


Лесюк М.В.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності
протокол № 4 від «305» 2023_ року
Голова групи  Герасимов О.І.

УЗГОДЖЕНО

Декан природоохоронного факультету
 Чугай А.В.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ГЕОСФЕРАХ

(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

(шифр та назва спеціальності)

Технології захисту навколишнього середовища

(назва освітньої програми)

магістр
(рівень освіти)

денна
(форма навчання)

1 1 4/120 залік
(рік навчання) (семестр навчання) (кількість кредитів ЄКТС/годин) (форма контролю)

кафедра фізики та технологій захисту навколишнього середовища

(кафедра)

Одеса, 2023 р.

Автори: Герасимов О. І., зав. кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д.ф.-м.н., проф.; Курятников В.В., доцент кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, к.ф.-м.н., доцент;

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища від «22» квітня 2023 року, протокол № 8.

Викладач: Лекційні заняття – Курятников В.В., доцент кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища; к.ф.-м. н., доцент ;

Практичні заняття – Курятников В.В., доцент кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища; к.ф.-м. н., доцент;

(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Рецензент Софронков О.Н., проф. кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д.т.н., проф.

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<p>Мета</p>	<p>Метою навчальної дисципліни “ Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах ” є орієнтація студентів у напрямі</p> <ul style="list-style-type: none"> - вивчення фізичних процесів і закономірностей, які відбуваються в геосферах Землі; - використання сучасних методів і засобів моніторингу та прогнозування процесів, що відбуваються в геосферах Землі. <p>Вивчення фізичних та фізико-хімічних явищ в природних об’єктах, фундаментальних процесів, які є основою живої природи, потребує фундаментальної теоретичної і практичної підготовки в області фізики: знання загальних закономірностей явищ природи, властивостей та будови матерії, законів її руху, тощо.</p> <p>Дисципліна “ Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах ” базується на знаннях з фізики, математики та окремих розділів хімії та біології.</p>
<p>Компетентність</p>	<p>В термінах компетентнісного підходу в ОПП для рівня вищої освіти «магістр» зазначеної спеціальності та спеціалізацій компетенції, формування яких забезпечує дисципліна “Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах ”. Зміст компетентності згідно з освітньою програмою: здатність використовувати теорію фізичних процесів в геосферах, математичні методи та методи фізичного та чисельного моделювання у технологіях захисту навколишнього середовища.</p>
<p>Результати навчання</p>	<p>Здатність використовувати теорію фізичних процесів в геосферах та методи нелінійного аналізу при побудові моделі складних нерівноважних, нелінійних процесів у задачах захисту навколишнього середовища.</p>
<p>Базові знання</p>	<p>В результаті вивчення курсу студенти повинні знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - загальні фізичні та біофізичні закономірності процесів, що відбуваються в геосферах Землі; - сучасні методи і засоби моніторингу процесів, що відбуваються в геосферах Землі; - збурюючі фізичні фактори, що впливають на процеси в геосферах Землі, їх характеристики та механізми цих впливів.
<p>Базові вміння</p>	<ul style="list-style-type: none"> - розробляти геоінформаційний пакет прогнозів розвитку процесів, що відбуваються в геосферах і оцінювати їх вплив на живі організми і системи життєзабезпечення;

	- застосувати знання відповідних базових принципів та законів фізики в розумінні механізмів дії зовнішніх факторів (полів), що впливають на природні об'єкти та процеси в геосферах Землі.
Базові навички	- застосовувати фізичні методи та прилади у радіо-дозиметричних вимірюваннях.
Пов'язані силлабуси	-
Попередня дисципліна	-
Наступна дисципліна	-
Кількість годин	лекції: 30 практичні заняття: 30 лабораторні заняття: немає самостійна робота студентів: 60 залік

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
	<p>1. Походження сонячної системи та Землі. Елементи сейсмології, гравіметрії та геомагнетизму</p> <p>Вступ. Задачі геофізики. Дослідження походження, еволюції Землі. Процеси, що протікають оболонках Землі: атмосфері, гідросфері і літосфері. Накопичення і аналіз натурних даних про фізичні поля планети. Завдання геофізики: збір, зберігання, обробка і візуалізація даних, розшифровка космічних знімків, розвиток методів розв'язання некоректних і обернених задач, чисельне моделювання геофізичних полів. Вивчення відгуку екологічної системи планети на зростаюче антропогенне навантаження. Проблема турбулентності. Дивні атрактори і фрактали. Опис</p>	2	1

ЗМ-Л1	руху суцільних середовищ зі складною реологією і фазовими переходами. Вплив космосу на геосфери.		
	<p>Тема 1.1 Основні положення та визначення геофізики. Походження Землі. Походження Сонячної системи і Землі.</p> <p>Енергія акреції Землі і енергія гравітаційної диференціації. Походження атмосфери та гідросфери Землі. Умови існування атмосфери та гідросфери. Склад і вертикальна структура атмосфери Землі. Рівняння стану сухого і вологого повітря. Склад гідросфери Землі. Солоність. Розподіл температури і солоності в Світовому океані. Рівняння стану морської води. Парниковий ефект. Клімат і погода. Блоки кліматичної системи. Цикли Міланковича. Будова Землі, основні структурні оболонки. Розподіл швидкостей, пружних властивостей, щільності, тиску. Власні коливання Землі.</p>	5	3
	<p>Тема 1.2 Елементи сейсмології. Будова земної кори. Глобальна тектоніка. Дослідження характеру поширення сейсмічних хвиль. Види сейсмічних хвиль. Глобальна сейсмічна модель. Техногенні сейсмічні шуми. Сейсмічне мікрорайонування і методи оцінки сейсмічного ризику. Принцип реєстрації сейсмічних коливань. Типи сейсмічних хвиль і їх характеристики. Сейсмічні промені і їх властивості. Сейсмічний годограф. Осередок землетрусу: теорія пружною віддачі, діаграма спрямованості випромінювання. Гіпоцентр і епіцентр. Локація землетрусів. Магнітуда землетрусу, сейсмічна енергія і інтенсивність. Географія землетрусів. Закон Гутенберга-Ріхтера.</p>	2	2
	<p>Тема 1.3 Елементи гравіметрії. Гравітаційне поле землі, його просторове зміна. Гравітаційні аномалії. Приливні коливання земної поверхні. Виміри приливних коливань. Гравітаційний потенціал і його гармонійні складові. Нормальне поле сили тяжіння і аномалії. Фігура Землі: геоїд і сфероїд Клеро. Ізостазія. Термогравітаційна конвекція в геосфері. Число Релея. Стійкість</p>	2	2

	стратифікації. Адіабатичний градієнт. Частота Вьяйсяля-Брента. Сили, що діють в атмосфері і океані. Рівняння аерогідромеханіки. Основні підходи до спрощення рівнянь аерогідромеханіки. Гідростатичне і геострофічне наближення.		
	Тема 1.4 Елементи геомагнетизму. Геомагнітне поле і його просторово-часові варіації. Геомагнітна хронологічна шкала. Геотермія і геодинаміка. Характеристики головного геомагнітного поля. Елементи геомагнітного поля і співвідношення між ними. Рухи магнітних полюсів. Західний дрейф. Палеомагнетизм. Намагнічення ферромагнетиків. Термозалишкова намагніченість гірських порід. Магнітохронологічна шкала.	4	2
	Підготовка до модульної контрольної роботи.		5
ЗМ-Л2	Фізичні явища та закони у геосферах. Основи кріології		
	Тема 2.1 Будова атмосфери. Властивості складових атмосфери газів, поглинання і випромінювання ними радіації, розподіл температури і тиску, випаровування і конденсація водяної пари, утворення хмар і опадів, різноманітні форми руху в атмосфері. Барометрична формула. Висота однорідної атмосфери. Завдання Екмана про дрейфовому перебігу. Екманівський «насос». Циклони і антициклони. Тропічні циклони. Оптичні явища в атмосфері. Спектри випромінювання Сонця і планет. Сонячна постійна. Альbedo. Оцінка радіаційної температури Землі. Вікна прозорості атмосфери. Оптичні явища, викликані поглинанням і розсіюванням в атмосфері. Оптичні явища в атмосфері, що викликаються заломленням в повітрі і ядрами конденсації. Електричні явища в атмосфері. Атмосферна акустика. Фізика хмар. Утворення в атмосфері твердих і рідких аерозолів. Турбулентні потоки в атмосфері. Взаємодія атмосфери з поверхнею, що підстилає - океаном або сушею. Динаміка атмосферних процесів. Моніторинг і прогнозування атмосферних процесів.	3	2

	<p>Тема 2.2 Фізико-хімічні властивості природних вод. Походження, умови залягання, склад і закономірності рухів підземних вод. Взаємодія підземних вод з гірськими породами, поверхневими водами і атмосферою. Формування водного балансу і стоку, гідрологічний режим, во Фізичні, хімічні та мінералогічні зміни води при температурах нижче її точки замерзання. Природні тіла і явища, що виникають при від'ємних значеннях температури. Атмосферні льоди. Наземне і морське заледеніння. Різноманіття хвильових рухів в океані. Сили, які є важливими для різних типів хвиль. Причини, що викликають хвильові руху. Довгі хвилі в океані. Вплив рельєфу дна на поширення довгих хвиль. Звукові хвилі в атмосфері і океані. Параметри, що визначають швидкість звуку в повітрі і воді. Підводний звуковий канал.</p>	6	4
	<p>Тема 2.3 Тепловий потік на поверхні Землі. Розподіл температур в Землі. Адіабатичний градієнт температур і градієнт температури плавлення. Джерела теплової енергії Землі. Механізми теплопередачі. Тепловий розподіл температури в надрах Землі. Карти теплового потоку на поверхні Землі. Кореляції теплових потоків з тектонічними структурами. Геодинамічні процеси в земній корі. Тектонічні процеси на континентах і океанах.</p>	3	2
	<p>Тема 2.4 Радіоактивність Землі. Закон напіврозпаду. Радіоактивні сімейства. Радіаційний фон. Радон у природі.</p>	3	2
	Підготовка до модульної контрольної роботи.		5
Разом:	30	30	

Консультації: Курятников В.В., доцент каф. загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м.н., доцент; серета, 12.45, ауд. 301(2)

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
	Практичні заняття. Розв'язання задач		

ЗМ-П1	Розрахунки динаміки обертання планет	6	5
	Розрахунки теплового балансу планети	6	5
	Температура, тиск в атмосфері та її маса	6	5
	Електромагнітні властивості геосфер Землі. Оптичні явища в атмосфері.	6	5
	Радіоактивність. Радіоактивні сімейства.	6	5
Разом:		30	25

Консультації: Курятников В.В., доцент каф. загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м.н., доцент; __середи, 12.45, ауд. 301(2)

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія

Самостійна робота студента та контрольні заходи\

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	<ul style="list-style-type: none"> Підготовка до лекційних занять МКР1 (обов'язковий) 	10	1-7
		5	тиждень
ЗМ-Л2	<ul style="list-style-type: none"> Підготовка до лекційних занять МКР2 (обов'язковий) 	10	8-11
		5	тиждень
ЗМ-П1	<ul style="list-style-type: none"> Підготовка до практичних занять Розв'язання задач (обов'язковий) 	25	12-14
		5	тиждень
Разом:		60	

1.Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л1.

Модульна контрольна робота МКР1 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 25 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 25 балам.

2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л2.

Модульна контрольна робота МКР2 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 25 тестових завдань. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 25 балам.

3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-П1.

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань у вигляді розв'язання задач. На кожному занятті магістри виконують завдання за відповідними темами.

Максимальна оцінка за виконання робіт кожної теми -10 балів.

Максимальна оцінка за виконання модуля ЗМ-П1 дорівнює 50 балам.

4. Методика проведення та оцінювання заліку.

Допуск до семестрового заліку за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п. 2.4 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів, а саме, студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше 50 балів за теоретичну та практичну частину (для заліку). Якщо дисципліна закінчується заліком, то студент пише залікову контрольну роботу, а інтегральна оцінка (В) по дисципліні розраховується за формулою

$$B = 0,75 \times OЗ + 0,25 \times OЗКР,$$

де ОЗ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за змістовними модулями;

ОЗКР – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) залікової контрольної роботи.

Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, що завершується заліком, отримує якісну оцінку («зараховано» або «не зараховано»), якщо має на останній день семестру інтегральну суму балів поточного контролю, достатню (60 балів та більше) для отримання позитивної оцінки, та не менше 50 балів за залікову контрольну роботу.

Білет ЗКР у формі тестів складається з 20-питань, в які входять теми лекційних та практичних модулів. Максимальна можлива оцінка 100 балів еквівалентна 100% правильних відповідей.

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Повчання по послідовному вивченню теоретичного матеріалу.

Модуль ЗМ-Л1. Походження Землі. Елементи сейсмології, гравіметрії та геомагнетизму

Вступ. Задачі геофізики. ГЕОФІЗИКА - комплекс наук, які досліджують фізичними методами походження, еволюцію Землі, а також процеси, що протікають в її оболонках: атмосфері, гідросфері і літосфері.

В основі геофізики лежать накопичення і аналіз натурних даних про фізичні поля планети. Збір, зберігання, обробка і візуалізація великих масивів даних, розшифровування космічних знімків, розвиток методів розв'язання некоректних і обернених задач, чисельне моделювання геофізичних полів, - все це завдання геофізики.

Однією з найважливіших практичних завдань геофізики є вивчення відгуку екологічної системи нашої планети на зростаючу антропогенне

навантаження. Пряме відношення до багатьох областях геофізики має остання невирішена проблема класичної фізики - проблема турбулентності.

Геофізичні коріння простежуються у таких дивовижних математичних об'єктів як дивні атрактори і фрактали. Тісно пов'язані з геофізикою невирішені математичні проблеми: глобальна розрахованість тривимірних рівнянь гідродинаміки або опис руху суцільних середовищ зі складною реологією і фазовими переходами. Вплив космосу на геосфери теж з питанням геофізики.

Тема 1.1 Основні положення та визначення геофізики. Походження Сонячної системи і Землі.

Починаючи вивчати дисципліну, студентам потрібно виділити основні поняття дисципліни та визначення: Енергія акреції Землі і енергія гравітаційної диференціації. Походження атмосфери та гідросфери Землі. Умови існування атмосфери та гідросфери. Склад і вертикальна структура атмосфери Землі. Рівняння стану сухого і вологого повітря. Склад гідросфери Землі. Солоність. Розподіл температури і солоності в Світовому океані. Рівняння стану морської води. Парниковий ефект. Клімат і погода. Блоки кліматичної системи. Цикли Міланковича. Будова Землі, основні структурні оболонки. Розподіл швидкостей, пружних властивостей, щільності, тиску. Власні коливання Землі.

Геофізика – вчення про фізичні явища на Землі.

Предмет геофізики – вивчення оболонок Землі, до яких відносяться:

- Літосфера, представлена твердими геологічними утвореннями (магматичні, метаморфічні та осадові породи);
- Гідросфера води океанів, морів, річок, озер та інших поверхневих джерел і підземні води;
- Атмосфера – повітряна оболонка.

Історія розвитку уявлень про утворення та будову Землі складалася так, що до порівняно недавнього часу переважаючою думкою про внутрішню будову Землі були уявлення про «гаряче» ядро, що складається в основному з «сонячної речовини». Таких поглядів дотримувалися такі вчені як Декарт, Кант, Лаплас, Ломоносов та багато інших. Потім, в зв'язку з успіхами в сейсмології і деяких інших розділах ФІЗИКИ, точка зору на внутрішній устрій Землі різко змінилася. Поштовхом до цього послужило те, що в результаті аналізу характеру поширення швидкостей сейсмічних хвиль, що генеруються землетрусами, по товщі Землі, було з'ясовано, що рідке ядро Землі віддалене від її поверхні мантиєю, товщина якої становить без малого три тисячі км. До цього часу, завдяки залучення ізотопного аналізу, був оцінений «вік», який склав 4.5 млрд. років. Знаючи величину температуропровідності речовини мантиї, можна оцінити, на яку товщину може кристалізуватися мантия за час життя Землі, якщо вся речовина в її

момент утворення була розплавлена. Було показано, що мантія за цей час могла б «застигнути» на товщину, що не перевищує 800 км, а сейсмологія показувала, що вся мантія на всі її 3000 км – тверда. Цей парадокс не змогли пояснити геофізики тих років і ідея «гарячої Землі» була «похована» і забута. «Могильником» ідеї гарячої Землі виступив О. Ю. Шмідт, який запропонував ідею повільного холодного «злипання» пилових частинок (планетезималей) при утворенні Землі. Згідно запропонованої Шмідтом формулою, Земля повинна була повільно, протягом 100 млн. років нарощувати свою масу і об'єм шляхом приєднання до планеті планетезималей з «материнського» пилової хмари. Нехай так, але виникає багато питань і перший з них: чому час утворення одно саме 100 млн. років, ні більше і не менше. Шмідт не обґрунтовує цю цифру, хоча це зробити порівняно легко. Для цього слід прийняти таку умову. Температура Землі в момент її утворення залишається незмінною і дорівнює $T = 300 \text{ K}$ (як зараз). Це може відбуватися при виконанні єдиної умови: вся гравітаційна енергія Землі ($2 \cdot 10^{39}$ ерг) йде на її нагрівання речовини, а тепло випромінюється в космос. Таке випромінювання описується формулою Стефана-Больцмана: ($E = \sigma T^4 S t$), де E – енергія випромінювання, σ – постійна Стефана-Больцмана, T і S – температура і площа поверхні Землі, t – час процесу випромінювання, що дорівнює часу утворення Землі. При такій оцінці дійсно виявляється, що для «скидання» гравітаційної енергії Землі через випромінювання нагрітого тіла потрібно саме 100 млн. років. Не менше і не більше. Формула Шмідта неодноразово піддавалася критиці. Наприклад, якщо використовувати її стосовно до інших планет, як це було зроблено свого часу Рингвудом, то виявиться, що час утворення Урана і Нептуна виявляється порядку 10^{11} років, тобто значно більше віку Сонячної системи. Час утворення Марса складає $2.6 \cdot 10^9$ років. Рахування кратерів, хоча і не дуже точний метод, вказує на його набагато давнішу поверхню. Наприклад, вивчення Місяця показує, що період частого бомбардування закінчився, принаймні, близько $3.9 \cdot 10^9$ років тому, і т. п.

Більш того, як було нещодавно виявлено за допомогою космічних телескопів Хаббл і Спітцер, процес утворення планет у «молодих» зірок віком ~ 100 тис. років вже закінчився, у дуже «старих» зірок, з віком більше сонячного – ще існують пилові кільця. Аналіз даних, отриманих як на цих приладах, так і на інших, працюючих раніше, в цілому суперечить загальноприйнятій на сьогодні моделі холодної Землі. Мабуть, перший «удар» механізму холодного утворення планет був нанесений після інтерпретації даних, отриманих космічними апаратами «Піонер-Х» і «Піонер-ХІ», з допомогою яких 25 років тому було виявлено потужне теплове випромінювання, що виходить від Юпітера. У цих експериментах так само виявлена висока симетрія гравітаційного поля Юпітера, характерна для газової кулі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Кудашкіна Л.С. Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах : Електронний конспект лекцій /Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: <http://dpt12.odeku.edu.ua/> 1-лекція 1.1

Текст лекцій знаходиться за посиланнями частина
1 <https://drive.google.com/open?id=1iFGw0fG-TljQblxAcxdb1Bcw3W79AyAh>
2 <https://drive.google.com/open?id=1aXXECQkPu79xKRfc7iYNrscny8dQU36C>

Повний текст лекції знаходиться за посиланням https://drive.google.com/file/d/156B4z5cudpcIsUPBwhwFS_DCqn7H3a-S/view?usp=sharing або за посиланням http://docs.wixstatic.com/ugd/5a0dd2_76067f860d944ccf82bb70315f6043d5.pdf

2. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

3. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Які структура та склад атмосфери Землі?
 2. *Які фізичні властивості атмосфери?
 3. Що таке точка роси і від яких фізичних параметрів вона залежить?
 4. Який з видів води бере найактивнішу участь у геологічних процесах?
 5. Що таке озонові дірки? Де на Землі виникають і що можуть спричинити?
 - 6.*Охарактеризувати поняття “парниковий ефект” та його ймовірні наслідки?
 - 7.*Що таке альbedo? Яке альbedo Землі та інших планет Сонячної системи?
 - 8.Види атмосферних розрядів. Блискавки.
 - 9.*Грім і блискавки, охарактеризувати їхнє утворення з фізичного погляду.
 - 10.Зобразити фазові переходи рідин у формі трикутника на прикладі води.
 11. Що означає екологічний моніторинг?
 12. *Циклони і антициклони. Тропічні циклони.
 13. *Що описує барометрична формула?
 14. *Що включає до себе гідросфера Землі?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 1.2 Елементи сейсмології.

Потрібно розказати про будову земної кори, глобальну тектоніку, дослідження характеру поширення сейсмічних хвиль, види сейсмічних хвиль. Серед питань сейсмології можна виділити глобальну сейсмічну модель. Розглянути питання: Техногенні сейсмічні шуми. Сейсмічне мікрорайонування і методи оцінки сейсмічного ризику. Принцип реєстрації сейсмічних коливань. Типи сейсмічних хвиль і їх характеристики. Сейсмічні промені і їх властивості. Сейсмічний годограф.

Звернемо увагу на особливості розподілу швидкостей сейсмічних хвиль по глибині Землі. Швидкості поздовжніх (P) і зсувних хвиль (S) чітко «відбивають» межі: ядро - мантія і внутрішнє ядро - зовнішнє ядро. Відсутність S-хвиль у зовнішньому ядрі показує, що воно рідке. Спостерігається декілька цікавих особливостей розподілу швидкостей хвиль по товщі Землі: Швидкості P і S хвиль різко зменшуються на межі ядро-мантія, а на межі внутрішнього ядра спостерігається «провал» швидкості P-хвиль, характерний для поведінки швидкостей в області фазового переходу. Ще одна особливість полягає в тому, що в області внутрішнього ядра не спостерігається зростання швидкостей хвиль як поздовжніх, так і зсувних.

Головною особливістю можна вважати, що експериментально виміряні швидкості в монокристалі заліза сильно відрізняються від величин швидкостей в ядрі Землі.

Можна розглянути розподіл швидкостей сейсмічних хвиль по радіусу Землі і порівняти з розподілом швидкостей пружних хвиль в залозі від зовнішнього тиску на монокристал заліза. Глибина відповідає літостатическому тиску.

Знання швидкостей сейсмічних хвиль P і S дозволяє оцінити дуже важливий і виключно індивідуальний параметр, що характеризує пружні властивості твердого тіла: коефіцієнт Пуассона. - σ . (Абсолютна величина відношення поперечного укорочення до поздовжнього подовження при простому розтяганні прямого стрижня в межі застосування закону Гука). Величина σ речовини внутрішнього ядра Землі відома: коефіцієнт дорівнює 0.45. Це гранично великий коефіцієнт для твердого тіла. Коли $\sigma = 0.5$, це вже не тверде тіло, а рідина. Коефіцієнт $\sigma = 0.45$ має, наприклад, гума. У більш твердих тіл коефіцієнт Пуассона значно менше, наприклад, у алмазу $\sigma = 0.11$, у заліза $\sigma = 0.18$, причому введення в залізо деяких добавок, наприклад, нікелю, може призвести до зміни величини σ , але не до такої ж мірою, як $\sigma = 0.45$. Спроби пояснити збільшення коефіцієнта Пуассона з зростанням тиску виявилися безпідставними. Швидкості P і S хвиль в залозі збільшуються одночасно з ростом тиску таким чином, що залишається σ постійним і рівним 0.18. Наведені аргументи дозволяють

зробити дуже важливий для фізики Землі висновок: «ядро Землі – не залізне».

Може скластися враження, що такий принципово важливий висновок базується не на такому важливому і переконливому аргументі. Переконаємося, що це не раптовий висновок. Почнемо з припущення про те, що ядро дійсно залізне. Внутрішнє тверде, а зовнішнє – рідке. Далі, розглянемо, наскільки це припущення, не піддається сумніву, воно відповідає відомим даним про такі параметри ядра як, наприклад, в'язкість і деяких тимчасових параметрах геомагнітного поля, такі як інверсії, екскурси, джерки та ін. Типи сейсмічних хвиль і їх характеристики. Сейсмічні промені і їх властивості. Сейсмічний годограф.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Кудашкіна Л.С. Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах : Електронний конспект лекцій /Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: <http://dpt12.odeku.edu.ua/1> - лекція 1.2

Повний текст лекції знаходиться за посиланням <https://drive.google.com/file/d/16wKCcEzm7PpALERjhoktVD5HVGMNEAim/view?usp=sharing> або за посиланням http://docs.wixstatic.com/ugd/5a0dd2_f83808fc98f74400b72768b27420f855.pdf

2. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

3. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Які особливості розподілу швидкостей сейсмічних хвиль по глибині Землі.
- 2.*Які процеси відбуваються під час вулканічних вивержень і землетрусів?
3. Як поділяють вулкани (фізичний аспект)?
- 4.*Назвіть причини виникнення та землетрусів.
- 5.*Що таке епіцентр та гіпоцентр землетрусу?
6. Як визначають енергію землетрусу?
- 7.Назвати зони найактивніших землетрусів, які енергетичні процеси там відбуваються?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 1.3 Елементи гравіметрії. Гравітаційне поле землі, його просторове зміна. Гравітаційні аномалії. Приливні коливання земної поверхні. Виміри

приливних коливань. Гравітаційний потенціал і його гармонійні складові. Нормальне поле сили тяжіння і аномалії. Фігура Землі: геоид і сфероид Клеро. Ізостазія.

Питання цієї теми:

- Гравітаційне поле землі, його просторове зміна;
- Гравітаційні аномалії. Приливні коливання земної поверхні. Виміри приливних коливань;
- Гравітаційний потенціал і його гармонійні складові. Нормальне поле сили тяжіння і аномалії. Фігура Землі: геоид і сфероид Клеро. Ізостазія.

Гравітаційне поле Землі – це матеріальна субстанція зміни якої обумовлюють взаємодії механічних (фізичних) мас, що визначається загальним механічним станом фігури Землі.

В гравіметрії в основному використовуються відносні вимірювання прискорення сили тяжіння. Визначається збільшення Δg по відношенню до якого-небудь значення. Використовуються маятникові прилади і гравіметри.

Ізостазія. Здавалося б, гравітаційні аномалії на суші повинні бути позитивними і мати більш високу напруженість, ніж в океанах. Однак гравітаційні вимірювання на денній поверхні і з супутників не підтверджують цього. Карта висот геоїда показує, що ухилення Δg від нормального поля не пов'язані з океанами і континентами. Отже, континентальні області ізостатично скомпенсовані (умовно можна уявити собі, що материки як би плавають в підкоровому субстраті подібно гігантським айсбергів в полярних морях).

Концепція ізостазії полягає в тому, що легка земна кора врівноважена на більш важкій мантії, притому, що верхній шар жорсткий, і нижній пластичний. Перший отримав назву літосфера, а другий астеносфера. Проте верхня мантія не є рідиною, і через неї проходять поперечні хвилі. У той же час за масштабом часу (T) астеносфера веде себе на малих T (години, дні) як пружне тіло, а на великих T (десятки тисяч років) як рідина. Таким чином, в'язкість речовини астеносфери оцінюється в 10^{20} Па*с (паскаль-секунда).

Можна зробити висновок: існування ізостатичної рівноваги земної кори є достатньою, але необхідною умовою для закономірного зв'язку аномалій Δg і потужності кори. Тим не менш, для регіональних територій цей зв'язок існує.

Якщо виконати гравітаційні вимірювання через океан, то виступи океанічної кори будуть характеризуватися гравітаційними мінімумами, западини – максимумами. Введення ізостатичної поправки показує, що територія (регіон) в цілому ізостатично врівноважена.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Кудашкіна Л.С. Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах : Електронний конспект лекцій /Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: <http://dpt12.odeku.edu.ua/>

1-лекція 1.3 Повний текст лекції знаходиться за посиланням

1 <https://drive.google.com/open?id=1iFGw0fG-TljQblxAcxdb1Bcw3W79AyAh> та

частина

2 <https://drive.google.com/open?id=1aXXECQkPu79xKRfc7iYNrscny8dQU36C> або

за

посиланнями http://docs.wixstatic.com/ugd/5a0dd2_32fb61937cfc4c4f83cb45174ec0729d.pdf

та http://docs.wixstatic.com/ugd/5a0dd2_32fb61937cfc4c4f83cb45174ec0729d.pdf

2. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

3. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Дати визначення “напруженості” будь-якого поля.
2. *Дати визначення “потенціалу” будь-якого поля.
3. Обчислити напруженість гравітаційного поля Землі на екваторі, на полюсі, у Маріанській западині та на г. Еверест.
4. Визначити, де прискорення вільного падіння є більшим – на полюсі чи на екваторі? Чому?
5. Які геологічні процеси виникають або можуть бути пов’язані з дією сили тяжіння.
6. Описати важливість сили тяжіння / гравітаційної сили для утворення різних типів гірських порід. У разі утворення яких порід та під час яких геологічних процесів вона відіграє ключову роль?
7. У яких геологічних процесах ключовою може бути сила тертя? Перелічити такі процеси. Спробувати зачислити їх до 25 геологічних процесів вищого рангу та визначити другорядні сили, що сприяють перебігу таких процесів.
8. Чому лід тоне коли терти два шматки один об один (фізичне пояснення)?
9. Що є причиною виникнення сили Коріоліса на Землі?
10. Намалювати схематично напрям сили Коріоліса у Північній та Південній півкулях на прикладі річок, що течуть у різних (широтних, меридіональних) напрямках.

11. Яка сила спричиняє підмивання одного з берегів річок? Який з берегів зазнає підмивання ріками Північної та Південної півкуль, що течуть у меридіональному напрямі? Схематично зобразити.

12. Куди відхиляються пасати в межах екватора у Північній та Південній півкулях? Чому?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 1.4 Елементи геомагнетизму. Геомагнітне поле і його просторово-часові варіації. Геомагнітна хронологічна шкала.

Геотермія і геодинаміка. Характеристики головного геомагнітного поля. Елементи геомагнітного поля і співвідношення між ними. Рухи магнітних полюсів. Західний дрейф. Палеомагнетизм. Намагнічення ферромагнетиків. Термоостаточної намагніченість гірських порід. Магнітохронологіческая шкала.

Природа магнітного поля Землі залишається невідомою незважаючи на багаторічні і численні зусилля дослідників багатьох країн. Ясне розуміння природи земного магнетизму автоматично вирішило би багато питань, наприклад, такі як: внутрішня будова Землі; природа джерела її теплового потоку, причини рухів материків і плит, причини виникнення і зникнення магнітного поля на Місяці і супутниках Юпітера: Іо та Ганімеді; синхронізм явищ в геомагнетизмі і тектоніку.

Геомагнітне поле не можна розглядати поза контекстом загальної моделі Землі і планет, так як навряд чи природа геомагнетизму відрізняється від фізики магнетизму інших планет і супутників Сонячної системи. Прийнято вважати, що геомагнітне поле взаємопов'язане з тепловим потоком, геодинамікою. Очевидно, що модель магнітного поля Землі (МПЗ) повинна включати зв'язок з цими явищами. Модель МПЗ повинна пояснювати весь широкий спектр явищ геомагнетизму: інверсії, екскурси, джерки, дрейф магнітних полюсів фокусів вікового ходу і т. п.

Перш ніж торкнутися проблеми генерації геомагнітного поля, зауважимо, що у багатьох підручниках з геомагнетизму вказується, що А. Ейнштейн вважав цю проблему серед п'яти інших найважливіших проблем фізики. По всій видимості, є підстава вважати, що ця проблема ще не вирішена. До такого висновку можна прийти, якщо врахувати сучасні уявлення про природу геомагнетизму, що базуються на магнітному динамо, які не здатні знайти пояснення даним, що перелічені вище.

Природа магнітного поля Землі залишається невідомою незважаючи на багаторічні і численні зусилля дослідників багатьох країн. Ясне розуміння природи земного магнетизму автоматично вирішило би багато питань, наприклад, такі як: внутрішня будова Землі; природа джерела її теплового потоку, причини рухів материків і плит, причини виникнення і зникнення магнітного поля на Місяці і супутниках Юпітера: Іо та Ганімеді; синхронізм явищ в геомагнетизме і тектоніку.

Геомагнітне поле не можна розглядати поза контекстом загальної моделі Землі і планет, так як навряд чи природа геомагнетизму відрізняється від фізики магнетизму інших планет і супутників Сонячної системи. Прийнято вважати, що геомагнітне поле взаємопов'язане з тепловим потоком, геодинамікою. Очевидно, що модель магнітного поля Землі (МПЗ) повинна включати зв'язок з цими явищами. Модель МПЗ повинна пояснювати весь широкий спектр явищ геомагнетизму: інверсії, екскурси, джерки, дрейф магнітних полюсів фокусів вікового ходу і т. п.

1. Модель генерації дипольного поля гарячої Землі.

Електрична модель. Побудуємо феноменологічну модель процесів, які, в принципі, могли би призводити до генерації геомагнітного поля. Будемо користуватися аналогією з електричними явищами в атмосфері. Справа в тому, що і в атмосфері, і в F- шарі земного ядра, відбуваються, по нашій моделі, процеси конденсації і випаровування.

Як відомо, в атмосфері Землі постійно утворюються, розподіляються і рекомбінують електричні заряди. Згідно теорії Френкеля (1949), великі краплі води несуть на собі негативний заряд, а маленькі – позитивний. Великі краплі падають на Землю (що представляє собою добре провідну "обкладку" сферичного конденсатора), забезпечуючи їй негативний заряд. Позитивний заряд накопичується на іншій "обкладці" – провідній іоносфері. Суть теорії Френкеля складається в переважанні процесів конденсації води в земній атмосфері над випаровуванням. Якщо б спостерігалася зворотна картина, і гарячі бульбашки води, скипаючи, спливали над поверхнею Землі, переносячи негативний заряд до іоносфері, Земля виявилася би зарядженою позитивно. Таким чином, якщо наша послідовність вірна, то зміна режиму ФП до переваги випаровування над конденсацією поміняла б полярність подвійного електричного шару (ДЕС) "Земля-іоносфера".

Модель іоносферного динамо. Електричну модель генерації МПЗ, що викладена вище, можна, в певному сенсі, вважати гальвано-магнітною схемою, типу Холлівського динамо. Зауважимо, що, якщо залишатися в рамках нашої моделі, то це не єдина можлива схема генерації. В якості альтернативної моделі розглянемо модель динамо-генерації поля F-шарі. Вона значною мірою повторює відому модель іоносферного динамо (Ришбет, Гарріот, 1975), тому передусім зазначимо особливості моделі іоносферного динамо. Рух атмосфери в напрямках, перпендикулярних силовим лініям магнітного поля, індукує електрорушійну силу, яка на висотах, де електропровідність досить велика, що викликає електричний струм. В іоносфері ці процеси відбуваються в E-шарі, на висоті приблизно 100 км. Струм тече в області екватора, у східному напрямку, утворюючи т. н. екваторіальний струмовий струмінь. У твердій оболонці Землі, що проводить, наводиться струмовий струмінь протилежного напрямку. «Якщо би Земля була ідеальним провідником, а ускладненнями через

горизонтальні варіації поля і кривизни Землі можна було би знехтувати, то струми в іоносфері і на поверхні Землі були б рівні по величині і протилежні по знаку» (Ришбет, Гарріот, 1975, стор 229). Природа цього струменя має індукційний характер і зобов'язана виконання відомого у фізиці правила Ленца.

Динамо F-шару. Прийнято вважати, що іоносферне динамо порушується в провідному шарі іоносфери, по-перше, за рахунок вітрового переносу провідного середовища впоперек магнітного поля Землі і, по-друге, з-за тензорного характеру провідності. В нашій моделі магнітне поле - це поле Землі. Для роботи динамо F-шару, як моделі генерації, необхідно початкове полі. Будемо вважати, що причина появи початкового магнітного поля може бути та ж, що і в першому випадку, - поділ зарядів і їх добове обертання. Якщо ми приймаємо таку умову, то очевидним стає і наявність у схемі динамо-генерації радіального електричного поля E_R . Зміна його полярності повинна призводити до інверсії поля. Це означає, що, в відміну від першої схеми, в прикордонному шарі повинен змінюватися на протилежний напрямок вітру. Звідси випливає, що в генерації поля беруть участь не геострофічні вітри, а інші течії, явно пов'язані з процесами ФП, що протікають в F-шарі. Якщо прийняти цю ідею, то в даний час на зовнішній поверхні F-шару вітер має західний напрямок, тобто середовище рухається на захід.

Природно, струм на внутрішній поверхні F-шару при сучасній полярності має східний напрям (як в іоносфері). Звернемо увагу на аналогію: струми течуть в східному напрямку поблизу поверхні, позитивно зарядженої (іоносфера та G-ядро), і, навпаки, у західному - якщо поверхня має негативний заряд (Земля і E-ядро). Причина цього, вочевидь, полягає в тому, що при зміні полярності геомагнітного поля (інверсії) змінюється напрямок радіального масопереносу області ФП, що при незмінному напрямку обертання Землі, що призводить (за рахунок коріолісових сил) до зміни напрямку горизонтального перенесення. Крім цієї особливості, яка ніяк не позначиться на процеси за першою схемою, в іншому, - обидві моделі ідентичні.

До речі, аналогічним чином, і в першій, і в другій моделі, потрібно, щоб провідність мала тензорний характер, а так само було в наявності початкове поле. Власне відмінності обох моделей полягають тільки в тому, що є причиною появи горизонтального поля E : це або холлівське поляризаційне поле, або поле, індуковане гідродинамічним перенесенням. Оцінки показують, що це величини одного порядку. Мабуть, можна вважати, що обидві ці схеми еквівалентні, і на сучасному етапі розробки моделі генерації важко віддати перевагу будь-якій з них. Загальним для двох схем генерації є наявність двох струмів, що течуть назустріч один одному в тонких екмановських d -шарах поблизу G-ядра і E-ядра. У першій моделі, це холлівські струми, у другій - індукційні, пов'язані з

гідродинамічним перенесенням зі швидкістю U . Найімовірніше, що в цих схемах ми розглядаємо одну і ту ж модель генерації геомагнітного поля.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Герасимов О.І., Кудашкіна Л.С. Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах : Електронний конспект лекцій /Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: <http://dpt12.odeku.edu.ua/>

1 – лекція 1.4 Повний текст лекції знаходиться за посиланнями частина 1 <https://drive.google.com/open?id=1iFGw0fG-TljQblxAcxdb1Bcw3W79AyAh>

2 <https://drive.google.com/open?id=1aXXECQkPu79xKRfc7iYNrscny8dQU36C>

3 http://docs.wixstatic.com/ugd/5a0dd2_32fb61937cfc4c4f83cb45174ec0729d.pdf

4 http://docs.wixstatic.com/ugd/5a0dd2_32fb61937cfc4c4f83cb45174ec0729d.pdf

2. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

3. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. * У яких одиницях вимірюють напруженість магнітного поля? Яке її середнє значення на поверхні Землі?

2. Де більше значення напруженості магнітного поля - на магнітних полюсах, чи – на екваторі? (Коротка відповідь: ерстед і тесла – одиниці напруженості магнітного поля в системі СГС та СІ, відповідно. Середня напруженість поля на поверхні Землі – близько 0,5 ерстед (50 мкТл) і значно залежить від географічного положення. Напруженість магнітного поля на магнітному екваторі – 0,34 ерстед, на магнітних полюсах – 0,66 ерстед).

3. *Що таке сонячний вітер і який його вплив на Землю?

4. *Яка роль магнітосфери на Землі?

5. *Що відомо про магнітні поля інших планет Сонячної системи. Дати їм характеристику: у яких є магнітне поле, а в яких нема?

7. *Чи має супутник Землі Місяць власне магнітне поле?

8. Які мінерали мають магнітні властивості? Як їх можна використовувати в геології завдяки цим властивостям?

9. Де в природі помітні магнітні взаємодії і як їх можна використовувати під час геологічних досліджень?

10. Які природні магнетики ви знаєте? Яку роль вони відіграють у геології?
11. Чому відчуваємо магнітні бурі?
12. Які заряди рухаються по силових лініях магнітного поля на північ, а які – на південь?
13. Як, на вашу думку, інверсія магнітного поля може впливати на еволюцію всього живого?
14. Що таке палеомагнетизм?
15. Що таке полярне сяйво? Причини його виникнення, де його можна спостерігати на Землі, чому?
16. Що таке електричний заряд? Записати і пояснити силу, з якою притягуються електрони, протони у ядрах.
17. Порівняти силу взаємодії (гравітаційну й електричну) для двох електронів (двох протонів), що перебувають на відстані r один від одного.
(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Повчання по послідовному вивченню теоретичного матеріалу.

Модуль ЗМ-Л2 Фізичні явища та закони геосферах

Основи кріології Землі, тепловий баланс Землі

Тема 2.1 Будова атмосфери. Властивості складових атмосфери газів, поглинання і випромінювання ними радіації, розподіл температури і тиску, випаровування і конденсація водяної пари, утворення хмар і опадів, різноманітні форми руху в атмосфері.

Оптичні явища в атмосфері. Електричні явища в атмосфері. Атмосферна акустика. Фізика хмар. Утворення в атмосфері твердих і рідких аерозолів. Турбулентні потоки в атмосфері. Взаємодія атмосфери з поверхнею, що підстилає - океаном або сушею. Динаміка атмосферних процесів. Моніторинг і прогнозування атмосферних процесів.

Тут потрібно ознайомити слухачів з основними поняттями. Надати методи проведення вимірювань. Ознайомити з основними фізичними явищами.

У 20-х роках минулого століття виникло уявлення про те, що електрика ясних днів пов'язано із грозовою діяльністю хмар, тобто з тим фактором, який дослідження поля «гарної погоди» виключався як аномальний. Треба сказати, що на цей очевидний парадокс мало хто звертає увагу, тим не менш, саме безглуздість цій ситуації послужила підставою для розробки нової моделі атмосферної електрики.

Більшість дослідників сходяться на думці, що атмосферна електрика взаємопов'язана з поділом електричних зарядів в грозовій хмарі. Прийнято вважати, що виникнення електричних зарядів в атмосфері може бути зобов'язано одному з трьох джерел, можливо так само їх поєднання. До них відносяться і сонячні космічні промені, природні радіоактивні джерела

грунту (радон, ^{40}K , радіонукліди торієвого і уранового рядів) і виникнення зарядів за рахунок фазових переходів у воді. Мабуть, це правильне припущення. В подальшому, при побудові моделі атмосферної електрики, будемо використовувати всі відомі ідеї.

Принципово новим моментом моделі є те, що електричне поле може виникнути не тільки за рахунок грозових розрядів, як це прийнято в переважній більшості моделей, а за рахунок розділення зарядів в атмосфері «гарної погоди». По-мабуть, під це визначення потрапляють і ті хмарні дні, протягом яких спостерігаються всі особливості атмосферної електрики. У такій ситуації ми уникаємо парадоксу, про який йшла мова вище: властивості, отримані в ситуації «гарної погоди», в той час як джерелом поля є грози, що «гарною погодою» вважати не прийнято.

Утворення водних аерозолів. Розмір частинок. У спокійній атмосфері завжди існують аерозольні частинки розміром від декількох сотень ангстрем до декількох мікрон. У глобальному масштабі виділяють три типу розподілу частинок за розмірами в тропосфері: «фоновий», «океанічний» і «континентальний».

У нижній тропосфері над сушею передбачається репрезентативним третій тип розподілу частинок за розмірами – континентальний. Рахункова концентрація частинок у цьому випадку зростає до 10 тисяч у см куб. Розподіл частинок з $r < 0.1$ мкм вважається невизначеним. Максимальна концентрація аерозолів відповідає розміру: $r \geq 0.1$ мкм. Розподіл частинок за розміром стосується не тільки водних аерозолів. Розподіл електричних зарядів відбувається на водних краплях і важких іонах, тому необхідно з'ясувати, чи є в атмосфері відповідні умови, необхідні для конденсації і коагуляції крапель радіусом $r \geq 0.1$ мкм.

Заряджені водні аерозолі та важкі іони падають на поверхню Землі і передають їй свій заряд. Аерозолі під час падіння на Землю - випаровуються. Критичний розмір, при якому вони починають випаровуватися, становить 0.13 мкм. Менші частинки – випаровуються, частинки крупніше критичного розміру – зростають.

Основна відмінність моделі атмосферної електрики від загальноприйнятих уявлень полягає в тому, що грози, які без сумніву впливають на поле E , - не є головним його джерелом.

Стабільність середньорічної температури визначає стабільне співвідношення між швидкостями випаровування і конденсації, що, в свою чергу, забезпечує стабільність процесу утворення і зростання аерозолів

Важкі іони і дрібнодисперсний аерозоль - не беруть участь у формуванні реєструється приладами струму витоку. Ці частинки несуть на собі переважно негативний заряд. Вони осідають на земну поверхню і

підтримують постійним негативний заряд Землі, який і формує в атмосфері «хорошою погоди» поле $E = 130 \text{ В/м}$.

Максимальна концентрація електричних зарядів, вироблених космічними променями, припадає на висоти близько 3.5 – 4 км. Саме тут відбувається процес розділення зарядів найбільш ефективно. Коли зарядів багато і вологість атмосфери зростає, на цих висотах конденсуються і коагулюють великі водяні краплі. Утворюється хмарність, інтенсивність якої корелює з інтенсивністю космічних променів.

З спостережень на супутниках відомо, що найбільше кількість частинок високої енергії потрапляють на Землю у зоні впливу Бразильської аномалії. Здавалося б, спостерігається протиріччя, оскільки ця аномалія помітного впливу на атмосферну електрику не надає. Суперечності тут немає, оскільки в зону впливу Бразильської аномалії потрапляють частинки з радіаційного поясу, енергія яких значно нижче. Наявність UT-варіації у всіх оболонках Землі від поверхні до мезосфери, іоносфери та магнітосфери є реальним результатом сонячно-земних зв'язків. В моделі атмосферної електрики зв'язок геоболонок реалізується на Землі без участі сумнівного «світового джерела гроз».

- Експерименти з реєстрації падаючих шарів аерозолів і розрахунки «струмових» систем у полярних областях (струми Шмідта-Бауера) свідчать на користь такої моделі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Кудашкіна Л.С. Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах : Електронний конспект лекцій /Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: <http://dpt12.odetu.edu.ua/>
– лекція 2.1 (*Атмосфера Землі*).

Повний текст лекції знаходиться за посиланням <https://drive.google.com/open?id=1meTs6FsgyWZ-tQvEy5da6fUpuC0A9hGV> або за посиланням http://docs.wixstatic.com/ugd/5a0dd2_a7c35f2e5bf1463cbdea1d2d57e72ba4.pdf

2. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

3. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. * Що є джерелом виникнення електричних зарядів в атмосфері?

2. *Які три типи розподілу частинок за розмірами виділяють в тропосфері Землі?
 3. Що характеризують три типи розподілу: «фоновий», «океанічний» і «континентальний»?
 4. *Яке значення становить критичний розмір водяних крапель, при якому вони починають випаровуватися?
 5. *Завдяки якому фазовому переходу краплі більшого розміру зростають за рахунок менших крапель?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 2.2 Фізико-хімічні властивості природних вод.

Походження, умови залягання, склад і закономірності рухів підземних вод. Взаємодія підземних вод з гірськими породами, поверхневими водами і атмосферою. Формування водного балансу і стоку, гідрологічний режим, водообмін.

Фізичні, хімічні та мінералогічні зміни води при температурах нижче її точки замерзання. Природні тіла і явища, що виникають при від'ємних значеннях температури. Атмосферні льоди. Наземне і морське заледеніння.

Усі гірські породи за спроможністю пропускати воду розподіляються на три категорії: водонепроникні (водоупори), слабоводопроникні та водопроникні.

Водонепроникні: глини, монолітні граніти, кварцити та інші метаморфічні, магматичні та зцементовані осадові гірські породи.

Слабо водопроникні: суглинки, супіски, глинисті піски, слаботріщинуваті магматичні, метаморфічні та зцементовані осадові гірські породи.

Водопроникні: тріщинуваті магматичні, метаморфічні та незцементовані осадові гірські породи, крупно- та середньоуламкові породи (галька, щебінь, жорства, піски).

Якщо діаметр пор більше 1 мм, а ширина тріщин більше 0,25 мм, то такі гірські породи здатні пропускати воду в глибину землі. Оскільки пори та тріщини сполучаються між собою, то на деякій глибині формується насичений водою шар гірської породи, який називається підземним водоносним горизонтом. Обов'язковою умовою його формування є наявність водоупору, зверху якого залягають водопроникні гірські породи.

Усі підземні води класифікуються за такими ознаками: за походженням, умовами залягання, гідравлічним режимом, хімічним складом та фізичними властивостями.

За походженням підземні води підрозділяються на: інфільтраційні, конденсаційні, седиментаційні, ювенільні та змішані.

Інфільтраційні (інфільтрація — просочення усередину) підземні води утворюються за рахунок проникнення атмосферних опадів, талої води у водопроникні гірські породи в місцях їх виходу на денну поверхню.

Конденсаційні води утворюються внаслідок конденсації пароподібної води у порах та тріщинах гірських порід, як правило, у зонах аерації.

Седиментаційні (седиментація – осадження) води утворюються внаслідок захоронення разом з осадами вод прадавніх озер та морів.

Ювенільні (первинні) води утворюються за рахунок конденсації пари магми.

За умовами залягання підземні води підрозділяються на: поверхневогрунтові, верховодку, ґрунтові та міжпластові.

Поверхневогрунтові води залягають безпосередньо біля земної поверхні і не мають свого водоупору. Характерними властивостями цих вод є їх сезонний характер, різкі коливання температури, наявність мікроорганізмів та органічних речовин. Взагалі це капілярні води. Коли рівень підземних вод підіймається, то відбувається їх змикання з водоносним горизонтом і місцевість заболочується.

Ґрунтові води — це перший від поверхні Землі постійно діючий водоносний горизонт, який залягає на витриманому водоупорі. Такою водонепроникною породою може бути нетріщинувата скельна порода або шар глини. Живлення ґрунтових вод відбувається у значній мірі за рахунок інфільтрації опадів та просочення води із поверхневих водоймищ.

Верхня поверхня водоносного горизонту називається дзеркалом або рівнем ґрунтових вод і позначається як WL (англ. "water level" — рівень води). Відстань від рівня ґрунтових вод до земної поверхні називається глибиною залягання, а найкоротша відстань від дзеркала до водоупору є потужність водоносного горизонту. Глибина залягання та потужність ґрунтових вод можуть істотно змінюватись у залежності від кількості опадів та наявності поверхневих водоймищ. Так, в одних місцях глибина залягання досягає 100 м і більше, в інших ґрунтові води виходять на поверхню Землі, утворюючи болота.

Міжпластові води залягають між двома водоупорами у другому та подальших від земної поверхні водоносних шарах. Область їх живлення лежить тільки в місцях виходу водоносного пласта на земну поверхню.

Міжпластові води дуже поширені в Україні, особливо у Дніпровсько-Донецькому басейні. Служать основним джерелом поновлення річних вод та вод ярів під час засухи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Кудашкіна Л.С. Спеціальні розділи фізичних процесів в

геосферах : Електронний конспект лекцій /Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: <http://dpt12.odeku.edu.ua/> – лекція 2.1 (*Атмосфера Землі*).

Повний текст лекції знаходиться за посиланням <https://drive.google.com/open?id=1meTs6FsgyWZ-tQvEy5da6fUpuC0A9hGV> або за посиланням http://docs.wixstatic.com/ugd/5a0dd2_a7c35f2e5bf1463cbdea1d2d57e72ba4.pdf

2. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

3. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1.* На які три категорії за спроможністю пропускати воду розподіляються усі гірські породи?

2. Внаслідок яких процесів утворюються конденсаційні води?

3. Внаслідок яких процесів утворюються седиментаційні води?

4. Внаслідок яких процесів утворюються ювенільні води?

5. За рахунок яких процесів відбувається живлення ґрунтових вод?

6. Що називається дзеркалом або рівнем ґрунтових вод?

7. Як називаються відстань від рівня ґрунтових вод до земної поверхні?

8.Що називається глибиною залягання ґрунтових вод?

9. Як називаються найкоротша відстань від дзеркала ґрунтових вод до водоупору?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 2.3 Тепловий баланс Землі.

Тепловий потік на поверхні Землі.

Розподіл температур в Землі. Адіабатичний градієнт температур і градієнт температури плавлення. Джерела теплової енергії Землі.

Механізми теплопередачі. Тепловий розподіл температури в надрах Землі. Карти теплового потоку на поверхні Землі. Кореляції теплових потоків з тектонічними структурами.

Геодинамічні процеси в земній корі. Тектонічні процеси на континентах і океанах.

Розподіл температури по радіусу Землі, причина теплового потоку.

Як відомо, Земля збудована зовсім не так просто, як це здається на перший погляд. Загальноприйнятий підхід, при більш уважному погляді на

проблему її внутрішньої будови, дозволяє засумніватися в справедливості деяких прийнятих в сучасній фізиці Землі установок.

Рівняння станів речовин, т. е. зв'язок температури T з тиском p і об'ємом V , виглядають приблизно так: збільшення температури речовини від абсолютного нуля до так званої потрійної точки (ТТ) характеризується деякою кривою, яка розділяє фази речовини: рідкого від твердого. В точці ТТ фіксується наявність трьох фаз: тверда речовина плавиться і з'являється рідка фаза і випаровується з появою газоподібної фази (для води це 0°C).

У ТТ крива рівноваги фаз роздвоюється з утворенням ще однієї кривої, що розділяє і газоподібну і рідку фази. В принципі, ця крива триває аж до точки, що характеризує критичну температуру (КТ). Зазвичай використовується тільки та частина кривої, яка показує розділення фаз «рідке-тверде». При цьому крива температури повинна проходити таким чином, щоб речовина внутрішнього ядра виявилася в твердому стані, у той час як зовнішнього – у рідкому. ТТ – потрійна точка, КТ – критична температура; верхня крива ділить фази «газ-рідина», нижня – «рідина-тверде».

Може виникнути неправильне враження, що при тиску і температурі, які перевищують критичні параметри, розділу фаз немає, і залізо знаходиться тільки в газоподібному стані. Насправді це не так. Це питання оригінально вирішено Зельдовичем і Райзером. Суть припущення полягає в тому, що речовина, що знаходиться при pT параметрах, що перевищують критичні, розглядається як суміш індивідуальних речовин. Ці речовини мають різну теплоємність cv : $cv = 3R_g$ і $cv = 3/2R_g$, де R_g - газова постійна.

Як відомо, теплоємність $cv = 3/2R_g$ характеризує газ, а $cv = 3R_g$ - речовина в конденсованому стані. Якщо температура речовини $T > T_p$, то воно знаходиться в газоподібному стані, якщо менше ($T < T_p$), то в конденсованому. Наприклад, для заліза нормальної щільності, $T_p \approx 20$ тис. К. При збільшенні тиску p і стисненні речовини, зростає і температура $T_p \sim p/\rho$ (ρ - щільність). Граничне значення величини $T_p \sim U/R_g$, що для заліза виявляється близько 70 тис. К.

Адіабату Пуассона зазвичай використовують при описі ходу температури по глибині Землі. Нагадаємо, що адіабата Пуассона, за визначенням, виведена для ідеального газу і не може використовуватися в інших ситуаціях, наприклад, для опису температурного ходу в Землі. Для опису зміни температури від тиску в дисипативних процесах, в твердих і рідких середовищах покладається використовувати адіабату Гюгонію, яка при перетинанні з кривою рівноваги фаз, «відбиває» межі між мантиєю, зовнішнім і внутрішнім ядром.

Обговорюючи проблему розподілу температури по радіусу Землі, не можна не торкнутися ситуації з її внутрішнім тепловим потоком. Як відомо, тепловий потік реєструється по всій поверхні Землі, причому, щільність потоку q , як від регіону до регіону, так і всередині регіону - змінюється незначно. Зазвичай варіації q не перевищують двох-трьох разів і це дуже дивно. Справа в тому, що в моделі холодної Землі внутрішнього джерела тепла, наприклад, такого як ядро Землі, бути не повинно.

Прийнято вважати, що причина теплового потоку – це тепло від земної радіоактивності гранітної кори. Дійсно, в гранітній континентальній корі такі радіоактивні елементи (РЕ) як уран, торій, кальцій та інші – були виявлені. Концентрація цих елементів відома, це дозволяє оцінити, чи можна на виділення ними супутнього радіації тепла, отримати тепловий потік відомої щільності. Виявилось, що для формування теплового потоку концентрації РЕ вистачає, але тут виникла проблема: таких елементів практично немає в базальтовій океанічній корі. Найнеприємніше полягає в тому, що щільність теплового потоку q , визначена в океанах, точно дорівнює середньої щільності потоку на материках. Незважаючи на більш ніж 50-річний «вік» цієї проблеми, вона так само далека від вирішення як у ті 60-ті роки минулого сторіччя, коли з'явилися перші результати вимірів теплового потоку в світовому океані. Очевидно, що в рамках моделі холодної Землі вирішити проблему теплового потоку, - немає ніякої перспективи. Справа в тому, що якщо врахувати відомі дані про те, що раніше на Землі тепловий потік був вище і проінтегрувати його по часу існування Землі, то виявляється, що отримана енергія дуже близька за розміром до повної гравітаційної енергії Землі. Цей факт ще раз свідчить, що Земля утворилася таким чином, що встигла акумулювати всю свою гравітаційну енергію, а не витратити її на охолодження протягом періоду утворення, рівного 100 млн. років, як це впливає з гіпотези холодного походження.

До цього слід додати, що тепловий потік на Місяці приблизно в 30 менше, ніж тепловий потік Землі. Зауважимо, що теплота фазового переходу (ФП) конденсації приблизно в 30 разів більше, ніж теплота ФП кристалізації. І ще: магнітне поле на Місяці було, але зникло приблизно 3,8 млрд. років тому. Нижче ми повернемося до цих питань, і тоді стане ясно, що зауваження зроблено не випадково.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Кудашкіна Л.С. Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах : Електронний конспект лекцій /Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: <http://dpt12.odeku.edu.ua/>

1 – лекція 2.2 Повний текст лекції знаходиться за посиланням <https://drive.google.com/open?id=13LQ9aSnsC3UVxou-QiRI0OkHuoHH3rOr> або за

посиланням http://docs.wixstatic.com/ugd/5a0dd2_a9ef945b6e244ce38bfeec0024947c21.pdf

2. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с
3. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*Намалювати у вигляді трикутника фазові переходи для будь- якого газу. наприклад H_2O .
- 2.На “трикутнику води”, на його сторонах, показати ймовірне виникнення атмосферних опадів. Пояснити, чому?
3. Чому, коли падає дощ, – тепло, а коли перестає, – то через деякий час стає прохолодно?
4. *Про що свідчить процес сублимації ?
- 5.Навесні, коли температура повітря набагато вища від $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, лід ще тривалий час не тане і, навпаки, восени, коли температура повітря нижче $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, вода не відразу замерзає. Чому?
- 6.Як знайти кількість теплоти, що виділиться під час замерзання води масою 1 кг за температури $0\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- 7.Яка кількість теплоти потрібна для перетворення 100 г води за $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ у пару?
- 8.Яка кількість теплоти виділиться під час конденсації 10 кг водяної пари?
- 9.Яку кількість теплоти треба затратити, щоб повністю перетворити 2 кг льоду, узятого за температури $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, у пару?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 2.4 Радіоактивність Землі.

Закон напіврозпаду. Радіоактивні сімейства. Радіаційний фон. Радон у природі.

Студенти мають навчитися:

- вимірювати радіоактивність для оцінювання впливу, поведінки, розподілу та перерозподілу радіонуклідів у різних ландшафтних умовах.

Природний радіаційний фон складається з двох компонентів:

- космічного випромінювання;
- випромінювання від розсіяних у земній корі, ґрунті, повітрі, воді та інших об'єктах зовнішнього середовища природних радіонуклідів.

Слід зазначити, що крім цих двох компонентів, які визначають природний радіаційний фон, виділяють так званий технологічно змінений природний радіаційний фон. Він визначається як випромінювання від природних джерел іонізуючого випромінювання (природних радіонуклідів і космічного випромінювання), яке не мало б місця (або не змінилося б), якби не використовувався деякий технологічний процес, не призначений безпосередньо для генерування іонізуючого випромінювання. Причинами такого зміненого фону можуть бути, наприклад, викиди теплових електростанцій, що працюють на викопному паливі (вугіллі, нафті, природному газі), яке містить природні радіонукліди; використання природного газу і вугілля для готування їжі й обігріву приміщень; герметизація приміщень з метою економії тепла; використання в будівництві матеріалів з підвищеним вмістом природних радіонуклідів; використання добрив, які містять природні радіонукліди і т.п.

Важливою особливістю природного опромінення є та обставина, що воно діє на все населення земної кулі, а також той факт, що воно діє, і діяло в минулому на відносно постійному рівні протягом дуже тривалого часу. Через зазначені причини природне випромінювання може використовуватися як еталонний рівень для порівняння зі штучними джерелами іонізуючого випромінювання.

Опромінення від природних джерел є важливим чинником мутагенезу, суттєвого для еволюції живих організмів у біосфері.

Примордіальні радіонукліди – це радіонукліди, які містяться у різних об'єктах навколишнього середовища з моменту утворення Землі, а також їхні дочірні продукти розпаду. Примордіальні радіонукліди підрозділені на дві групи: радіонукліди уранорадієвого і торієвого рядів і радіонукліди, які знаходяться поза цими радіоактивними рядами. У першу групу входить 45 радіонуклідів — продуктів розпаду урану і торію; у другу — 42 радіоактивних ізотопи 32 хімічних елементів, не пов'язаних з радіоактивними сімействами. Радіоактивні елементи широко поширені в природі. У табл. 4.1 наведено вміст деяких примордіальних радіонуклідів у земній корі.

Еквівалентна рівноважна концентрація (ЕРК) радону (торону) у повітрі – це така концентрація радону (торону) в одиницях активності, що знаходиться в радіоактивній рівновазі зі своїми короткоживучими продуктами розпаду (полоній – 218, вісмут - 214, свинець – 214 і полоній - 214), які мають ту ж «приховану енергію» альфа – випромінювання, що і фактична нерівноважна суміш.

Коефіцієнт радіоактивної рівноваги (F) визначається відношенням ефективної рівноважної концентрації радону (торону) до фактичної концентрації радону (торону).

За одиницю ЕРК прийнято **робочий рівень (РР)**. РР будь-яка комбінація продуктів розпаду радону або торону в одному літрі повітря, в

результаті якої випромінюються альфа-частинки із сумарною енергією $1,3 \cdot 10^5 \text{ MeV/m}^{3.1}$ РР відповідає еквівалентній рівноважній концентрації радону $3,7 \cdot 10^3 \text{ Бк/м}^3$.

«Прихованою енергією» будь-якої суміші короткоживучих дочірніх продуктів розпаду радону (торону) є сума прихованої енергії всіх атомів дочірніх продуктів, які містяться в суміші. «Прихована енергія» на один атом – це повна енергія альфа-частинок, що випускаються за час розпаду цього атома. На один атом розпаду радону виділяється 19,2 МеВ енергії альфа-частинок. На один атом розпаду торону виділяється 20,9 МеВ енергії альфа-частинок. «Прихована енергія» на одиницю активності дорівнює E_{am} / λ , де E_{am} – прихована енергія на атом; λ – постійна розпаду. Для радону «прихована енергія» на одиницю розпаду дорівнює 34500 МеВ/Бк. Для торону «прихована енергія» на одиницю розпаду дорівнює 472000 МеВ/Бк.

Опромінення дочірніми продуктами радону або торону виражається як опромінення за рахунок прихованої енергії альфа-випромінювання і є інтегралом за часом концентрації суміші дочірніх продуктів. Опромінення за рахунок прихованої енергії радону або торону часто виражається в **одинацях «робочий рівень за місяць» (PPM)**. 1 PPM відповідає $3,7 \cdot 10^3 \text{ Бк/м}^3 \cdot 170 \text{ годин} = 6,3 \cdot 10^5 \text{ Бк/м}^3 \cdot \text{година}$.

Радон являє собою радіоактивний безбарвний благородний газ, який не має смаку і запаху, у 7,5 рази важчий за повітря. Радон розчинний у воді, але при кип'ятінні цілком з неї видаляється. Широко поширені 3 природних ізотопи радону: актинон (^{219}Rn), торон (^{220}Rn), радон (^{222}Rn). Усі вони — члени природних радіоактивних рядів: ^{219}Rn — сімейства ^{235}U , ^{220}Rn — сімейства ^{232}Th , ^{222}Rn — сімейства ^{238}U і є дочірніми продуктами розпаду радію. Після розпаду ізотопи радону утворюють ізотопи полонію.

Оскільки радон є продуктом розпаду урану і радію, його більше в місцях з підвищеною радіоактивністю ґрунтів. Вміст радону в ґрунті показує кількість в ній урану, і це може бути використано для прогнозу рівня радону в атмосфері. Вміст радону в атмосфері залежить від швидкості виходу цього газу з ґрунту і метеорологічних умов. Величина ексхаляції (виходу радону на поверхню) істотно залежить від типу і стану поверхні ґрунту.

Вміст радону в земній корі складає $4 \times 10^{-13} \text{ мг/кг}$ і, через пористість ґрунтового середовища, радон може мігрувати в атмосферу [22]. Середня концентрація радону на відкритому повітрі залежить від багатьох факторів, таких як температура, швидкість вітру, тиск та ін. Середньодобове значення концентрації радону в атмосферному повітрі взимку в 3-4 рази нижче ніж улітку. Відзначається зв'язок вмісту радону з локальними землетрусами. З розпадом радону пов'язана поява декількох дочірніх радіоактивних ізотопів, які утворюють так званий радоновий активний

осадок: ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po . Ці радіонукліди легко зв'язуються з пилоподібними частками, унаслідок чого, можуть надходити в дихальні шляхи людини, створюючи внутрішнє опромінення. Джерелами надходження дочірніх продуктів радону в організм може бути вода зі свердловин глибокого закладення в породах з підвищеним вмістом урану.

Останнім часом радон і його продукти розпаду розглядаються як одне з основних джерел опромінення людини природного походження, при цьому серйозну небезпеку представляє радон у житлових приміщеннях. У закритих приміщеннях концентрація радону істотно перевищує його концентрацію в атмосферному повітрі. Концентрація радону на перших поверхах і в підвалах може значно перевищувати концентрацію радону в повітрі поза приміщеннями і його активність може досягати декількох тисяч Бк/м³. Основні джерела надходження Rn у повітря приміщень: ґрунти, які складають геопідоснову будинку; підсипання, які робляться навколо будинку або під ним; урановміщуючі будівельні матеріали.

При викладанні цієї теми потрібно освітити наступні питання:

1) Використання геоінформаційних систем для картування радіоактивного забруднення територій. 2) Опрацювання просторово-часових даних із використання геоінформаційних систем. 3) Створення інформаційного банку даних. 4) Радіаційно-гігієнічний моніторинг.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Кудашкіна Л.С. Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах : Електронний конспект лекцій /Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: <http://dpt12.odeku.edu.ua/>
1 – лекція 2.3 Повний текст лекції знаходиться за посиланням https://drive.google.com/open?id=1R1NVMjIDi59s8_AMbAqCyqZdhEVkqSzx або за посиланням http://docs.wixstatic.com/ugd/5a0dd2_9c3413e7cbe1458e8057f6911abfcb9a.pdf
2. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с
3. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.
4. Герасимов О.І., Курятников В.В., Затовська А.О., Януш Є.О., Співак А.Я., „Фізика”, конспект лекцій. – Одеса: ТЭС, 2004. – 200 с.
5. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.

6. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
7. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
8. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Радіаційний моніторинг : Конспект лекцій [Radiation monitoring : Lecture-notes]. Одеса: ОДЕКУ, 2018. 69с. (англ. та укр. мовами) ISBN 978-966-186-142-7
9. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*Які прилади призначені для вимірювання гамма-спектрів?
 2. * Назвіть види радіоактивності.
 3. * Назвіть види іонізуючих випромінювань.
 4. Яка небезпечність іонізуючих випромінювань?
 5. У чому сутність радіаційно-гігієнічного моніторингу?
 6. Як впливає іонізуюче випромінювання на живу клітину?
 - 7.*Які прилади призначені для вимірювання радіоактивності?
 8. *Які прилади призначені для вимірювання доз випромінювання?
 9. *Які прилади призначені для вимірювання спектрів випромінювання?
 - 10.* Як радіоекологічний моніторинг забруднених радіонуклідами територій пов'язаний з екосистемами?
 11. Як особливості перерозподілу радіонуклідів залежать від різних типів екосистем?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Повчання по послідовному вивченню практичного матеріалу.

Практичні заняття

Модуль ЗМ-П1 Практичні заняття. Фізичні явища та закони у геосферах

Тема 3.1 Розрахунки динаміки обертання планет

Момент інерції Землі та її оболонки Момент інерції Землі є важливою фізичною характеристикою, що визначає інтенсивність падіння тіла з космосу та характеризує розподіл мас у тілі, і поряд із масою є мірою інертності тіла при поступальному русі. Ця фізична величина залежить від того, навколо якої осі тіло обертається і як розподілена його маса по об'єму. Головний момент інерції – це момент інерції щодо головної осі, яка проходить через центр мас. Отже, момент інерції тіла щодо осі обертання залежить від маси тіла та від розподілу цієї маси. Чим більша маса тіла і чим далі ця маса розташована від уявної осі обертання, тим більший момент інерції має тіло. Оскільки Земля, внаслідок гравітаційної диференціації, складається з кількох шарів, що мають різну густину і віддалені на різній відстані, то важливим є внесок кожного шару (земної кори, мантії, ядра) у загальний момент інерції Землі. Стосовно густини

відомо, що ядро є щільнішим і розташованим найближче до осі обертання, на відміну від легшої силікатного складу мантії, тому слід оцінити внесок оболонки у загальне значення моменту інерції. Момент інерції Землі можна обчислити двома способами: 1) способом, який використовує закон збереження моменту імпульсу Землі (за масою Місяця); 2) способом додавання моментів інерції кожної з оболонки Землі: земної кори, мантії, ядра. Метод знаходження моменту інерції Землі, коли використовується закон збереження моменту імпульсу Землі, базується на основі припущення про утворення Місяця із частинок речовини, що відділилися від Землі у результаті вибуху. Тому формула, що відображає момент інерції Землі (або будь-якої планети) така:

$$I = R^2 M v_{1k} / \omega,$$

де R – радіус Землі, $R = 6,371 \cdot 10^6$ м; M – маса Місяця, тобто сума усіх частинок, що відділилися від Землі, з яких сформувався Місяць,

$M = 7,35 \cdot 10^{22}$ кг; v_{1k} – перша космічна швидкість, ω – кутова швидкість обертання Землі, $\omega = 2\pi/T$, де T – період добового обертання Землі навколо своєї осі, $T = 8,64 \cdot 10^4$ с. Тоді $I = 5,2 \cdot 10^{37}$ кг · м². Для знаходження моменту інерції Землі шляхом пошарового додавання моментів інерції уявимо собі Земну кулю, що складається з n -тонкостінних сфер (земна кора, верхня та нижня мантія, зовнішнє ядро), товщиною Δr та центрального твердого ядра, що має радіус $R_{\text{я}}$. Тоді момент інерції Земної кулі можна виразити такою формулою (момент інерції суцільного тіла кулястої форми, тобто ядра визначається за формулою:

$$I = 2/5 MR^2): I = I_{i-n} + I_{\text{я}} = 2/3 \sum m_i r_i^2 + 2/5 M_{\text{я}} R_{\text{я}}^2,$$

де I_{i-n} – момент інерції i -сфер загальною кількістю n ; $I_{\text{я}}$ – момент інерції ядра; m_i – маса i -сфери; $M_{\text{я}}$ і $R_{\text{я}}$ – відповідно маса та радіус твердого земного ядра, припустивши, що воно має однорідну густину; r_i – радіус i -сфери, що змінюється від $R_{\text{я}}$ до R . Маса i -сфери можна знайти за формулою:

$$m_i = 4\pi \rho_i r_i^2 \cdot \Delta r.$$

Тоді I_{i-n} з попереднього рівняння можемо записати таким чином

$$I_{i-n} = 8/3 \pi \sum \rho_i r_i^4 \cdot \Delta r.$$

Якщо припустити, що густина речовини Землі від поверхні твердого ядра до поверхні земної кори (від $R_{\text{я}}$ до R) змінюється прямолінійно і безперервно, то вираз під знаком \sum можна замінити інтегралом:

$$I_{i-n} = 8/3 \pi \int_{R_{\text{я}}}^R r^4 \rho(r) dr$$

Тоді момент інерції Землі дорівнюватиме:

$$I = 8/3 \pi \int_{R_{\text{я}}}^R r^4 \rho(r) dr + 2/5 M_{\text{я}} R_{\text{я}}^2$$

$$I = 8/15 \pi \rho (R^5 - R_{\text{я}}^5) + 2/5 M_{\text{я}} R_{\text{я}}^2$$

Якщо припустити і використати середню густину оболонки вище ядра приблизно $\rho = 3,0 \cdot 10^3$ кг/м³, радіус Землі $R = 6,371 \cdot 10^6$ м, радіус ядра $R_{\text{я}} = 1,216 \cdot 10^6$ м, маса ядра $M_{\text{я}} = 1,92 \cdot 10^{24}$ кг, тоді:

$$I = 5,27 \cdot 10^{37} + 0,11 \cdot 10^{37} = 5,38 \cdot 10^{37} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Отже, значення моменту інерції Землі, що визначене двома різними способами, є майже однаковим. Це підтверджує розподіл густини у Землі та зосередження приблизно половини маси Землі у твердому земному ядрі.

Завдання 1: Знайти момент інерції I та момент імпульсу L Землі за відомими радіусом і масою, припустивши, що Земля є суцільним кулястим тілом однорідного складу, яке обертається навколо своєї осі. Вихідні дані: R_{\oplus} – радіус Землі; M_{\oplus} – маса Землі. Знайти: I_{\oplus} – ? L – ?

Відповідь: момент імпульсу дорівнюватиме: $L = 7,1 \cdot 10^{33} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.
2. Герасимов О.І., Курятников В.В., Затовська А.О., Януш Є.О., Співак А.Я., „Фізика”, конспект лекцій. – Одеса: ТЭС, 2004. – 200 с.
3. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. На якій підставі зроблена диференціація внутрішніх оболонок Землі?
2. Які оболонки виділяються у будові Землі? У яких агрегатних станах вони перебувають?
3. Які найпоширеніші елементи переважають у складі кожної оболонки Землі та як вони впливають на її фізичні властивості?
4. Знайти масу Землі за масою її оболонок і з урахуванням залежності від глибини густини кожної з оболонок.
5. Знайти масу земної кори з табличних даних.
6. Обчислити маси оболонок Землі з табличних даних і визначити, яка з оболонок становить найбільший відсоток у масі Землі.
7. Наскільки зміниться рівень $\Delta N_{\text{св.ок.}}$ Світового океану, якщо усі льодовики розтануть.

Тема 3.2 Розрахунки теплового балансу планети

Температура у внутрішніх оболонках Землі. Основним джерелом внутрішньої теплової енергії є енергія радіоактивного розпаду хімічних елементів у надрах Землі. Внутрішнє тепло дає поєднання залишкового тепла від планетарної акреції з теплом, що виникає внаслідок радіоактивного розпаду хімічних елементів. За різними оцінками, від 45 до 90 % тепла, що виходить із Землі, походить від радіоактивного розпаду елементів, що головним чином розташовані у мантії. Підраховано, що 1 г радію виділяє 140 ккал тепла за годину, а при повному його перетворенні у свинець виділяється 3 млн ккал, що еквівалентно згоранню 500 кг

кам'яного вугілля. Температура у земних оболонках з глибиною зростає. Зміна температури (в градусах Цельсія) на кожні 100 м глибини у надрах Землі називається геотермічним градієнтом. Відстань у метрах, упродовж якої температура підвищується на 1 °С, називається геотермічним ступенем. Величину геотермічного градієнта й геотермічного ступеня відраховують від поясу, що має постійну температуру і залягає на глибинах близько 15–40 м, залежно від географічного положення місцевості. Величина геотермічного градієнта у середньому становить 3 °С на кожні 100 м, а величина геотермічного ступеня – 33 м. Проте у різних районах Землі значення цих величин неоднакові. Наприклад, величина геотермічного ступеня у верхніх шарах літосфери змінюється в межах: у Донбасі – 28–33 м, у Харкові – 37,7 м, у США – 7–138 м, а максимально у Південній Африці – 167 м. Згідно з розрахунками, до глибини 20 км зберігається геотермічний ступінь, який відомий для поверхневих горизонтів Землі. Нижче 20 км, ймовірно, зростання температури з глибиною уповільнюється, оскільки за такого геотермічного градієнта температура у центрі Землі досягала би 45 тис. °С, що призвело би до порушення магнітних властивостей залізо-нікелевого ядра, а температура, за різними підрахунками, у ядрі становить близько 7000 °С. У різних точках Землі при бурінні свердловин зафіксовані теж неоднакові значення температур: у Північному Прикаспії – 108,3 °С на глибині 3 000 м, у США – 244 °С на глибині 7 136 м, у Краснодарському краї – 219,4 °С на глибині 6267 м. 26.

Завдання 3.2.1

Визначити температуру на поверхні Землі, якщо у шахті глибиною 1000 м температура становить +30 °С. 10. Температура на поверхні +24 °С, а на глибині +34 °С. Знайти ймовірну глибину шахти.

Завдання 3.2.2

Визначити температуру в шахті, якщо на поверхні Землі $t = +15$ °С, а глибина шахти 1000 м.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.
2. Герасимов О.І., Курятников В.В., Затовська А.О., Януш Є.О., Співак А.Я., „Фізика”, конспект лекцій. – Одеса: ТЭС, 2004. – 200 с.
3. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як визначити тиск атмосфери з висотою вимірювання?
2. Визначити температуру повітря у шахті, що має глибину 891 м, якщо на

поверхні температура становить 8 °С.

3. Визначити температуру в шахті, якщо на поверхні Землі $t = +8$ °С, а глибина шахти 750 м.

4. Визначити температуру в шахті, якщо на поверхні Землі $t = -20$ °С, а глибина шахти 1000 м.

Тема 3.3. Температура, тиск в атмосфері та її маса

Атмосфера – газова оболонка Землі, що утворена зі суміші газів, які мають різне походження та вік. Первинна атмосфера за своїм складом була зовсім іншою, ніж сучасна атмосфера. Первинна, або безкиснева атмосфера, головно, була складена продуктами виплавлення та дегазації речовин земних надр. Це була суміш водню, метану, аміаку, парів води та ін. Наявність у ній значного вмісту вуглекислого газу сумнівна. Про це свідчать сліди великих зледенінь у древніших шарах Землі. Усі гази первинної атмосфери, що входять у сучасну атмосферу, виділялися із глибин Землі поступово, протягом значної частини геологічної історії нашої планети або були перетворені вже у самій атмосфері в результаті дегазації. Більшість газів земної кори та мантиї вступали у реакцію з водою та мінералами кори, певна частина молекул цих газів розщеплювалася під дією сонячної радіації. Гази виходили на земну поверхню під час вулканічних процесів по великих розломах земної кори, повільно просочувались у зовнішній простір крізь крихкі та пористі породи. Поле тяжіння Землі притягувало гази, що вийшли із земних надр і з'єднувалися між собою внаслідок хімічних реакцій. Поступово густина первинної атмосфери підвищувалася за рахунок безперервної дегазації земних надр. Переважна більшість водяної пари конденсувалась і випадала на Землю, а меншість – залишалась у газоподібному стані над земною поверхнею. Деякі гази (інертний аргон) накопичувалися в атмосфері. Такі гази як аргон і гелій утворювалися шляхом розпаду радіоактивних елементів. Близько $3,5 \cdot 10^9$ років тому атмосфера була азотно-аміачно-вуглекислою, у ній вміст CO_2 досягав 50-60 %. У ранньому протерозої (2,6 – 1,9 млрд років тому) відбулася зміна складу первинної атмосфери у результаті процесів гідратації океанічної кори океанічними водами. З того часу почав діяти потужний механізм з'єднання CO_2 у карбонатах, а його парціальний тиск у атмосфері почав зменшуватися. Із рифтових зон серединно-океанічних хребтів у відкритий океан почала надходити значна кількість «свіжих» гірських порід і почали відкладатися потужні товщі карбонатних порід. Ці породи зв'язувалися з CO_2 , що перед тим накопичився у первинній архейській атмосфері (3,5–2,6 млрд років тому). Одночасно з карбонатами із рифтових зон виносилося двовалентне залізо, яке на мілководді поступово окислювалося до тривалентного, посилено поглинаючи кисень, який виробили мікрободорості. Тому в докембрійську епоху атмосфера

Землі мала дуже низький парціальний тиск кисню. Лише після повного зникнення вільного заліза у мантії, на межі протерозою та фанерозою (570 млн років тому), кисень почав накопичуватися в атмосфері. Вільний кисень, що виділився із земних надр, практично увесь пішов на окислення деяких металів верхньої товщі Землі. Маса кисню становила близько 33 % від його сучасної маси і поступово збільшувалася. Незначним джерелом формування кисню був розпад молекул води на складові частини під дією ультрафіолетового випромінювання Сонця у верхніх шарах повітряної оболонки Землі. Проте основна маса кисню вивільнялася внаслідок фотосинтезу. Поява кисню в первинній атмосфері різко змінила її склад. Він поглинався в океанах, розчинявся у його водах і осаджувався у вигляді вугільної кислоти, що сприяло формуванню вапнякових товщ. Поступово в атмосфері Землі почав переважати азот N_2 і збільшуватися кисень. Близько 200 млн років тому сформувалася сучасна вторинна атмосфера, в якій переважає азот. Повітряна оболонка – атмосфера, як і тверде тіло Землі, не є симетричною щодо центру сили тяжіння Землі. Маса атмосфери з урахуванням особливостей рельєфу Землі та розподілу температури 57 по її поверхні становить $5,27 \cdot 10^{18}$ кг. У теплий період вона більша, ніж у холодний, приблизно на 10^{10} кг. Крім того, у результаті планетарного тепла та масообміну маса атмосфери має сезонний перерозподіл. Наприклад, зі січня до липня з Північної півкулі мігрує у Південну близько $4 \cdot 10^{15}$ кг повітря. Маса атмосфери розподілена по висоті нерівномірно: 50 % її зосереджено у нижньому 5-кілометровому шарі, 75 % – до висоти 10 км; 99 % – у нижньому 30-кілометровому шарі. Нижньою межею атмосфери є поверхня материків та океанів. Верхню границю атмосфери виділити складно. На поверхні Землі густина повітря приблизно дорівнює $\rho \approx 1,24-1,30$ кг/м³. З висотою значення ρ зменшується і на висоті 60-70 тис. км над земною поверхнею поступово наближається до густини міжпланетного середовища. Важливими характеристиками фізичного стану атмосфери є, крім густини, атмосферний тиск, температура та вологість повітря тощо. Усі ці характеристики змінюються як по вертикалі, так і по горизонталі, проте найбільш різкі зміни спостерігаються у вертикальному напрямку. Виділяють по вертикалі декілька шарів: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, екзосфера. Температура повітря у нижніх шарах атмосфери знижується з висотою у середньому на 6 °С на кожен 1 км висоти (вертикальний градієнт температури). Натомість у горизонтальному напрямку на 6 °С температура змінюється лише через 500-600 км. Атмосферний тиск у повітряній оболонці з підняттям угору знижується на 1 мм рт. ст. на кожен 10 м підйому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.

2. Герасимов О.І., Курятников В.В., Затовська А.О., Януш Є.О., Співак А.Я., „Фізика”, конспект лекцій. – Одеса: ТЭС, 2004. – 200 с.

3. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Знаючи, що у зорях відбувається термоядерна реакція синтезу двох ядер водню в ядро гелію і при цьому виникає дефект мас, що спричиняє виділення енергії, знайти, скільки часу горітиме Сонце?
2. Яку масу витрачає Сонце за 1 с, щоб забезпечити на поверхні Землі інтенсивність сонячного випромінювання 1,376 кВт на 1 м²?
3. Скільки років може жити Сонце, якщо вся теплова енергія з його поверхні виникає внаслідок ядерних реакцій і вивільняється?
4. Періоди льодовикових епох і потеплінь в історії Землі.
5. Що таке ефект вулканічної зими і який його вплив на Землю?
- 6.* Що таке ядерна зима і як вона може вплинути на планету Земля?
5. Визначити температуру повітря на вершині г. Аконкагуа (6 962 м), якщо біля її підніжжя температура становить +24 °С.
6. Яка буде температура на найвищій вершині Анд, якщо на узбережжі температура становить 28 °С.
7. Атмосферний тиск біля підніжжя гори, який зафіксували альпіністи, становив 540 мм рт. ст. На вершині гори атмосферний тиск становить 225 мм рт. ст. Визначити абсолютну висоту гори.
8. Визначити, наскільки нормальний атмосферний тиск найвищої рівнинної частини України (г. Берда, 515 м) більший від відповідного значення на вершині г. Говерла за відомим нормальним атмосферним тиском на рівні моря.
9. Визначити висоту хмарочоса, якщо біля входу в нього атмосферний тиск становить 770 мм рт. ст., а на покрівлі – 730 мм рт. ст.
10. Яким буде тиск на висоті 3 000 м, якщо на рівні моря він становить 760 мм рт.ст.
11. Тиск повітря біля підніжжя гори на висоті 100 м над рівнем моря дорівнює 750 мм рт. ст., а на вершині гори у цей час – 550 мм рт. ст. Обчислити абсолютну висоту гори.

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 3.4 Електромагнітні властивості геосфер Землі. Оптичні явища в атмосфері.

Сонячне випромінювання/ Тепловий стан поверхні Землі формується за рахунок зовнішніх і внутрішніх джерел тепла. Дослідженнями встановлено, що близько 99,5 % усього тепла поверхневого шару Землі має

зовнішнє, головним чином сонячне походження. Інші зовнішні джерела, що виникають, наприклад, за рахунок припливного тертя у системі Земля–Місяць, космічних променів високих енергій і космічних катастроф, зміни сталої гравітації і т.д., не мають такого суттєвого значення. Сонце випромінює рівномірно в усі боки світлову енергію загальною потужністю $3,83 \cdot 10^{26}$ Вт, з якої на Землю надходить лише $1,75 \cdot 10^{17}$ Вт за годину. Це означає, що кожен 1 м^2 земної поверхні отримує 83,8 кДж тепла за 1 хв, або $1,376 \cdot 10^3$ Дж за 1 с. Цю величину, що відображає інтенсивність сонячної енергії на поверхні Землі, називають сонячною сталою – $1,376 \cdot 10^3$ Дж/(с · м²), або 1,376 кВт/м². Сонячне випромінювання частково відбивається поверхнею Землі у космос. Кількість відбитої сонячної радіації, що виражена в частках одиниці або відсотках радіації, яка надходить, називають альбедо. Значення альбедо для різних поверхонь коливається у широких межах (альбедо снігу – 0,40-0,90; морського льоду – 0,30- 0,40; ґрунту – 0,05-0,45) і визначається кількома чинниками. Альбедо водної поверхні залежить від кута падіння сонячних променів: з підняттям Сонця над горизонтом альбедо водної поверхні зменшується. Наприклад, при сході Сонця (кут падіння променів 4-5 °) альбедо поверхні води становить 0,35, при куті 45 ° відбивання сонячної радіації зменшується до 0,05, а коли Сонце перебуває у зеніті – альбедо становить 0,02. Альбедо вільної від льоду поверхні морів і океанів менше за альбедо материків. Для Землі альбедо становить 0,28. Безумовно, Сонце як найбільше джерело сонячного випромінювання має великий вплив на перебіг геологічних процесів і явищ на Землі, що відповідно визначаються певними фізичних процесами. Проте важливими є і внутрішні джерела тепла Землі та їхній вплив на загальний тепловий стан. До таких джерел належить тепло розпаду радіоактивних елементів, гравітаційної диференціації речовини Землі (залишкове тепло), тепло її адіабатичного стиснення (гравітаційне тепло), тепло хімічних реакцій у гірських породах. Із усіх цих джерел до основних належать радіоактивне та залишкове тепло, що визначає внутрішні процеси у Землі. На 1 м^2 земної поверхні падає кількість сонячної енергії 1,376 кВт/м².

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.
2. Герасимов О.І., Курятников В.В., Затовська А.О., Януш Є.О., Співак А.Я., „Фізика”, конспект лекцій. Одеса: ТЭС, 2004. 200 с.
3. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Знаючи, що у зорях відбувається термоядерна реакція синтезу двох ядер водню в ядро гелію і при цьому виникає дефект мас, що спричиняє виділення енергії, знайти, скільки часу горітиме Сонце?
2. Яку масу витрачає Сонце за 1 с, щоб забезпечити на поверхні Землі інтенсивність сонячного випромінювання 1,376 кВт на 1 м²?
3. Скільки років може жити Сонце, якщо вся теплова енергія з його поверхні виникає внаслідок ядерних реакцій і вивільняється?
4. Періоди льодовикових епох і потеплінь в історії Землі.
5. Що таке ефект вулканічної зими і який його вплив на Землю?
- 6.* Що таке ядерна зима і як вона може вплинути на планету Земля?
(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 3.5 Радіоактивність. Радіоактивні сімейства.

Питома активність – це відношення активності проби a (Бк) до її маси m (кг):

$$q = \frac{a}{m}.$$

Якщо маса проби дорівнює молярній M (кг/моль), $m = M$, отримуємо

$$q = \frac{a_M}{M},$$

де a_M - активність 1 моля речовини (Бк/моль) (тобто активність $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ ядер ізотопу). Зауважимо, що у загальному випадку для активності проби a довільної маси m , виконуються наступні співвідношення

$$a = a_M \nu, \quad m = M \nu,$$

де ν - кількість речовини у пробі (моль).

Користуючись законом радіоактивного розпаду

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N,$$

де $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ – стала радіоактивного розпаду (s^{-1}), а N - число

радіоактивних ядер одного сорту, отримуємо

$$a = \lambda N$$

(за визначенням $\left| \frac{dN}{dt} \right| = a$). Звідси:

$$a_M = \lambda N_A.$$

Таким чином

$$q = \frac{N_A \ln 2}{T_{1/2} M}.$$

Прилад вимірює безпосередньо не активність (тобто кількість актів розпаду у пробі за одиницю часу), а швидкість лічби n (імпл/с):

$$n = \frac{N}{t},$$

де N - кількість частинок, що потрапили до робочого об'єму детектора за час експозиції t (с) та були при цьому зареєстровані приладом. Тому для знаходження активності проб a користуються наступним виразом

$$a = \frac{n}{P},$$

де P - чутливість приладу.

Прилад у даному випадку виконує функції радіометра. У випадку, коли прилад вимірює дозу випромінювання, він працює як дозиметр.

Доза випромінювання. Поглинена доза випромінювання— це поглинена енергія випромінювання, що розрахована на одиницю маси опроміненої речовини.

Якщо в елементі об'єму, що містить масу речовини dm , середня поглинена дорівнює dE , доза випромінювання D визначається формулою

$$D = dE / dm.$$

Зазвичай вимірюється експозиційна або еквівалентна дози.

Експозиційна доза - специфічна величина в дозиметрії, уведена для фотонного випромінювання. Вона дорівнює абсолютному значенню повного заряду іонів одного знака, що утворюються в повітрі при повному гальмуванні електронів і позитронів, звільнених фотонами в одиниці маси повітря. Експозиційна доза X (Кл/кг, або Р –Рентген) дорівнює

$$X = dQ / dm, \quad (P)$$

де dQ — сумарний заряд всіх іонів одного знака, створених у повітрі при повному гальмуванні електронів і позитронів, звільнених фотонним випромінюванням у масі повітря dm . Заряд dQ включає заряд всіх іонів одного знака, створених у результаті повного використання кінетичної енергії електронів і позитронів, що виникли в масі повітря dm .

У розрахунках дози по даних радіоактивності зазвичай використовуються спеціальні прийоми або методи, одним з яких є метод дозових коефіцієнтів V_i , згідно с яким еквівалентна доза H_T дорівнює:

$$H_T = A_V B_i v_i \quad (Зв)$$

Наявне в бібліотеці університету і на кафедрі загальної і теоретичної навчально-методичне забезпечення цього змістовного модуля:

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.
2. Герасимов О.І., Курятников В.В., Затовська А.О., Януш Є.О., Співак

А.Я., „Фізика”, конспект лекцій. – Одеса: ТЭС, 2004. – 200 с.

3. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с

4. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.

5. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1.*Що називається періодом напіврозпаду ?

2. Яка одиниця коефіцієнту поглинання в системі СІ ?

3. * Визначити еквівалентну дозу для дорослих і дітей в атмосферному повітрі.

4. Розрахувати еквівалентну дозу на поверхні землі, що утворює фотонне випромінювання від хмарини радіоактивних газів суміші ізотопів.

5. *Визначити експозиційну дозу та потужність дози фотонного випромінювання.

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1

1. Які структура та склад атмосфери Землі?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

2. Які фізичні властивості атмосфери?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

3. Що таке точка роси і від яких фізичних параметрів вона залежить?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1; [3]-с.261;

4. Який з видів води бере найактивнішу участь у геологічних процесах?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

5. Що таке озонові дірки? Де на Землі виникають і що можуть спричинити?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

6.Охарактеризувати поняття “парниковий ефект” та його ймовірні наслідки?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

7.Що таке альbedo? Яке альbedo Землі та інших планет Сонячної системи?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

8.Види атмосферних розрядів. Блискавки.

Література: [1]- лекція 1.1, с.1; [3]-с.284;

9.Грім і блискавки, охарактеризувати їхнє утворення з фізичного погляду.

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

10.Зобразити фазові переходи рідин у формі трикутника на прикладі води.

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

11. Циклони і антициклони. Тропічні циклони.

Література: [1]- лекція 1.1, с.1; [3]-с.122;

12. Що описує барометрична формула?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1; лекція 2.2, с.1; [3]-с.180;

13. Що включає до себе гідросфера Землі?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

14. Які особливості розподілу швидкостей сейсмічних хвиль по глибині Землі.

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

15.Які процеси відбуваються під час вулканічних вивержень і землетрусів?

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

16. Як поділяють вулкани (фізичний аспект)?

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

17.Назвіть причини виникнення та землетрусів.

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

18.Що таке епіцентр та гіпоцентр землетрусу?

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

19. Як визначають енергію землетрусу?

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

20.Назвати зони найактивніших землетрусів, які енергетичні процеси там відбуваються?

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

21. Дати визначення “напруженості” будь-якого поля.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.284;

22. Дати визначення “потенціалу” будь-якого поля.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.288;

23. Обчислити напруженість гравітаційного поля Землі на екваторі, на полюсі, у Маріанській западині та на г. Еверест.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.284;

24. Визначити, де прискорення вільного падіння є більшим – на полюсі чи на екваторі? Чому?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.48-49;

25. Які геологічні процеси виникають або можуть бути пов’язані з дією сили тяжіння.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1;

26. Описати важливість сили тяжіння / гравітаційної сили для утворення різних типів гірських порід. У разі утворення яких порід та під час яких геологічних процесів вона відіграє ключову роль?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.284;

27. У яких геологічних процесах ключовою може бути сила тертя? Перелічити такі процеси. Спробувати зачислити їх до 25 геологічних процесів вищого рангу та визначити другорядні сили, що сприяють перебігу таких процесів.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1;

28. Чому лід тане коли терти два шматки один об один (фізичне пояснення)?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; *Література:* [3]- с.271;

29. Що є причиною виникнення сили Коріоліса на Землі?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.122;

30. Намалювати схематично напрям сили Коріоліса у Північній та Південній півкулях на прикладі річок, що течуть у різних (широтних, меридіональних) напрямках.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.122;

31. Яка сила спричиняє підмивання одного з берегів річок? Який з берегів зазнає підмивання ріками Північної та Південної півкуль, що течуть у меридіональному напрямі? Схематично зобразити.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.122;

32. Куди відхиляються пасати в межах екватора у Північній та Південній півкулях? Чому?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.122;

33. У яких одиницях вимірюють напруженість та індукція магнітного поля?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1; [3]-с.374;

34. Де більше значення напруженості магнітного поля - на магнітних полюсах, чи – на екваторі? (Коротка відповідь: ерстед і тесла – одиниці напруженості магнітного поля в системі СГС та СІ, відповідно. Середня напруженість поля на поверхні Землі – близько 0,5 ерстед (50 мкТл) і значно залежить від географічного положення. Напруженість магнітного поля на магнітному екваторі – 0,34 ерстед, на магнітних полюсах – 0,66 ерстед).

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

35. Що таке сонячний вітер і який його вплив на Землю?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

36. Яка роль магнітосфери на Землі?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

37. Що відомо про магнітні поля інших планет Сонячної системи. Дати їм характеристику: у яких є магнітне поле, а в яких нема?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

38. Чи має супутник Землі Місяць власне магнітне поле?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

39. Які мінерали мають магнітні властивості? Як їх можна використовувати в геології завдяки цим властивостям?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

40. Де в природі помітні магнітні взаємодії і як їх можна використовувати під час геологічних досліджень?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

41. Які природні магнетики ви знаєте? Яку роль вони відіграють у геології?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1; [3]-с.385-386;

42. Чому відчуваємо магнітні бурі?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

43. Що спричиняє магнітні бурі?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

44. Які заряди рухаються по силових лініях магнітного поля на північ, а які – на південь?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

45. Як, на вашу думку, інверсія магнітного поля може впливати на еволюцію всього живого?

46. Що таке палеомагнетизм?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

46. Що таке полярне сьйво?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

47. Причини виникнення полярного сьйва.

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

48. Де можна спостерігати на Землі полярне сьйво, чому?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1;

49. Що таке електричний заряд? Записати і пояснити силу, з якою притягуються електрони, протони у ядрах.

Література: [1]- лекція 1.4, с.1; [3]-с.283;

50. Порівняти силу взаємодії (гравітаційну й електричну) для двох електронів (двох протонів), що перебувають на відстані r один від одного.

Література: [1]- лекція 1.4, с.1; [3]-с.283;

51. На якій підставі зроблена диференціація внутрішніх оболонок Землі?

Література: [2]- с.44-45;

52. Які оболонки виділяються у будові Землі? У яких агрегатних станах вони перебувають?

Література: [2]- с.44-45;

53. Які найпоширеніші елементи переважають у складі кожної оболонки Землі та як вони впливають на її фізичні властивості?

Література: [2]- с.44-45;;

54. Знайти масу Землі за масою її оболонки і з урахуванням залежності від глибини густини кожної з оболонки.

Література: [2]- с.44-45;

55. Знайти масу земної кори з табличних даних.

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

56. Обчислити маси оболонки Землі з табличних даних і визначити, яка з оболонки становить найбільший відсоток у масі Землі.

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

57. Наскільки зміниться рівень $\Delta H_{\text{св.ок.}}$ Світового океану, якщо усі льодовики розтануть.

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

58. Як визначити тиск атмосфери з висотою вимірювання?

Література: [2]- с. 55-62;

59. Що описує барометрична формула?

Література: [2]- с. 55-62; [3]-с.180, 186;

60. Що означає термін ізотермічна атмосфера?

Література: [2]- с. 55-62; [3]-с.180, 186;

61. Знаючи, що у зорях відбувається термоядерна реакція синтезу двох ядер водню в ядро гелію і при цьому виникає дефект мас, що спричиняє виділення енергії, знайти, скільки часу горітиме Сонце?

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

62. Яку масу витрачає Сонце за 1 с, щоб забезпечити на поверхні Землі інтенсивність сонячного випромінювання $1,376 \text{ кВт на } 1 \text{ м}^2$?

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

63. Скільки років може жити Сонце, якщо вся теплова енергія з його поверхні виникає внаслідок ядерних реакцій і вивільняється?

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

64. Періоди льодовикових епох і потеплінь в історії Землі.

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

65. Що таке ефект вулканічної зими і який його вплив на Землю?

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

66. Що таке ядерна зима і як вона може вплинути на планету Земля?

Література: [2]- с. 55-62;

67. Визначити температуру повітря на вершині г. Аконкагуа (6 962 м), якщо біля її підніжжя температура становить $+24 \text{ }^\circ\text{C}$.

Література: [2]- с. 55-62;

68. Яка буде температура на найвищій вершині Анд, якщо на узбережжі температура становить $28 \text{ }^\circ\text{C}$.

Література: [2]- с. 55-62;

69. Атмосферний тиск біля підніжжя гори, який зафіксували альпіністи,

становив 540 мм рт. ст. На вершині гори атмосферний тиск становить 225 мм рт. ст. Визначити абсолютну висоту гори.

Література: [2]- с. 55-62;

70. Визначити, наскільки нормальний атмосферний тиск найвищої рівнинної частини України (г. Берда, 515 м) більший від відповідного значення на вершині г. Говерла за відомим нормальним атмосферним тиском на рівні моря.

Література: [2]- с. 55-62;

71. Визначити висоту хмарочоса, якщо біля входу в нього атмосферний тиск становить 770 мм рт. ст., а на покрівлі – 730 мм рт. ст.

Література: [2]- с. 55-62;

72. Яким буде тиск на висоті 3 000 м, якщо на рівні моря він становить 760 мм рт.ст.

Література: [2]- с. 55-62;

73. Тиск повітря біля підніжжя гори на висоті 100 м над рівнем моря дорівнює 750 мм рт. ст., а на вершині гори у цей час – 550 мм рт. ст. Обчислити абсолютну висоту гори.

Література: [2]- с. 55-62;

74. Що є мірою інертних властивостей при обертальному русі тіла.

Література: [3]- с.118-119.

75. Що є моментом сили відносно осі?

Література: [3]- с.118-119.

76. Момент інерції диска відносно осі симетрії тіла?

Література: [3]- с.118-119.

77. Момент імпульсу матеріальної точки відносно осі?

Література: [3]- с.118-119.

78. Чи є закон збереження моменту імпульсу наслідком ізотропності простору?

Література: [3]- с.118-119.

Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2

1. Що є джерелом виникнення електричних зарядів в атмосфері?

Література: [1]- лекція 2.1, с.1;

2. Які три типи розподілу частинок за розмірами виділяють в тропосфері Землі?

Література: [1]- лекція 2.1, с.1;

3. Що характеризують три типи розподілу: «фоновий», «океанічний» і «континентальний»?

Література: [1]- лекція 2.1, с.1;

4. Яке значення становить критичний розмір водяних крапель, при якому вони починають випаровуватися?

Література: [1]- лекція 2.1, с.1;

5. Завдяки якому фазовому переходу краплі більшого розміру зростають за рахунок менших крапель?

Література: [1]- лекція 2.1, с.1;

6. На які три категорії за спроможністю пропускати воду розподіляються усі гірські породи?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

7. Внаслідок яких процесів утворюються конденсаційні води?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

8. Внаслідок яких процесів утворюються седиментаційні води?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

9. Внаслідок яких процесів утворюються ювенільні води?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

10. За рахунок яких процесів відбувається живлення ґрунтових вод?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

11. Що називається дзеркалом або рівнем ґрунтових вод?

12. Як називаються відстань від рівня ґрунтових вод до земної поверхні?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

13.Що називається глибиною залягання ґрунтових вод?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

14. Як називаються найкоротша відстань від дзеркала ґрунтових вод до водоупору?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

15. Чому, коли падає дощ, – тепло, а коли перестає, – то через деякий час стає прохолодно?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

16. Про що свідчить процес сублімації ? [3]-с.261;

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

17.Навесні, коли температура повітря набагато вища від 0 °С, лід ще тривалий час не тане і, навпаки, восени, коли температура повітря нижче 0 °С, вода не відразу замерзає. Чому?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.261;

18.Як знайти кількість теплоти, що виділиться під час замерзання води масою 1 кг за температури 0 °С?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.261;

19.Скільки теплоти потрібно для перетворення 100 г води за 100 °С у пару?

Література: [3]-с.261;

20.Яка кількість теплоти виділиться під час конденсації 10 кг водяної пари?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.261;

21.Яку кількість теплоти треба затратити, щоб повністю перетворити 2 кг льоду, взятого за температури 10 °С, у пару?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.261;

22. Скільки тепла потрібно для нагрівання 1 г води на один градус Цельсія?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.261;

23. Як тиск у атмосфері змінюється з висотою?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.180;

24. Що описує барометрична формула?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.180;

25. Чому тиск у горах менший за тиск на рівні моря?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.180;

26. Які прилади призначені для вимірювання гамма-спектрів?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

27. Назвіть види радіоактивності.

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

28. Назвіть види іонізуючих випромінювань.

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

29. Яка небезпечність іонізуючих випромінювань?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

30. У чому сутність радіаційно-гігієнічного моніторингу?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

31. Як впливає іонізуюче випромінювання на живу клітину?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

32. Які прилади призначені для вимірювання радіоактивності?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

33. Які прилади призначені для вимірювання доз випромінювання?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

34. Які прилади призначені для вимірювання спектрів випромінювання?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

35. Як радіоекологічний моніторинг забруднених радіонуклідами територій пов'язаний з екосистемами?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

36. Як перерозподіл радіонуклідів залежать від різних типів екосистем?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

37. В яких одиницях системи SI вимірюється активність радіоактивної речовини?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

38. Як змінюється активність радіоактивної речовини за один період напіврозпаду?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

39. У скільки разів біологічна еквівалентна доза кратна до поглинутої дози рентгенівського випромінювання?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

40. Які процеси не є основними механізмами впливу іонізуючого випромінювання на речовину?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

41. За два періоди напіврозпаду активність радіоактивної речовини...

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

42. Загальна кількість розпадів, що відбувається в радіоактивній речовині за одиницю часу, називається...

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

43. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

44. Що називається радіоактивністю ?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

45. Як змінюється кількість радіоактивних ядер за один період напіврозпаду?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

46. З яких частинок складається α - частинка?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

47. Які хімічні елементи обумовлюють радіаційний фон Землі?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

48. В яких одиницях системи SI вимірюється поглинута доза випромінювання радіоактивної речовини?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

49. Назвіть основні методи проведення радіометричних вимірювань.

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

50. У чому сутність сцинтиляційного методу радіометричних вимірювань ?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

51. Що є силовою характеристикою електричного поля?

Література: [3]- с.338.

52. Як змінюється напруженість електростатичного поля E точкового заряду із відстанню?

Література: [3]- с.338.

53. Яка залежність існує між напруженістю електричного поля точкового заряду та величиною заряду?

Література: [3]- с.338.

Тестові завдання до залікової контрольної роботи

1. Які структура та склад атмосфери Землі?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

2. Які фізичні властивості атмосфери?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

3. Що таке точка роси і від яких фізичних параметрів вона залежить?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1; [3]-с.261;

4. Який з видів води бере найактивнішу участь у геологічних процесах?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

5. Що таке озонові дірки? Де на Землі виникають і що можуть спричинити?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

6. Охарактеризувати поняття “парниковий ефект” та його ймовірні наслідки?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

7. Що таке альbedo? Яке альbedo Землі та інших планет Сонячної системи?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

8. Види атмосферних розрядів. Блискавки.

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

9. Грім і блискавки, охарактеризувати їхнє утворення з фізичного погляду.

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

10. Зобразити фазові переходи рідин у формі трикутника на прикладі води.

Література: [1]- лекція 1.1, с.1; [3]-с.261;

11. Циклони і антициклони. Тропічні циклони.

Література: [1]- лекція 1.1, с.1; [3]-с.122;

12. Що описує барометрична формула?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1, лекція 2.2, с.1; [3]-с.180;

13. Що включає до себе гідросфера Землі?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1;

14. Які космічні тіла найбільше впливають на земні процеси всередині та на поверхні Землі через їхнє гравітаційне поле?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1;

15. Що таке гравітаційні аномалії?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1;

16. Обчислити напруженість гравітаційного поля Землі на екваторі, на полюсі, у Маріанській западині та на г. Еверест.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.284;

17. Дати визначення “напруженості” будь-якого поля.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.284;

18. Дати визначення “потенціалу” будь-якого поля.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.288;

19. Обчислити напруженість гравітаційного поля Землі на екваторі, на полюсі, у Маріанській западині та на г. Еверест.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.284;

20. Визначити, де прискорення вільного падіння є більшим – на полюсі чи на екваторі? Чому?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.48-49;

21. Чому лід тоне коли терти два шматки один об один (фізичне пояснення)?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.261; с.271;

22. Що є причиною виникнення сили Коріоліса на Землі?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.122;

23. Намалювати схематично напрям сили Коріоліса у Північній та Південній півкулях на прикладі річок, що течуть у різних (широтних, меридіональних) напрямках.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.122;

24. Яка сила спричиняє підмивання одного з берегів річок? Який з берегів зазнає підмивання ріками Північної та Південної півкуль, що течуть у меридіональному напрямі? Схематично зобразити.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.122;

25. Куди відхиляються пасати в межах екватора у Північній та Південній півкулях? Чому?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.122;

26. У яких одиницях вимірюють напруженість та індукція магнітного поля?

Література: [1]- лекція 1.4, с.1; [3]-с.374;

27. Які процеси відбуваються під час вулканічних вивержень і землетрусів?

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

28. Як поділяють вулкани (фізичний аспект)?

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

29. Назвіть причини виникнення та землетрусів.

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

30. Що таке епіцентр та гіпоцентр землетрусу?

Література: [1]- лекція 1.2, с.1;

31. Які геологічні процеси виникають або можуть бути пов'язані з дією сили тяжіння.

Література: [1]- лекція 1.3, с.1;

32. Що є силовою характеристикою електричного поля?

Література: [1]- лекція 1.3, с.1; [3]-с.284;

33. Як змінюється напруженість електростатичного поля E точкового заряду із відстанню?

Література: [3]- с.284, с.338.

34. Яка залежність існує між напруженістю електричного поля точкового

заряду та величиною заряду?

Література: [3]- с.338.

35. Назвіть види радіоактивності.

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

36. Назвіть види іонізуючих випромінювань.

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

37. Скільки тепла потрібно для нагрівання 1 г води на один градус Цельсія?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.261;

38. Як тиск у атмосфері змінюється з висотою?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.180;

39. Чому тиск у горах менший за тиск на рівні моря?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.180;

40. Які процеси не є основними механізмами впливу іонізуючого випромінювання на речовину?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

41. За два періоди напіврозпаду активність радіоактивної речовини...

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

42. Загальна кількість розпадів, що відбувається в радіоактивній речовині за одиницю часу, називається...

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

43. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1;

44. Що називається радіоактивністю ?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

45. Як змінюється кількість радіоактивних ядер за один період напіврозпаду?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

46. З яких частинок складається α - частинка?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

47. Які хімічні елементи обумовлюють радіаційний фон Землі?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

48. В яких одиницях системи SI вимірюється поглинута доза випромінювання радіоактивної речовини?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [3]-с.537-540;

49. Назвіть основні методи проведення радіометричних вимірювань.

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [5]-с.58;

50. У чому сутність сцинтиляційного методу радіометричних вимірювань ?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [5]-с.58;

51. На якій підставі зроблена диференціація внутрішніх оболонок Землі?

Література: [2]- с.44-45;

52. Які оболонки виділяються у будові Землі? У яких агрегатних станах вони перебувають?

Література: [2]- с.44-45;

53. Які найпоширеніші елементи переважають у складі кожної оболонки Землі та як вони впливають на її фізичні властивості?

Література: [2]- с.44-45;

54. Знайти масу Землі за масою її оболонок і з урахуванням залежності від глибини густини кожної з оболонок.

Література: [2]- с. 55-62;

55. Знайти масу земної кори з табличних даних.

Література: [2]- с. 55-62;

56. Обчислити маси оболонок Землі з табличних даних і визначити, яка з оболонок становить найбільший відсоток у масі Землі.

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

57. Наскільки зміниться рівень $\Delta N_{\text{св.ок.}}$ Світового океану, якщо усі льодовики розтануть.

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

58. Як визначити тиск атмосфери з висотою вимірювання?

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

59. Який зміст барометричної формули?

Література: [1]- лекція 1.1, с.1, лекція 2.2, с.1; [3]-с.180;

60. Що означає термін ізотермічна атмосфера?

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62; [3]-с.180;

61. Знаючи, що у зорях відбувається термоядерна реакція синтезу двох ядер водню в ядро гелію і при цьому виникає дефект мас, що спричиняє виділення енергії, знайти, скільки часу горітиме Сонце?

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

62. Яку масу витрачає Сонце за 1 с, щоб забезпечити на поверхні Землі інтенсивність сонячного випромінювання $1,376 \text{ кВт на } 1 \text{ м}^2$?

Література: [2]- с.44-45;

63. Скільки років може жити Сонце, якщо вся теплова енергія з його поверхні виникає внаслідок ядерних реакцій і вивільняється?

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

64. Періоди льодовикових епох і потеплінь в історії Землі.

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

65. Що таке ефект вулканічної зими і який його вплив на Землю?

Література: [2]- с.44-45; с. 55-62;

66. Що таке ядерна зима і як вона може вплинути на планету Земля?

Література: [2]- с. 55-62;

67. Визначити температуру повітря на вершині г. Аконкагуа (6 962 м),

якщо біля її підніжжя температура становить $+24\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Література: [2] с. 55-62;

68. Яка буде температура на найвищій вершині Анд, якщо на узбережжі температура становить $28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Література: [2]- с. 55-62;

69. Атмосферний тиск біля підніжжя гори, який зафіксували альпіністи, становив 540 мм рт. ст. На вершині гори атмосферний тиск становить 225 мм рт. ст. Визначити абсолютну висоту гори.

Література: [2]- с. 55-62;

70. Визначити, наскільки нормальний атмосферний тиск найвищої рівнинної частини України (г. Берда, 515 м) більший від відповідного значення на вершині г. Говерла за відомим нормальним атмосферним тиском на рівні моря.

Література: [2]- с. 55-62;

71. Визначити висоту хмарочоса, якщо біля входу в нього атмосферний тиск становить 770 мм рт. ст., а на покрівлі – 730 мм рт. ст.

Література: [2]- с. 55-62;

72. Яким буде тиск на висоті 3 000 м, якщо на рівні моря він становить 760 мм рт.ст.

Література: [2]- с. 55-62;

73. Тиск повітря біля підніжжя гори на висоті 100 м над рівнем моря дорівнює 750 мм рт. ст., а на вершині гори у цей час – 550 мм рт. ст. Обчислити абсолютну висоту гори.

Література: [2]- с. 55-62;

74. Що є мірою інертних властивостей при обертальному русі тіла.

Література: [3]- с.118-119.

75. Що є моментом сили відносно осі?

Література: [3]- с.118-119.

76. Момент інерції диска відносно осі симетрії тіла?

Література: [3]- с.118-119.

77. Момент імпульсу матеріальної точки відносно осі?

Література: [3]- с.118-119.

78. Чи є закон збереження моменту імпульсу наслідком ізотропності простору?

Література: [3]- с.118-119.

79. Назвіть основні методи проведення радіометричних вимірювань.

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [5]-с.58;

80. У чому сутність іонізаційного методу радіометричних вимірювань ?

Література: [1]- лекція 2.4, с.1; [5]-с.58;

81.Що є силовою характеристикою електричного поля?

Література: [3]- с.338.

82. Як змінюється напруженість електростатичного поля E точкового заряду із відстанню?
Література: [3]- с.338.
83. Яка залежність існує між напруженістю електричного поля точкового заряду та величиною заряду?
Література: [3]- с.338.
84. Які особливості розподілу швидкостей сейсмічних хвиль по глибині Землі.
Література: [1]- лекція 1.2, с.1;
85. Які процеси відбуваються під час вулканічних вивержень і землетрусів?
Література: [1]- лекція 1.2, с.1;
86. Як поділяють вулкани (фізичний аспект)?
Література: [1]- лекція 1.2, с.1;
87. Назвіть причини виникнення та землетрусів.
Література: [1]- лекція 1.2, с.1;
88. Що таке епіцентр та гіпоцентр землетрусу?
Література: [1]- лекція 1.2, с.1;
89. Як визначають енергію землетрусу?
Література: [1]- лекція 1.2, с.1;
90. Назвати зони найактивніших землетрусів, які енергетичні процеси там відбуваються?
Література: [1]- лекція 1.2, с.1;
91. Перелічити основні джерела енергії, що приводять до виникнення геологічних процесів на Землі?
Література: [1]- лекція 2.2, с.1;
92. Які види енергії можна виділити в ході аналізу геологічного середовища?
Література: [1]- лекція 2.2, с.1;
93. Де на Землі спостерігають найбільші припливи і відливи?
Література: [1]- лекція 2.2, с.1;
94. Структура та склад атмосфери Землі.
Література: [1]- лекція 2.2, с.1;
95. Фізичні властивості атмосфери.
Література: [1]- лекція 2.2, с.1;
96. Що таке точка роси і від яких фізичних параметрів вона залежить?
Література: [1]- лекція 2.2, с.1; [3]-с.261;
97. Який з видів води бере найактивнішу участь у геологічних процесах?
Література: [1]- лекція 2.2, с.1;
98. Як утворюється озон? Куди він зникає?
Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

99. Що таке озонові дірки? Де на Землі виникають і що можуть спричинити?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

100. Охарактеризувати поняття “парниковий ефект” та його наслідки?

Література: [1]- лекція 2.2, с.1;

Основна література

1. Герасимов О.І., Кудашкіна Л.С. Спеціальні розділи фізичних процесів в геосферах : Електронний конспект лекцій /Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: <http://dpt12.odeku.edu.ua/>
2. Фурман В.В., Віхоть Ю.М., Павлюк О.М. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка. Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 104 с.
3. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Одеський державний екологічний університет. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.

Додаткова література

4. Герасимов О.І., Курятников В.В., Затовська А.О., Януш Є.О., Співак А.Я. Фізика : конспект лекцій. Одеса: ТЕС, 2004. 200 с.
5. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
6. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
7. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
8. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Радіаційний моніторинг : Конспект лекцій [Radiation monitoring : Lecture-notes]. Одеса: ОДЕКУ, 2018. 69с. (англ. та укр. мовами) ISBN 978-966-186-142-7
9. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>