиниці часу
1 год	15 ⁰	1 ⁰	4 хв.
1 хв	15'	1'	4 хв.
1 хв	15''	1''	1/15 хв.

Проте на практиці не завжди точно дотримуються теоретичних

меж поясів, їх проводять по кордонах між країнами, тобто за політичною картою.

Декретний час - це поясний час, який на території колишнього СРСР переведений на 1 годину вперед. Таку назву він має тому, що запроваджений декретом (указом) від 16 червня 1930 р. для повнішого використання світлової доби. На території нашої держави цей декрет відмінили, коли Україна стала незалежною, тому, знаходячись з Москвою в одному часовому поясі, маємо різницю в часі на 1 годину.

Лінія зміни дати (межа дат) - умовна лінія на поверхні земної кулі, проведена приблизно по меридіану 180° , щоб розмежувати місця, календарні дати яких в один і той самий час різняться на добу. На лінії зміни дати (по обидві сторони від неї) години і хвилини поясного часу збігаються, а календарні числа відрізняються на цілу добу. Щоб уникнути цієї незручності, коли перетинають лінію зміни дати в напрямі зі сходу на захід - додають один день, із заходу на схід - один і той самий день лічать двічі.

3.2 Орбітальний рух Землі. Зміна пір року.

Якщо зміна дня і ночі визначається осьовим обертанням Землі, а тривалість дня і ночі - нахилом осі до площини орбіти, то *безперервні зміни тривалості дня і ночі на всіх широтах, крім екватора,- це результат майже незмінного положення земної осі під час руху Землі навколо Сонця.*

Земля рухається навколо Сонця по еліптичній орбіті, причому віддаль до Сонця змінюється від 152 млн. км в афелії (5 липня) до 147 млн. км в перигелії (3 січня), як бачимо, взимку Земля знаходиться ближче до Сонця, ніж влітку. Проте інтенсивність сонячної радіації на Землі залежить від кута падіння сонячних променів. Найбільше нагрівання земної поверхні там, де кут падіння променів відносно Землі має 90° , тобто, чим менший кут падіння, тим менше тепла отримує дана земна поверхня.

Зміна пір року на земній кулі пов'язана з рухом Землі навколо Сонця, але визначальним є нахил земної осі при цьому русі. Вісь Землі нахилена до площини земної орбіти під кутом $66^\circ 33'$, а площина земного екватора під кутом $23^\circ 27'$. У зв'язку з рухом навколо Сонця положення Землі відносно сонячного проміння протягом року змінюється (рис. 3.6).

Якщо б вісь Землі була перпендикулярною до площини орбіти, то Сонце завжди прямовисним промінням освітлювало би тільки екватор, а далі на північ і південь від нього сонячне проміння падало би на поверхню Землі дедалі під меншим кутом. На екваторі протягом року було б однаково жарко, а на полюсах однаково холодно, і не відбувалося би зміни пір року.

В дійсності, внаслідок нахилу земної осі до площини орбіти земної кулі повертається до Сонця то північною, то південною півкулею, тому кожна півкуля нагрівається більше або менше. Нахил земної осі впливає також на тривалість дня і ночі в різних широтах земної кулі (крім екватора) протягом року.

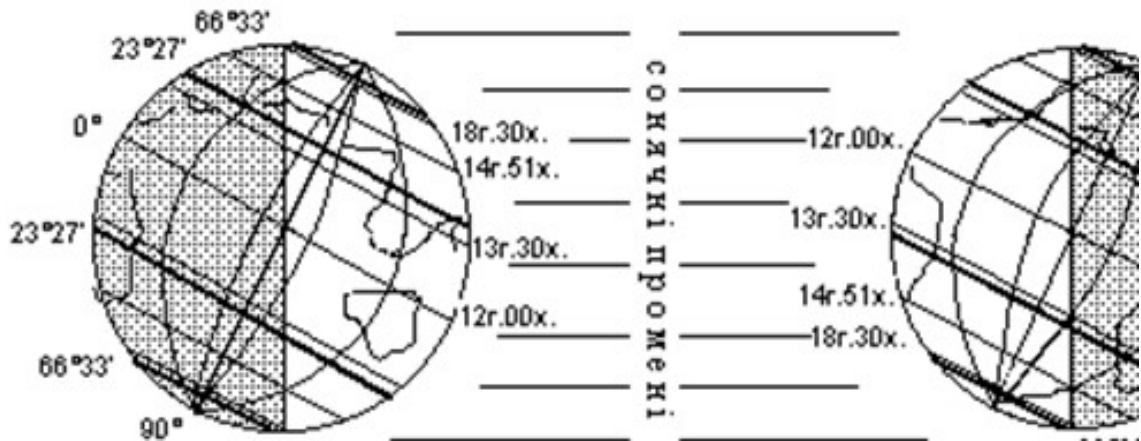


Рисунок 3.6 - Положення Землі в день літнього і зимового сонцестояння

Під час орбітального руху Землі виділяються чотири характерні позиції (рис. 3.7), що зустрічаються в літературі і на практиці під назвою: дні літнього і зимового сонцестояння; дні весняного і осіннього рівнодення. Розглянемо ці позиції.

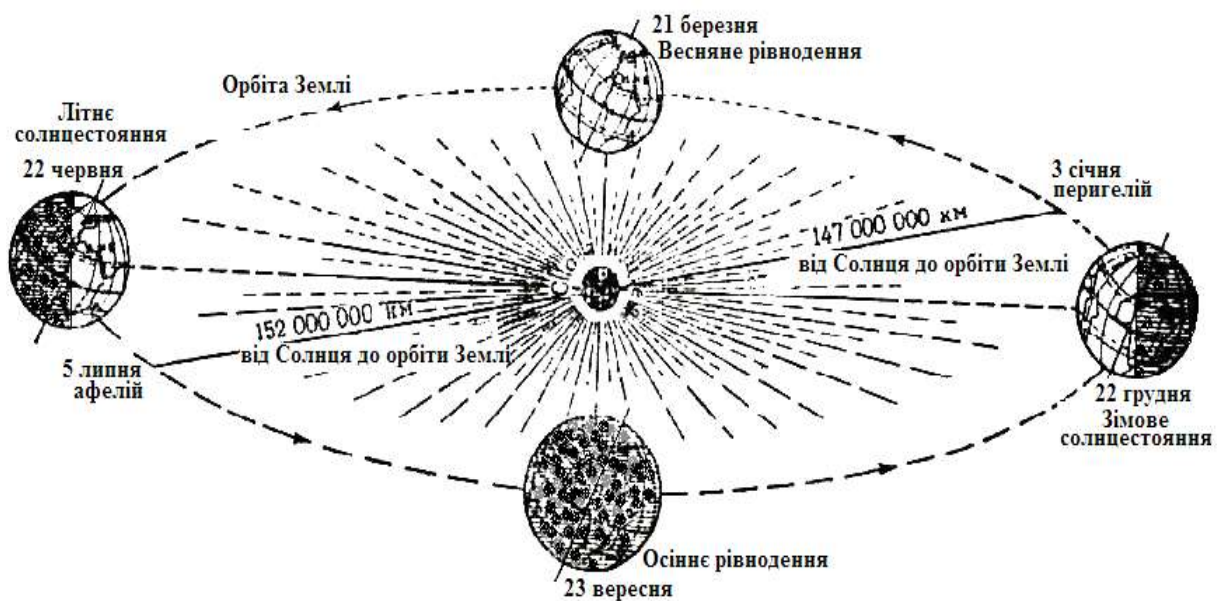


Рисунок 3.7 - Схема річного руху Землі навколо Сонця

22 червня - день літнього сонцестояння, в північній півкулі початок астрономічного літа. В цей день Земля нахилена північним полюсом до Сонця, і сонячні промені падають перпендикулярно (тобто Сонце знаходиться в зеніті) на широті $23^{\circ}27'$ - на північному тропіку.

Тропіки - це паралелі $23^{\circ}27'$ північної і південної півкулі, які обмежують область земної кулі, де Сонце буває в зеніті.

На небі всіх широт північної півкулі в цей день Сонце займає найвище положення протягом року. Широти на північ від $66^{\circ}33'$ пн.ш. (від північного полярного кола) в цей час знаходяться повністю на освітленій території Землі (рис. 2.7), де Сонце за горизонт взагалі не заходить - там *полярний день*. На всіх широтах між екватором і північним полярним колом *день буде найдовший*.

В південній півкулі в день літнього сонцестояння Сонце дуже низько над горизонтом. На південь від $66^{\circ}33'$ пд.ш. (південне полярне коло) *полярна ніч*, що відповідає за тривалістю полярному дню тих же широт північної півкулі. На всіх широтах південної півкулі між екватором і південним полярним колом *день коротший* за ніч. 22 червня в південній півкулі починається астрономічна зима.

Полярні кола - це паралель в $66^{\circ}33'$, яка обмежує на земній кулі області, де бувають полярні дні і полярні ночі.

23 вересня - день осіннього рівнодення. Земля, безперервно рухаючись по орбіті, займає положення, при якому світлороздільна лінія проходить через географічні полюси (вона співпадає з віссю Землі) і *день рівний ночі на всіх широтах* Землі. В цей день обидві півкулі - північна і південна - освітлені однаково, *Сонце в зеніті знаходиться над екватором*. Це початок астрономічної осені в північній півкулі і астрономічної весни в південній.

22 грудня - день зимового сонцестояння. До Сонця повернута південна півкуля Землі, там починається астрономічне літо, а в північній півкулі настає астрономічна зима. *Сонце в зеніті на південному тропіку ($23^{\circ}27'$ пд. ш.)*. В північній півкулі спостерігається *найкоротший день* і найдовша ніч, в південній - навпаки. Область навколо Південного полюса, що обмежена південним полярним колом, освітлена Сонцем, яке не заходить за горизонт (там *полярний день*); над відповідною областю в північній півкулі - за *північним полярним колом* - Сонце не сходить (там *полярна ніч*). В цей день, як і 22 червня, день рівний ночі тільки на екваторі.

В день весняного рівнодення - 21 березня Сонце освітлює Землю аналогічно 23 вересня; воно знаходиться в зеніті над екватором, і на всіх широтах земної кулі *день рівний ночі*. В північній півкулі настає астрономічна весна, а в південній - осінь (рис.2.7).

Отже, якби вісь Землі не була нахилена до екліптики, то кут падіння сонячного проміння на земну поверхню залишався б завжди

однаковим, і нагрівання її зменшувалося б рівномірно від екватора на північ і південь, і зміни пір року не відбувалися б. Щоправда, в широкій міжтропічній смузі день майже завжди однаковий, як і кількість тепла на одиницю площі земної поверхні, тому істотної відміни в порах року тут не спостерігається.

За полярними колами на великих просторах фактично існують *дві пори року - полярний день і полярна ніч*. В помірних широтах пори року виражені чітко, але їх тривалість тут неоднакова.

Контрольні запитання

1. Якими були би пори року на Землі, коли б земна вісь була перпендикулярною до площини земної орбіти?
2. Що має змінитися на Землі, щоб тропіки перемістилися на широту 30° ?
3. Яка пора року 1 липня на острові Вогняна Земля?
4. Коли настають астрономічна весна і астрономічне літо на острові Мадагаскар?
5. Які астрономічні пори року в Києві 15 березня, 6 червня, 20 вересня?
6. Скільки разів на рік Сонце буває в зеніті над тропіками і над екватором?
7. Коли за північним полярним колом протягом доби буває найдовша ніч і найкоротший день, найкоротша ніч і найдовший день?
8. За якої умови полярні кола знаходилися б на широті, що на $8^\circ 30'$ більша за сучасну?

ЗАВДАННЯ:

1. Показати за допомогою рисунків зародження циклонів та антициклонів для південної півкулі.
2. Накреслити в формі схеми положення Землі, яке вона займає в дні літнього і зимового сонцестояння та весняного і осіннього рівнодення. На рисунках показати напрям сонячних променів, кут, під яким вони падають на різні широти земної кулі, площину екліптики, земну вісь, екватор, північний і південний тропіки, полярні кола, кольоровими олівцями провести світлороздільну площину. Діаметр Землі повинен бути рівним 3-4 см. Сонячні промені зобразити паралельними прямими, нахил земної осі на всіх рисунках зберегти в один бік.
3. Побудувати криву тривалості найдовшого і найкоротшого дня на різних широтах північної півкулі, користуючись табл.3.2

Таблиця 3.2 - Тривалість найдовшого і найкоротшого дня

Широта	Найдовший день	Найкоротший день
0°	12 год.	12 год.
10°	12 год. 35 хв.	11 год. 25 хв.
20°	13 год. 13 хв.	10 год. 47 хв.
30°	13 год. 56 хв.	10 год. 04 хв.
40°	14 год. 51 хв.	9 год. 09 хв.
50°	16 год. 09 хв.	7 год. 51 хв.
60°	18 год. 30 хв.	5 год. 30 хв.
66°30'	24 год. 00 хв.	0 год. 00 хв.

При побудові графіків взяти до уваги, що горизонтальний масштаб повинен бути досить крупним (на осі абсцис відкладають градуси широти), тому що криві будуть проходити дуже близько одна від іншої.

а) За графіком визначити, яку тривалість найдовшого і найкоротшого дня мають:

варіанти

1.	Київ, Владивосток, Вашингтон
2.	Миколаїв, Мадрид, Магадан
3.	Черкаси, Рига, Копенгаген
4.	Одеса, Хельсінкі, Делі
5.	Дніпро, Лондон, Каїр
6.	Харків, Алжир, Нью-Йорк
7.	Львів, Токіо, Каракас
8.	Чернігів, Панама, Париж
9.	Вінниця, Маніла, Мехіко
10.	Ужгород, Стокгольм, Ханой

4. Побудувати криву тривалості полярного дня і полярної ночі на різних широтах північної півкулі за даними таблиці 3.3

Таблиця 3.3 - Тривалість полярного дня і полярної ночі

Широта	Тривалість полярного дня	Тривалість полярної ночі
66.5°	1 доба	1 доба
70°	64 доби 4 год.	60 діб 13 год.
80°	133 доби 14 год.	126 діб 12 год.
90°	186 діб 10 год.	173 доби 20 год.

а) За графіком визначити, яку тривалість полярного дня і ночі мають:

варіанти

1	о. Олександрі , о .Банкс;
2	о. Надєжди, о. Вікторія;
3	о. Північна Земля, о. Шпіцберген;
4	о. Колгуєв, о. Рудольфа
5	о. Врангеля, о. Ведмежий;
6	о. Рибачий, мис. Барроу;
7	мис Челюскін, о. Борден;
8	м. Канін Нос, о. Комсомолець;
9	о. Шмідта, мис Нордкін.
10	Земля Франца-Йосифа, мис Желанія

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. З'ясуйте, яке твердження щодо нашої планети є неправильним:

- А) екваторіальний радіус більше полярного;
- Б) довжина всіх меридіанів однакова;
- В) її природним супутником є Місяць;
- Г) період її обертання навколо Сонця становить 24 години;

2 . Зміна пір року на Землі є наслідком:

- А) обертанням Землі навколо своєї осі;
- Б) різної відстані взимку і влітку від Сонця
- В) обертанням Землі навколо Сонця і кута нахилу осі;
- Г) притягання Місяця;

3. Відцентрова сила – це:

- А) сила, що виникає в результаті обертання Землі навколо осі,

перпендикулярна в зворотну від неї сторону;

Б) відхиляюча сила, що відхиляє тіла, що рухаються, від первісного напрямку в північній півкулі - вправо,

В) сила притягання, що направлена до центру Землі;

Г) гравітаційна сила Місяця.

4. Географічна довгота вимірюється до:

- а) 90° б) 180° в) 360° г) 45°

5. З'ясуйте, чи змінюється тривалість дня на тропіку:

- а) так; б) ні;
в) змінюється восени і навесні;
г) змінюється взимку і влітку;

6. Різниця між тривалістю дня і ночі:

- а) збільшується при наближенні до полюсів;
б) збільшується при наближенні до екватора;
в) не залежить від широти;
г) залежить від довготи;

7. Визначити та записати формулу кутової швидкості обертання (ω) Землі для точки на:

- а) екваторі, б) широті 45° , в) полюсі?

8. Між двома точками на меридіані 5 градусів. Яка приблизна відстань між точками:

- а) 585 км.; б) 655 км.; в) 555 км.; г) 505 км.

9. Де починається нова доба?

- а) 1 часовий пояс, б) 180° меридіан;
в) Гринвіч; г) нульовий меридіан

10. Область низького атмосферного тиску це-

- а) антициклон; б) атмосферний фронт;
в) циклон; г) пасати.

4 ГЕОФІЗИЧНІ ПОЛЯ ЗЕМЛІ

4.1 Магнітне поле Землі

Особливе значення для розуміння процесів і явищ, які відбувалися та відбуваються на Землі і в Космосі, а також для пізнання геологічної будови планети і прогнозування пошуків корисних копалин мають відомості про земний магнетизм.

Наявність рідкої сферичної оболонки зовнішнього ядра та обертання Землі є основою гіпотез виникнення магнітного поля, заснованих на принципі магнітної гідродинаміки. Рух електропровідної залізонікелевої речовини всередині ядра, який виникає при обертанні Землі, призводить до формування магнітного поля.

Наявність магнітного поля дуже важлива для появи та розвитку життя на Землі. Магнітне поле захищає земну поверхню та живі організми від жорсткого радіаційного космічного випромінювання та потоків сонячних частинок.

Відомо, що Земля діє як гігантський магніт і володіє потужним силовим полем. Відомості про розподіл магнітного поля Землі на її поверхні та в приземному просторі вчені отримують проводячи наземну, морську та аеромагнітну зйомки, а також з штучних супутників Землі.

Земля є гігантським магнітом з силовим полем навколо. Процеси, що відбуваються в земному ядрі, утворюють поле однорідного намагнічування або стале поле. Вісь диполя на $11,3^\circ$ відхиляється від осі обертання Землі. Магнітні силові лінії такого великого магніту виходять з північного магнітного полюса, розміщеного в південній півкулі та, огинаючи Землю, прямують до південного магнітного полюса, що знаходиться в Північній півкулі.

Точки перетину осі диполя із земною поверхнею називаються *геомагнітними полюсами*, які не співпадають з географічними полюсами і поступово змінюють своє положення.

Лінії, що з'єднують магнітні полюси, називаються *магнітними меридіанами*, вони не співпадають з географічними. Дія магнітного поля виявляється вільно підвішеною стрілкою, що встановлюється в напрямі магнітних меридіанів.

Лінія, вздовж якої магнітна стрілка здатна обертатися навколо горизонтальної осі та займати горизонтальне положення, називається *магнітним екватором*. Оскільки магнітні полюси зміщені відносно географічних, то магнітний екватор також не співпадає з географічним. В Африці та Азії він проходить північніше географічного екватора, а в Америці - південніше.

4.2 Елементи земного магнетизму

Магнітне поле біля земної поверхні характеризується трьома основними елементами земного магнетизму: **магнітним схиленням, магнітним нахиленням та напруженням земного магнетизму.**

Геомагнітне поле - величина векторна, а це означає, що в будь-якій точці навколосемного простору воно має певну направленість і величину.

Для його сприйняття в певній точці **O** навколосемного простору побудуємо декартову систему координат (рис. 1), зорієнтувавши вісь **X** на географічний полюс.

У цьому разі вісь **X** буде співпадати з географічним меридіаном, вісь **Y** розміщена перпендикулярно до осі **X** та зорієнтована на схід-захід, а вісь **Z** буде перпендикулярною до горизонтальної площини **XOY** та спрямована до центру Землі.

Геомагнітне поле в точці **O** зображено вектором **H_T**. Якщо спроектувати **H_T** на горизонтальну площину **XOY**, а потім на осі **X, Y, Z**, то дістанемо проєкції вектора **H_T : H, Z, X, Y** та кути **D, I** (рис. 4.1).

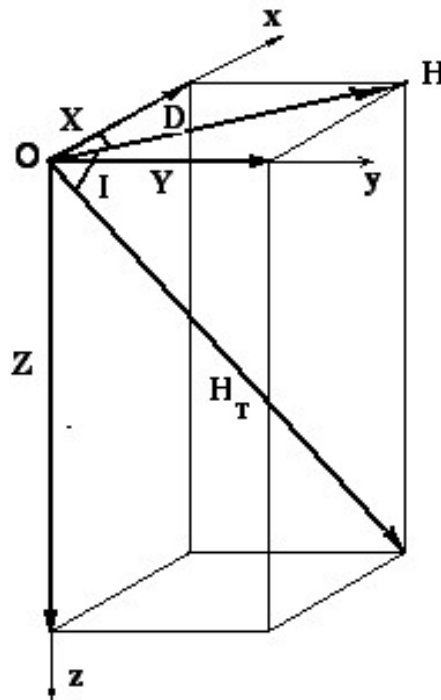


Рисунок 4.1 - Елементи земного магнетизму

Як бачимо з рис. 4.1, між цими елементами існують такі співвідношення:

$$X = H \cos D; \quad Z = H \operatorname{tg} I;$$

$$Y = H \sin D; \quad H_T^2 = H^2 + Z^2;$$

$$H^2 = X^2 + Y^2; \quad \operatorname{tg} D = Y/X; \quad H_T = H \sec I = Z \operatorname{cosec} I$$

Положення вектора H_T можна уявити, якщо магнітну стрілку підвісити на нитці відносно її геометричного центра та надати їй повну свободу просторового орієнтування. Саме таке положення стрілки в просторі визначатиме вектор H_T .

Якщо магнітну стрілку позбавити можливості обертатися у вертикальній площині (приклад магнітного компасу), то вона визначатиме положення в просторі тільки складової H , тобто положення площини магнітної силової лінії, яка проходить через дану точку.

Вектор H_T , змінює своє положення відносно поверхні Землі від вертикального на магнітних полюсах до горизонтального на магнітному екваторі, а також у горизонтальній площині. Отже, змінюються і елементи магнітного поля. Так, горизонтальна складова на магнітних полюсах дорівнює нулю, вертикальна - величині вектора H_T ; на магнітному екваторі картина змінюється на протилежну.

Відповідно змінюється й величина магнітного нахилення (I) від 90° на магнітних полюсах до 0° на магнітному екваторі. *Кут між площиною горизонту та магнітною стрілкою, що вертикально обертається, називається магнітним нахиленням (I).*

У північній півкулі магнітне нахилення вважається додатним або "північним", у південній - від'ємним або "південним".

Магнітним схиленням (D) називається кут між магнітним та географічним меридіанами (рис. 4.2). Магнітне схилення (D) на поверхні Землі змінюється від 0 до десятків градусів, змінюється також і його знак. Якщо вектор H відхиляється від географічного меридіана на схід, то магнітне схилення (D) вважається східним або додатним, якщо воно займає західне положення від географічного меридіана, магнітне схилення буде західним або від'ємним.

Оскільки напрям вектора H завжди фіксується положенням стрілки компаса, то пояснити сказане можна на прикладі, показаному на рис. 4.2.

Відхилення значень елементів для даного місця називають *магнітними аномаліями*. Серед них є регіональні і локальні аномалії. Регіональні - охоплюють площі до кількох десятків тисяч квадратних кілометрів, вони викликані глибинними процесами, можливо, в самому ядрі Землі. Прикладом є Східно - Сибірська аномалія, де замість східного - західне схилення.

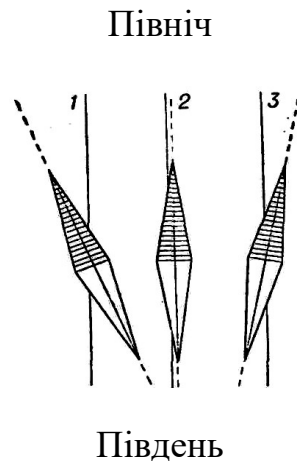


Рисунок 4.2 – Магнітне схилення:

1 - західне, 2 - нульове, 3 - східне.

Суцільні лінії - географічні меридіани, пунктирні - магнітні меридіани

Прикладом локальної (місцевої) магнітної аномалії - є Курська магнітна аномалія (КМА), де напруження поля в п'ять разів більше від середнього напруження магнітного поля Землі. Це викликано заляганням у верхніх прошарках земної кори великих покладів залізних руд.

Розглянуті елементи земного магнетизму можна виміряти за допомогою вимірювальної апаратури. Земна куля має густу сітку пунктів, в яких вимірюються елементи земного магнетизму. Дані вимірювань зберігаються в обсерваторіях як у числовому, так і в графічному вигляді.

4.3 Магнітні карти

У практичній роботі зручніше користуватися графічними матеріалами магнітного поля, що подаються у вигляді *магнітних карт* (рис. 4.3). В залежності від призначення карти бувають різного масштабу та складаються для кожного елемента окремо.

Викреслюють карти так: на аркуші паперу (ватману) розбивають координатну сітку, на яку за координатами наносять пункти вимірювань земного магнетизму. В кожному з нанесених пунктів виписують вимірне значення елемента магнетизму, а потім проводять лінії, що з'єднують на карті точки рівних значень елементів магнітного поля.

Ці ізолінії мають свої назви:

- ізолінії магнітного схилення **D** називають *ізогонами*,
- ізолінії рівних значень магнітного нахилення **I** - *ізоклінами*,
- ізолінії однакових значень **H**, **Z** - *ізодинамами* горизонтальних та вертикальних складових,
- ізолінії однакових значень **X**, **Y** - *ізодинамами* північних та східних складових.

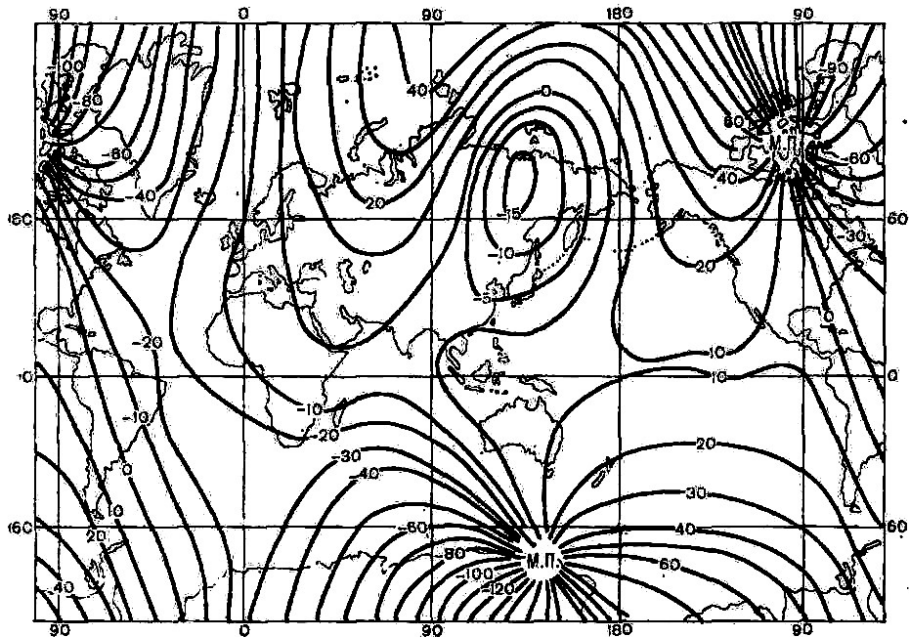


Рисунок 4.3 - Карта магнітного схилення. Епоха 2020 р.

У зв'язку з цим є карти магнітного схилення, магнітного нахилення та горизонтальних і вертикальних складових.

Магнітне поле Землі, а також його елементи, змінюються в часі. А це означає, що величина елементів геомагнітного поля в певному пункті на Землі завжди відрізнятиметься, якщо вона виміряна в різний час.

Отже в процесі вимірювань необхідно фіксувати час. На практиці складання магнітних карт пов'язують з якимось визначеним моментом, наприклад, із серединою року (1 липня 0год, 0хв,0с) і **складають карти в рік, кратний п'яти**. Це означає, що дані елементи на картах, дійсні за станом на 1 липня 2000, 2005, 2010, 2015,2020 рр. і т.д. (рік зведення вказується на карті).

Момент зведення значень елементів магнітного поля Землі до середини року, кратного 5, називається **магнітною епохою**.

Якщо відомий віковий хід (зміна величин елементів магнітного поля за один рік), то можна легко переходити від однієї епохи до іншої.

Магнітні карти складаються для даного регіону, області, країни або для будь-якої ділянки. Магнітні карти всієї земної кулі називаються **світовими магнітними картами**.

Кarti магнітного схилення використовуються у практичній роботі навігаторів, геологів, геодезистів всюди на морі, в повітрі, на суші, де треба визначити напрям. Магнітна розвідка стала одним з найдешевших способів пошуків не тільки покладів залізних руд, а й нафти, бокситів, алмазів, золота та інші.

Контрольні запитання

1. В якому місці північної півкулі магнітна стрілка компаса своїм північним кінцем показує прямо на південь?
2. Куди будуть спрямовані кінці магнітної стрілки компаса на північному та південному географічних полюсах?
3. Як будуть орієнтовані кінці магнітної стрілки, закріпленої на горизонтальній осі, на північному та південному магнітних полюсах?
4. Чому магнітні полюси на географічних картах зображені колом, а не точкою?
5. Де горизонтальна складова магнітного поля має найбільше значення, а де вона дорівнює нулю?
6. Коли магнітне схилення має додатний знак?
7. Як можна визначити напрямок географічного меридіана на місцевості, якщо відомі дані магнітного схилення?

ЗАВДАННЯ

1. Використовуючи дані таблиць визначення магнітного схилення, вертикальної та горизонтальної складових магнітного поля:

а) побудувати карти - схеми ізогон (D), ізодинам (H), ізодинам (Z) для епохи 2020 р.;

б) обчислити для перших двох рядків таблиці значення (X, I, H_T).

Вихідними даними є результати спостережень елементів магнітного поля Землі на полігонах I, II, III розмірами 1x1 км, вибраних в Одеській області.

Спостереження проводились 1 вересня 2022 р. по мережі 100 x 200 м. Результати спостережень, виконаних введенням даних варіацій на 1 вересня 2022 р., подано в табл. 1-7.

Дані про віковий хід елементів магнітного поля наведені в табл. 4.1

Таблиця 4.1 - Значення елементів магнітного поля для двох епох за даними Чорноморської магнітної обсерваторії Одеської області

Епоха	Напруження геомагнітного поля $H \cdot 10^{-3}, A/m$		Магнітне схилення, °
	H	Z	
2015	650	425	18,0
2020	600	435	19,0

2. Використовуючи дані табл. 4.1, обчислити віковий хід елементів земного магнетизму за період 2015-2020 рр.:

а) знайти поправки, які необхідно ввести в значення, що спостерігалися 1 вересня 2022 р., щоб вони були приведені до епохи 2020р.;

б) вибрати табличні дані з врахуванням знайдених поправок, таким чином, можна привести дані до епохи 2020 р.

3. Побудувати на аркуші міліметрівки в масштабі 1:10000 план розташування пунктів спостережень на полігоні (розміри полігону 10×10 км, мережа спостережень 100×200м);

а) нанести на план дані спостережень, зведені до епохи 2020 р.;

б) на плані провести ізолінії (лінії рівних значень елементів) з перетином, рекомендованим викладачем.

СКЛАДОВІ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ КАРТ (СХЕМ)

Варіант 1

Таблиця 4.2 - Горизонтальна складова ($H \cdot 10^{-3}$, А/м)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	664	660	656	650	646	643
1	658	657	647	643	640	636
2	651	646	642	637	634	631
3	645	640	635	631	626	625
4	637	638	630	625	624	624
5	632	627	625	624	627	630
6	626	622	623	625	632	637
7	620	615	618	626	635	642
8	615	610	619	628	638	648
9	608	610	620	630	642	654
10	604	612	623	633	645	600

Таблиця 4.3 - Магнітне схилення (D , град)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	17,8	19,1	18,5	17,8	16,9	15,8
1	17,0	18,8	19,4	18,7	17,5	16,3
2	16,0	17,6	19,0	19,3	18,2	17,0
3	15,7	17,7	19,0	20,5	18,9	17,7
4	15,3	16,5	18,7	20,2	20,0	18,9
5	14,0	16,0	18,0	19,5	20,5	19,8
6	13,5	15,5	17,5	18,0	20,0	20,2
7	13,0	15,0	16,7	17,8	19,0	19,5
8	12,3	14,2	16,0	17,0	18,0	18,0
9	11,8	13,7	15,2	16,0	17,0	17,0
10	11,0	13,0	14,2	15,3	16,0	16,2

Варіант 2Таблиця 4.4 - Вертикальна складова ($Z \cdot 10^{-3}$, А/м)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	464	460	456	450	446	443
1	458	457	447	443	440	436
2	451	446	442	437	434	431
3	445	440	435	431	426	425
4	437	438	430	425	424	424
5	432	427	425	424	427	430
6	426	422	423	425	432	437
7	420	415	418	426	435	442
8	415	410	419	428	438	448
9	408	410	420	430	442	454
10	404	412	423	433	445	500

Таблиця 4.5 - Магнітне схилення (D, град)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	10,8	12,2	13,1	14,0	14,4	14,8
1	11,2	13,0	14,5	15,4	16,1	17,2
2	12,0	14,0	15,7	17,0	17,5	18,3
3	12,8	15,0	16,5	17,8	18,1	17,0
4	13,1	15,8	17,2	19,0	17,0	18,8
5	14,0	16,5	17,8	18,9	16,1	14,8
6	14,3	17,0	19,0	17,5	15,4	13,7
7	14,7	17,0	17,8	16,5	14,8	12,7
8	15,0	17,0	17,5	15,8	14,0	12,0
9	15,3	17,1	17,4	15,4	13,5	11,2
10	15,7	17,5	17,6	15,0	13,0	10,4

Варіант 3Таблиця 4.6 - Вертикальна складова ($Z \cdot 10^{-3}$, А/м)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	485	505	541	531	510	491
1	482	503	540	528	500	486
2	480	500	540	522	495	481
3	477	497	534	518	490	476
4	473	499	530	515	485	473
5	470	492	520	508	482	467
6	465	490	515	500	476	463
7	460	485	510	495	473	458
8	455	480	498	490	470	455
9	450	475	490	480	465	451
10	448	465	481	471	450	445

Таблиця 4.7 - Магнітне схилення (D , град)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	11,0	12,5	13,5	13,0	11,2	10,5
1	12,1	13,8	14,8	12,0	10,5	10,2
2	13,0	14,9	13,2	11,0	10,5	10,3
3	13,9	14,0	12,1	10,2	10,8	11,0
4	13,8	12,1	10,9	10,3	11,0	12,5
5	13,0	11,0	10,2	10,3	12,1	14,0
6	12,0	10,5	10,0	11,5	14,1	15,4
7	11,0	10,5	10,1	12,9	15,0	16,8
8	10,4	10,8	11,2	14,0	16,2	17,3
9	10,4	10,9	12,5	15,0	17,1	17,3
10	10,8	11,0	13,5	16,0	16,9	16,8

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Земний магнетизм викликається:

- а) дією притягання Сонця і інших планет;
- б) дією джерел, розташованих в надрах Землі;
- в) родовищами магнітних руд;
- г) переміщенням літосферних плит.

2. Магнітне поле Землі утворюється:

- а) в результаті обертання Землі навколо Сонця;
- б) це наслідок дії Сонячного вітру;
- в) в результаті руху речовини в ядрі Землі;
- г) це дія електричного поля Землі.

3. Сонячний вітер- це...

- а) переміщення потоку іонізованих частинок у верхніх шарах атмосфери;
- б) переміщення повітряних мас, викликаних різницею температур Землі і Сонця;
- в) потік іонізованих частинок, що витікає з сонячної корони в навколишній космічний простір;

г) потік іонізованих часток, викликаних різницею атмосферного тиску у верхніх шарах атмосфери.

4.Радіаційні пояси - це:

- а) області розповсюдження радіоактивних елементів в надрах Землі;
- б) області розповсюдження заряджених частинок в атмосфері Землі;
- в) внутрішні області земної магнітосфери, в яких магнітне поле Землі утримує заряджені частинки;
- г) нейтральні шари в хвості магнітосфери.

5.Що таке Полярне сяйво?

- а) відображення променів Сонця, в "сріблястих хмарах" атмосфери;
- б) свічення верхніх прошарків атмосфери підчас грози;
- в) свічення верхніх прошарків атмосфери підчас метеоритного дощу;
- г) свічення верхніх прошарків атмосфери планет, в яких є магнітосфера,

6. Магнітні бурі викликаються:

- а) полярними саявами іоносферних збурень;
- б) потоками сонячної плазми з активних областей Сонця;
- в) геомагнітним полем Землі;
- г) зміною атмосферного тиску;

7. Елементом земного магнетизму є :

- а) магнітний меридіан;
- б) геомагнітні полюси;
- в) магнітосфера;
- г) магнітне нахилення

8. Геофізичні поля Землі - це:

- а) електричне, магнітне, теплове; радіаційне, екологічне;
- б) гравітаційне, геомагнітне; електромагнітне, теплове;
- в) теплове, індукційне, магнітне; гравітаційне, вулканічне;
- г) гравітаційне, магнітне, теплове, космічне, іонізуюче.

9. Які параметри Землі впливають на зміну сили тяжіння?

- а) довгота;
- б) широта;
- в) маса Землі;
- г) маса Місяця

10. Магнітне поле

- а) збільшує швидкість обертання Землі;
- б) притягає до поверхні Землі людей, тварин і всі інші матеріальні об'єкти;
- в) захищає Землю від сонячного вітру;
- г) воно змінює перебіг річок і напрям переміщення повітряних мас.

5 СИЛА ТЯЖІННЯ ТА ЇЇ РОЗПОДІЛ НА ЗЕМНІЙ КУЛІ

Однією з найдивніших властивостей гравітаційного поля є його **всепроникність**: відгородитися від його дії неможливо; воно діє на будь-який матеріальний об'єкт і проникає крізь будь-який екран. Іншою властивістю гравітаційного поля є те, що його дія, безперервно зменшуючись, простягається практично на необмежені відстані.

Наявність в Землі гравітаційного поля є однією з необхідних умов існування життя на ній: воно утримує атмосферу і Світовий океан від їх розсіювання в космосі; воно притягує до поверхні Землі людей, тварин і всі інші матеріальні об'єкти; воно направляє перебіг річок і створює на поверхні водойм виштовхуючі (Архімедові) сили, що утримують на ній судна і тому подібне.

Гравітаційне поле, якщо і змінювалося впродовж історії існування біосфери, то, певно, плавно, еволюційно. Це дозволяє передбачати, що в кожен чималий геологічний відрізок часу біосфера існувала при відносно стабільному гравітаційному полі.

Геоманітне поле піддавалося радикальнішим стрибкоподібним змінам. Про це свідчить дрейф геоманітних полюсів і зміна манітної полярності (інверсії геоманітного поля) з тимчасовим інтервалом від 0,5 до 10 млн. років, що підтверджують дані палеоманітних досліджень.

Загальна гравітаційна, манітна і температурна обстановка на Землі в процесі еволюції біосфери забезпечила можливість стійкого існування, точніше, пристосування живих організмів аж до переживаних нами історичного і геологічного відрізків часу.

В той же час, неухильно зростаюча техногенна енергетична дія на всі живі організми на Землі, зумовлена рівнем електроманітного забруднення середовища, що збільшується, в дуже широкому частотному діапазоні, і особливо в області радіочастот, може мати непередбачуваний вплив на біосферу. Також слід мати на увазі, що природні геофізичні і техногенні фізичні поля не існують окремо, а накладаються один на одного.

Гравітаційне поле Землі є однією з причин кругообігів у літосфері, атмосфері і гідросфері.

Навколо Землі існує поле тяжіння, зумовлене її масою. Це поле називається гравітаційним. Вплив гравітаційного поля на розвиток планети та її географічну оболонку величезний.

Сила тяжіння визначає справжню форму земної поверхні – геоїд, зумовлює рухи земної кори. Під її впливом відбувається переміщення пухких гірських порід, мас води, льоду, повітря.

В природі між будь-якими двома тілами завжди існує силова взаємодія, в результаті якої відбувається їх взаємне притягання. Фізичне поле цієї взаємодії називається **гравітаційним полем** (від лат. *gravitas* - тяжіння).

Вперше закон Всесвітнього тяжіння відкрив І.Ньютон у 1687 році. Цей закон має універсальний характер, тому що притягання, або "тяжіння" властиве всім тілам; воно проникає крізь небесні тіла так само вільно, навіть якщо б цих тіл не існувало.

Основними вимірюваними елементами гравітаційного поля Землі є *прискорення вільного падіння* та *похідні потенціалу сили тяжіння*. За цими даними визначають форму Землі, вони використовуються в астрономо-геодезичних вимірах при визначенні пунктів та ін. Елементи гравітаційного поля Землі також використовують в гравіметричній розвідці, навігації, метрології та при вирішенні цілого ряду завдань в багатьох областях науки і техніки.

Після вивчення даної теми *студент повинен вміти* оцінювати параметри сили тяжіння та її розподіл на поверхні Землі; параметри геомагнітного поля Землі та використовувати набуті знання під час розгляду процесів в атмосфері, гідросфері, літосфері, розглядаючи їх в тісному взаємозв'язку.

5.1 Сила тяжіння

Згідно за законом Всесвітнього тяжіння всі тіла притягуються один до одного з силою пропорційною добутку мас та обернено пропорційною квадрату відстані між центрами цих мас. Силу притягання визначаємо за формулою:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad (5.1)$$

де G - коефіцієнт всесвітнього тяжіння (гравітаційна стала);

m_1, m_2 - маси тіл, що притягуються;

r - відстань між центрами мас.

Необхідно підкреслити, що закон Всесвітнього тяжіння припустимий по відношенню до Землі і тіла будь-якої маси, за умови, що останнє не приймає участі в русі разом із Землею навколо осі. Якщо тіло знаходиться на поверхні Землі або в межах атмосфери, то воно рухається разом з твердим тілом Землі навколо її осі.

У цьому випадку силу, з якою Земля притягує тіло, неможливо визначити тільки формулою (4.1), тому що крім сили притягання з'являється ще одна сила, пов'язана з рухом тіла разом із Землею навколо її осі. Ця сила називається відцентровою силою, дію якої можна відчутти, катаючись на каруселі, коли при швидкому обертанні сила відкидає вас в напрямку, перпендикулярному осі обертання $O - O_1$ (рис. 5.1).

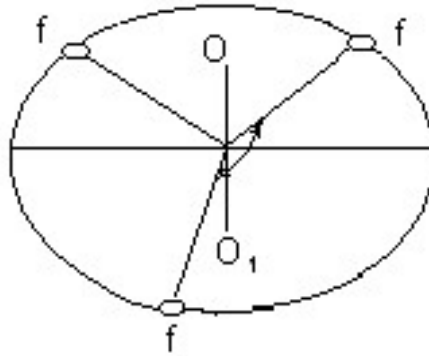


Рисунок 5.1 - Дія відцентрової сили

Якщо уявити, що ми знаходимося на поверхні Землі (рис.5.2) і що Земля є велика карусель, тоді, знаходячись в точці A та обертаючись

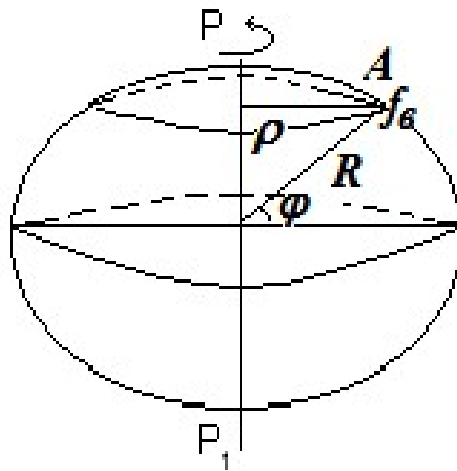


Рисунок 5.2 - Дія відцентрової сили

навколо осі $P P_1$ в колі радіусом R , ми також будемо відчувати дію відцентрової сили f_v .

$$f_v = m w^2 \rho, \quad (5.2)$$

де m - маса тіла;

w - кутова швидкість обертання Землі;

ρ - радіус паралелі, на якій знаходиться точка A .

Таким чином, в точці A на тіло масою m (рис.4.3) діють дві сили: сила притягання F та відцентрова сила f_v .

Сила притягання F завжди направлена до центру Землі, її можна визначити, якщо в формулу (4.1) замість m підставити масу Землі M , а замість ρ - радіус Землі R , тоді формула (4.1) буде мати вигляд

$$F = G \frac{Mm}{R^2} . \quad (5.3)$$

Відцентрова сила f_v направлена перпендикулярно до осі обертання Землі PP_1 , її можна визначити за формулою (5.2).

Рівнодіюча двох сил - притягання та відцентрової - називається силою тяжіння. На рис. 5.3 вона зображена у вигляді вектора, який є діагоналлю паралелограма. В загальному векторному вигляді сила тяжіння є сумою двох сил: притягання та відцентрової:

$$\vec{g} = \vec{F} + \vec{f}_v \quad (5.4)$$

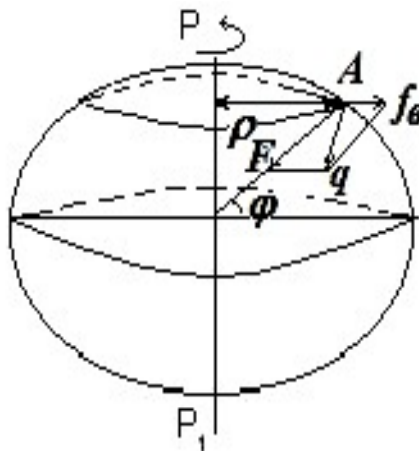


Рисунок 5.3 - Сила притягання F та відцентрова сила f_v

Відцентрова сила складає 1/289 частину сили притягання. Незважаючи на те, що відцентрова сила дуже мала в порівнянні з силою притягання, при розв'язанні багатьох практичних задач її необхідно враховувати.

Розглянемо вираз сили тяжіння в скалярному вигляді. Перш за все виразимо радіус паралелі ρ , де знаходиться точка A , через радіус Землі R . Як бачимо з трикутника AOB (рис. 5.4)

$$\rho = R \cos \varphi \quad (5.5)$$

При переході до виразу в скалярному вигляді розглянемо не значення відцентрової сили, показаної на рис. 1.3, а її проекційне продовження радіуса Землі (AC), (рис.4.4), де вона показує, на скільки зменшиться сила притягання. Назвемо її радіальною складовою відцентрової сили і позначимо через f_{rad} . Значення f_{rad} визначимо з трикутника ACD :

$f_{rad} = f_v \cos \varphi$ після перетворень матимемо:

$$f_{\text{рад}} = m \omega^2 R \cos^2 \varphi \quad (5.6)$$

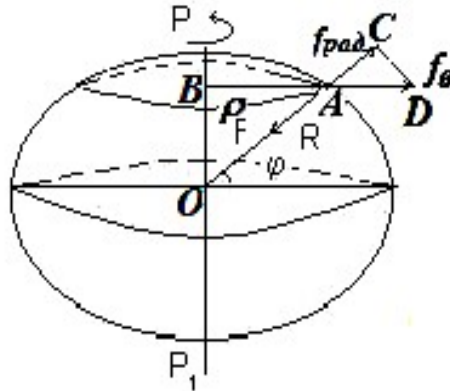


Рисунок 5.4 - Радіальна складова відцентрової сили

Отже вираз сили тяжіння, що діє на тіло масою m на поверхні Землі, буде мати вигляд:

$$g = G \frac{Mm}{R^2} - m\omega^2 R \cos^2 \varphi . \quad (5.7)$$

Розглянемо співвідношення між силою тяжіння та прискоренням вільного падіння. Згідно із другим законом Ньютона:

$$F = m a, \quad (5.8)$$

а для падаючого тіла,

$$F = m g . \quad (5.9)$$

З іншого боку, силу , що діє на падаюче тіло, можна виразити і так:

$$g = G \frac{Mm}{R^2} - m\omega^2 R \cos^2 \varphi , \quad (5.10)$$

порівнюючи їх праві частини, одержимо

$$mg = G \frac{Mm}{R^2} - m\omega^2 R \cos^2 \varphi , \quad (5.11)$$

скорочуючи m , будемо мати вираз дії сили на одиничну масу

$$g = G \frac{M}{R^2} - \omega^2 R \cos^2 \varphi, \quad (5.12)$$

Таким чином, сила тяжіння, діюча на одиничну масу, та прискорення вільного падіння рівні за значенням, але ці величини різні по суті.

При характеристиці сили тяжіння на Землі часто використовують поняття прискорення сили тяжіння. Інших величин, що характеризують розподіл сили тяжіння на Землі, не існує.

5.2 Одиниці сили тяжіння

На XV асамблеї Міжнародного союзу геодезії та геофізики за одиницю сили тяжіння в системі СІ прийнята одиниця "*галімо*" (*GL*) в честь Г.Галілея.

Галімо - це прискорення, що розвиває маса в 1 кг під дією сили в 1 Н ($GL = 1 \text{ м/с}^2$).

В спеціальній літературі зустрічаються більш дрібні одиниці сили тяжіння, наприклад *гал* (гл), *мілігал* (млг), *мікрогал* (мкгл),

тобто $GL = 100 \text{ гл}$.

$1 \text{ галімо} = 1 \text{ м/с}^2 = 100 \text{ см/с}^2 \text{ (гл)} = 10^{-5} \text{ мГл} = 10^{-8} \text{ мкГл}$.

5.3 Гравітаційна стала (коефіцієнт всесвітнього тяжіння)

У виразах, наведених вище, гравітаційна стала позначена *G*, але в літературі дуже часто можна зустріти позначення *K* і *f*.

Гравітаційна стала (G) є коефіцієнтом пропорційності - це величина, що дорівнює силі притягання двох одиничних мас на одиничній віддалі.

Для обчислення *G* необхідно виміряти силу взаємопритягання двох мас однакових розмірів і взаємного положення.

Вперше в 1793 р. значення коефіцієнта всесвітнього тяжіння визначив англійський фізик Генрі Кавендіш.

За сучасними даними в системі СІ

$$G = 6,720 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/\text{кг}^2 \text{ с}^2$$

(зовсім випадково число 6,67 близько до 20/3, інколи цей дріб застосовують при приблизних розрахунках).

5.4 Нормальне та аномальне значення сили тяжіння

Нормальною силою тяжіння (γ_0) називається прискорення, що спостерігається на поверхні правильного, однорідного по щільності, рівневого еліпсоїда, що співпадає із спокійною поверхнею океану.

Основи розрахунку теорії нормальної сили тяжіння γ_0 розробив французький вчений А. Клеро (1793 р.)

Відомо декілька формул для розрахунку γ_0 , але всі вони різняться тим, що застосовуються для різних моделей земного еліпсоїда.

Для обчислення цієї величини використовують формулу Гельмерта:

$$\gamma_0 = 9780,030(1 + 0,005302 \sin^2 \varphi - 0,000007 \sin^2 2\varphi) \text{ гл} \quad (5.13)$$

Ця формула наближено підходить до еліпсоїда Красовського. Для визначення γ_0 використовують спеціальні таблиці.

Таким чином, нормальне прискорення сили тяжіння (нормальне значення сили тяжіння) можна одержати без інструментальних вимірів, тобто завдяки розрахункам. Для визначення сили тяжіння в будь-якому пункті земної кулі достатньо **знати широту цього пункту**.

Нормальне поле сили тяжіння - це поле, яке рівномірно змінюється зі зміною широти, оскільки воно обчислюється для правильної форми Землі однорідної щільності. Адже реальна Земля відрізняється від правильної за формою та характеризується нерівномірним розподілом мас всередині Землі: в одних її частинах сконцентровані більш щільні важкі маси, в інших - навпаки, тому для реальної Землі спостерігаються відхилення від ідеального розподілу сили тяжіння як по широті, так і по довготі.

Різниця між вимірною (g_v) та нормальною (γ_0) силою тяжіння називається аномалією сили тяжіння

$$\Delta g = g_v - \gamma_0 \quad (5.14)$$

Склавши схему розподілу аномалій сили тяжіння по земній кулі, можна одержати картину аномального гравітаційного поля Землі, яка характеризує відхилення дійсних значень сили тяжіння від теоретичних.

5.5. Редукція сили тяжіння

Силу тяжіння на поверхні Землі можна виміряти відповідними способами, використовуючи спеціальні прилади. В результаті для даної точки отримаємо одні й ті ж значення, що відрізнятимуться один від

одного значенням похибки. Але умови місцевості пунктів визначення можуть бути неоднаковими, тому що виміри можна здійснювати на різних висотах по відношенню до рівня моря або безпосередньо на поверхні води, наприклад, на судах.

Нормальне значення сили тяжіння обчислюють для поверхні земного еліпсоїда, що співпадає з рівнем води спокійного океану.

Тому, щоб визначити аномалії сили тяжіння, необхідно вимірне значення перенести в точку еліпсоїда або, навпаки, теоретичне (нормальне) значення перенести до висоти точки спостережень, тобто необхідно, щоб обидва значення були приведені до одного знаменника.

Історично був вибраний перший спосіб, але в наш час частіше використовують другий спосіб, який називається *редукцією сили тяжіння*. При цьому перш за все необхідно враховувати різницю висоти. На висоті над поверхнею земного еліпсоїда (який ототожнюють з поверхнею геоїда або рівня води в океані) нормальне значення сили тяжіння зменшиться на величину

$$\Delta g_H = 2 \frac{g}{R} H \quad (5.15)$$

де: g - середнє значення сили тяжіння на Землі;

R - середній радіус Землі,

H - висота точки.

В числовому виразі ця формула матиме вигляд

$$\Delta g = - 0,3086 \cdot 10^{-5} H \text{ (м/с}^2\text{)} \quad (5.16)$$

Тобто, якщо ми знаємо висоту точки, то можна обчислити необхідне приведення. Але окрім врахування різниці висоти необхідно враховувати і наявність гірських порід з щільністю ρ , які залягають між поверхнею еліпсоїда та точкою спостереження (рис. 5.5).

Це поправка

$$\Delta g_\rho = 2\pi G \rho H, \quad (5.17)$$

де ρ - середня щільність порід

Величина, яку обчислили за формулою (5.17), називається *поправкою за проміжний шар*. Для вирішення геодезичних задач ця поправка не вводиться, в цьому разі аномалію сили тяжіння називають *аномалією у вільному повітрі* (скорочено - *аномалія Фая*).

При введенні поправки на проміжний шар, що дуже важливо при розв'язанні геологічних задач, ці аномалії називаються *аномаліями в редукції Буге* (*аномалія Буге*).

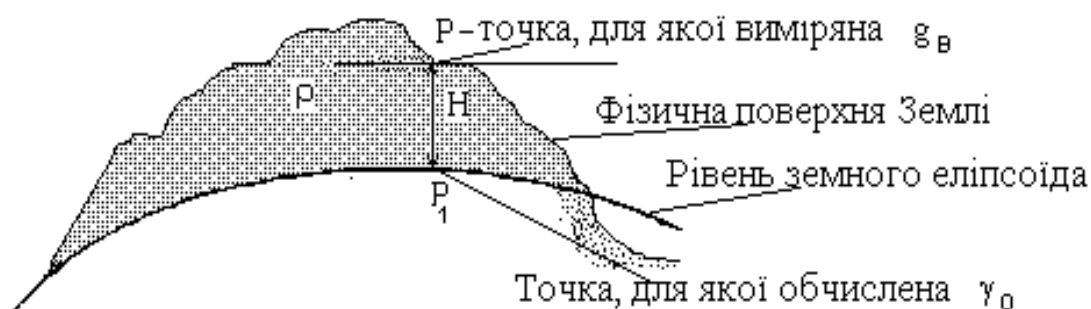


Рисунок 5.5 - Редукція сили тяжіння

Відповідно, формули для обчислення аномалій мають вигляд:

в редукції Фая:

$$\Delta g_{\delta} = g_B - (\gamma_0 - \Delta g_i); \quad (5.18)$$

в редукції Буге:

$$\Delta g_{\delta} = g_B - (\gamma_0 - \Delta g_i + \Delta g_{\rho}) \quad (5.19)$$

Гравітаційні аномалії, що мають геологічну природу, досягають $(3 - 30) \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$.

Тимчасові варіації, зумовлені приливною дією космічних тіл, і в першу чергу Місяця та Сонця, яка приводить до періодичних змін висоти земної поверхні, а також до повільного перерозподілу гравітаційних мас усередині земної кулі, можуть становити $3,4 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$, а можлива величина вікових змін сили тяжіння протягом року - менша ніж $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$.

Зміни сили тяжіння на поверхні літосфери зумовлені інженерною діяльністю людини: витягання з надр Землі значної кількості викопної сировини, штучне зниження або підвищення рівня підземних вод, створення водосховищ, будівництво крупної міської агломерації, порівнянні з варіаціями.

Сила тяжіння може змінюватися підчас екологічно значущих геологічних процесів, таких, наприклад, як:

- а) сейсмотектонічні переміщення;
- б) обвальні явища;
- в) зсуви і карстоутворення;
- г) процеси, які пов'язані з просіданням земної поверхні;

д) переробкою берегів крупних водосховищ і тому подібне.

Аномальне гравітаційне поле Землі відображає сумарну дію гравітуючих мас, розташованих на різних глибинах в земній корі і верхній мантії. Тому для однозначного вирішення питання про природу аномалій необхідно розділяти гравітаційні поля на регіональні, створювані глибокозалягаючими масами і локальні, зумовлені місцевими геологічними неоднорідностями розрізу.

РОЗВ'ЯЗАТИ ЗАВДАННЯ:

1. Обчислити, на яку долю відсотка зменшиться вага 1 кг апельсин в Мурманську в порівнянні з Одесою, якщо зважування виконувати на пружинних терезах.

2. Визначити масу і середню щільність Землі. Для спрощення розв'язання завдання Землю можна прийняти за кулю, відцентровою силою можна знехтувати.

3. Розрахувати, чому дорівнює відцентрова сила, що діє на Вас, якщо Ви катаєтесь на каруселі при $\rho = 10\text{ м}$ і швидкості обертання 20 об/хв.

4. Обчислити відцентрову силу, що діє на Вас в результаті обертання Землі, якщо Ви знаходитесь на головноштамті м. Одеси.

5. Розрахувати прискорення сили тяжіння, що діє на Вас в Одесі. Прийняти радіус Землі з урахуванням сфероїдальності.

6. Визначити, на скільки відсотків зміниться сила тяжіння на вершині гори Джомолунгма в порівнянні з рівнем моря.

7. Розрахувати нормальне значення сили тяжіння (записати формули) для : А) екватора,

Б) полюса,

В) м. Одеса.

8. Наскільки зміниться сила тяжіння на земній кулі, якщо Земля буде виконувати оберт навколо осі за: А) 24 год?; Б) за 30 год?

9. Наскільки відрізняються аномалії сили тяжіння в редукції Фая від аномалії сили тяжіння в редукції Буге на вершині гори Джомолунгма?

10. Визначити силу тяжіння, яка діє:

а) на людину масою $m = 100\text{ кг}$;

б) на автомобіль масою $M = 1,5\text{ т}$;

в) на монету масою $m = 5\text{ г}$.

11. Як зміниться *сила тяжіння*, що діє на космонавта та його вагу, коли він переміщується з поверхні Землі на орбітальну станцію?

Контрольні запитання

1. В чому полягає відмінність сили тяжіння від сили притягання?

2. На якій віддалі від Землі поняття "сила тяжіння" не має сенсу?
3. Якими параметрами характеризується зміна сили тяжіння на земній кулі?
4. Чому сила тяжіння збільшується в напрямку від екватора до полюсів?
5. В чому принципова різниця понять "сила тяжіння" і "аномалія сили тяжіння"?
6. Що необхідно знати, щоб визначити нормальне значення сили тяжіння на поверхні Землі?
7. В чому принципова різниця аномалій в редукції Фая від аномалій в редукції Буге? Яка з названих аномалій має більше значення?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Геофізичні поля Землі - це:

- а) електричне, магнітне, теплове; радіаційне, екологічне;
- б) гравітаційне, геомагнітне; електромагнітне, теплове;
- в) теплове, індукційне, магнітне; гравітаційне, вулканічне;
- г) гравітаційне, магнітне, теплове, космічне, іонізуюче.

2. Аномалії сили тяжіння?

- а) сумарна поправка в виміряні значення;
- б) різниця між виміряним значенням сили тяжіння і нормальним;
- в) відхилення значення сили тяжіння під дією притягання Сонця;
- г) відхилення значення сили тяжіння в період магнітних бурь.

3. Форма Землі двовісний еліпсоїд - це результат:

- а) сили Коріоліса;
- б) відцентрової сили;
- в) сили притягання;
- г) орбітального обертання Землі

4. Полярне стиснення є результатом дії:

- а) сили тяжіння Місяця і планет;
- б) сили Коріоліса;
- в) відцентрової сили;
- г) орбітального обертання Землі.

5. Приливи і відливи в Світовому океані виникають під дією:

- а) океанічних течій;
- б) потужних штормів;
- в) гравітаційних сил Місяця;
- г) мусонних вітрів.

6. Визначити, де на земній поверхні сила тяжіння буде найбільша:

- а) на екваторі;
- б) на полюсі;
- в) на Гринвічі;

г) не залежить від широти.

7. Гравітаційне поле

а) збільшує швидкість обертання Землі;

б) притягає до поверхні Землі людей, тварин і всі інші матеріальні об'єкти;

в) змінює теплове поле, нагрів оболонки Землі;

г) воно змінює перебіг річок і напрям переміщення повітряних мас.

8. Помилковим є твердження:

а) щоб визначити силу тяжіння в будь-якій точці земної кулі достатньо знати її широту;

б) аномалія сили тяжіння це - різниця між виміряною та нормальною силою тяжіння;

в) для розв'язання геодезичних задач вводиться поправка ***Фая***;

г) вперше значення коефіцієнта всесвітнього тяжіння визначив Ньютон.

9. Прискорення, що спостерігається на поверхні правильного, однорідного по щільності еліпсоїда це:

а) сила притягання;

б) сила тяжіння;

в) відцентрова сила;

г) нормальна сила тяжіння.

10. Які параметри Землі впливають на зміну сили тяжіння?

а) довгота;

б) широта;

в) маса Землі;

г) маса Місяця

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Балан Г. К. Геофізика з основами астрономії (блок «Геофізика»): конспект лекцій / Одес. держ. екол. ун-т. Одеса, 2018. 89 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/7191>. (дата звернення 12.12.2022)
2. Балан Г. К. Селезньова Л. В., Іваненко О. Г. Основи геофізики: навч. пос. / Одес. держ. екол. ун-т. Одеса : ТЕС, 2006. 141 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/322>. (дата звернення 17.08.2022)
3. Балан Г. К. Методичні вказівки для самостійної роботи по вивченню дисципліни «Геофізика з основами астрономії», блок «Геофізика» для студентів I курсу очної та заочної форм навчання, спеціальність 103 «Науки про Землю». Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2018. 18 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/5549>. (дата звернення 03.10.2022)
4. Балан Г. К., Селезньова Л. В. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та виконання контрольної роботи з дисципліни «Геофізика» для студентів I курсу заочної форми навчання спеціальність 103 «Науки про Землю». Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2012. 23 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/324>. (дата звернення 14.08.2022)
5. Балан Г. К., Гращенкова Т. В. Методичні вказівки до практичних занять по темі «Сила тяжіння та її розподіл по Земній кулі» з навчальної дисципліни «Геофізика з основами астрономії» для студентів I курсу денної та заочної форм навчання за спеціальностями 103 «Науки про Землю» та 193 «Геодезія та землеустрій». Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2021. 18 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/9278>. (дата звернення 12.03.2023)
6. Балан Г. К., Гращенкова Т. В. Силлабус навчальної дисципліни «Геофізика з основами астрономії (блок «Геофізика»)» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання за спеціальностями 103 "Науки про Землю" та 193 "Геодезія та землеустрій". Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2020. 15 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/8129>. (дата звернення 07.11.2022)
7. Балан Г. К., Селезньова Л. В. Методичні вказівки для проведення практичних занять на тему «Вивчення фізико-географічних об'єктів Земної кулі» з навчальної дисципліни «Геофізика з основами астрономії» для студентів I курсу денної та заочної форм навчання за спеціальностями 103 «Науки про Землю». Одеса : Од. держ. еколог.

- ун-т, 2006. 29 с. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/323>. (дата звернення 10.09.2022)
8. Балан Г. К. Методичні вказівки для проведення практичних занять на тему «Розрахунок та характеристика геомагнітного поля. Побудова магнітних карт» з навчальної дисципліни «Геофізика з основами астрономії» для студентів I курсу денної форми навчання за спеціальністю 103 «Науки про Землю». Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2017. 17 с. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5629>. (дата звернення 26.10.2022)

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Багров М. В., Боков В. О., Черваньов І. Г. Землезнавство: підручник для геогр. та екол. спец. вищ. закл. освіти. Київ : Либідь, 2000. 464 с. ISBN 966-06-0057-7.
2. Фурман В. В., Віхоть Ю. М., Павлюк О. М. Основи геофізики (фізика Землі): навч. посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка. Львів: Львів. націон. ун-т імені Івана Франка. 2016. 104 с. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/145648/mod_folder/content. (дата звернення 04.10.2022)
3. Літнарівч Р. М. Фізика з основами геофізики: курс лекцій для студентів і аспірантів напрямку наук про Землю. Рівне : Міжн. екон.-гуман. ун-т ім. акад. С. Дем'янчука. 2007, 74 с. URL: <https://learn.ztu.edu.ua/mod/folder/view.php?id=89359>. (дата звернення 04.10.2022)
4. Геофізика та інтерпретація даних геофізичних досліджень свердловин: навчальний посібник для самостійної роботи студентів з організації та підготовки до лабораторних робіт за денною, дистанційною і заочною формами навчання з дисципліни «Геофізика та інтерпретація даних геофізичних досліджень свердловин» для студентів спеціальності 103 «Науки про Землю» / Петровський О. М., Соловійов В. В., Давиденко Л. П., Усенко Д. В. Полтава: НУПП імені Ю.Кондратюка. 2021. 80 с. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/145648/mod_folder/content. (дата звернення 12.08.2022)
5. Олійник Я. Б. Федорищак Р. П. Шищенко П. Г. Загальне землезнавство: навч. пос. Київ : Знання-Прес. 2003, 247 с. ISBN 966-7767-87-6.
6. Антропогенне забруднення геологічного середовища та ґрунтово-рослинного покриву: навч. пос. для студ. вищ. закл. освіти / за ред. Т. А. Сафранова, А. М. Польового. Одеса : ТЕС, 2003. 260 с. ISBN 966-7654-87-7.

7. Коржнев М. М. Екологічна геологія: підручник. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2006. 235 с. URL: <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/4435>. (дата звернення 12.02.2023)
8. Сивий М. Я., Свинко Й. М. Геологія. Практикум: навч. пос. для студ. геогр. спец. вузів. Київ : Либідь, 2006. 248 с. ISBN 966-06-0369-X.
9. Федорищак Р. П. Загальне землезнавство: навч. пос. Київ: Знання-Прес, 2003. 247 с. ISBN 966-7767-87-6.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- А**
Аномалія - Буге, **69**
- магнітна, **53**
- сили тяжіння, **70**
- Фая, **69**
Антициклони, **40**
Астрономічне літо, **45**
Астрономічна
- зима, **45**
- весна, **45**
- осінь, **45**
- В**
Височини, **7**
Відцентрова сила, **37**
Велика піввісь, **11**
- Г**
Галімо, **66**
Географічні координати, **37**
Геомагнітні полюси, **50**
Геофізичні поля, **50**
Гравітаційна стала, **62**
Гравітаційне поле Землі, **61**
- Д**
Декретний час, **42**
День - зимового Сонцестояння, **45**
- літнього Сонцестояння, **45**
- весняного рівнодення, **45**
- осіннього рівнодення, **45**
Добове обертання Землі, **37**
Довгота, **37**
Довжина екватора, **11**
Довжина меридіана, **11**
- Е**
Екватор, **36**
Елементи
- гравітаційного поля Землі, **62**
- земного магнетизму, **51**
- З**
Закон всесвітнього тяжіння, **61**
Земна вісь, **43**
Зміна дня і ночі, **41**
Зміна пір року, **43**
- І**
Ізодинами, **53**
Ізогони, **53**
Ізокліни, **53**
Інтенсивність сонячної радіації, **43**
- К**
Коефіцієнт всесвітнього тяжіння, **62**
Кут нахилу, **41**
- Л**
Лінія зміни дати, **43**
- М**
Магнітні аномалії, **52**
Магнітний
- екватор, **50**
- меридіан, **50**
Магнітна стрілка, **50**
Магнітне - нахилення, **52**
- поле, **50**
- схилення, **52**
Магнітні - полюси, **50**
- карти, **54**
Мала піввісь, **11**
Мікрогал, **66**
Мілігал, **66**
Місцевий час, **42**

Н

Напруження
земного магнетизму, **53**
Нахил земної осі, **43**

О

Орбітальний рух, **43**
Осьове обертання, **43**

П

Паралель, **36**
Перигелій, **43**
Полярна ніч, **45**
Полярний день, **45**
Полярні кола, **45**
Поправка за проміжний шар, **68**
Пори року, **43**
Поясний час, **42**
Прискорення
- вільного падіння, **62**
- сили Коріоліса, **39**
- сили тяжіння, **62**

Пустелі, **8**

Р

Радіальна складова відцентрової
сили, **65**
Редукція сили тяжіння, **67**
Рівневий еліпсоїд, **66**

С

Світлороздільна
- лінія, **41**
- площина, **41**
Сила - відцентрова, **63**
- притягання, **63**
Сонце в зеніті, **45**
Суша, **12**

Т

Тривалість дня, ночі, **43**
Тропік, **44**

Ц

Циклони, **40**

Ч

Час
- поясний, **42**
- місцевий, **42**
- декретний, **42**
Часові пояси, **42**

Ш

Швидкість - кутова, **35**
- лінійна, **35**
Широта, **36**

Навчальне електронне видання

КУЗА Антоніна Миколаївна, БАЛАН Ганна Костянтинівна,
ОТЧЕНАШ Наталія Дмитрівна, ЯРОВ Ярослав Сергійович

ОСНОВИ ГЕОФІЗИКИ. ПРАКТИКУМ

Навчальний посібник

Видавець і виготовлювач
Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016
тел./факс: (0482) 32-67-35
E-mail: info@odeku.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № від