

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА
Кафедра фізики та астрономії



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК. 5 «Основи фізики Землі»

Рівень вищої освіти	перший (освітньо-професійний)
Галузь знань	10 – Природничі науки
Спеціальність	106 – Географія
Освітньо-професійна програма	«Географічні основи природокористування та регіонального і муніципального розвитку»

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи фізики Землі». – Одеса: ОНУ, 2023. – 12 с.

Розробники: Черненко Олександр Сергійович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики та астрономії, Маслеєва Наталя Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики та астрономії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики та астрономії ФМФІТ

Протокол № 1 від «30» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри



Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Погоджено із гарантом ОПП «Географічні основи природокористування та регіонального і муніципального розвитку»

Антоніна ШАШЕРО

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету математики, фізики та інформаційних технологій

Протокол № 1 від « 01 » вересня 2023 р.

Голова НМК


(підпис)

Євген СТРАХОВ

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

_____ (_____)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

_____ (_____)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Загальна кількість: кредитів – 3 годин – 90 змістових модулів – 1	Галузь знань <u>10 – Природничі науки</u> Спеціальність <u>106 «Географія»</u> Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)	Нормативна / за вибором (ВНЗ/студента)	
		Рік підготовки:	
		1-й	1-й
		Семестр	
		1-й	2-й
		Лекції	
		22 год	14
		Практичні, семінарські	
		Лабораторні	
		20 год.	10
		Самостійна робота	
48 год.	66		
Форма підсумкового контролю: залік			

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни полягає в тому, щоб студенти оволоділи теорією сучасних представлень про фізичні процеси – фізику Землі, що протікають у надрах Землі, фундаментальних фізичних законів для розуміння й пояснення загальних закономірностей природи у їхніх проявах в специфічних умовах земної поверхні та надр планети

Завданнями дисципліни є:

- навчити студентів застосовувати отримані знання для пояснення земних феноменів,
- вирішення конкретних фізичних завдань, використовувати основні фізичні закони та основні поняття фізики Землі у своїй подальшій професійній діяльності;
- виробити навички проведення експериментальних досліджень і оцінок похибок вимірювань в рамках лабораторних робіт;
- сприяти формуванню в студентів наукового світогляду і сучасного фізичного мислення

Робоча програма складається з 1 змістовного модуля, який включають навчальні елементи, зміст яких визначається з урахуванням специфіки завдань вивчення фізики Землі.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

Інтегральна компетентність. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у професійній діяльності з географії або у процесі навчання із застосуванням сучасних теорій та методів дослідження природних та суспільних об'єктів та процесів.

Загальні компетентності (ЗК): **ЗК1.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. **ЗК2.** Знання та розуміння предметної області та розуміння предметної діяльності. **ЗК5.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. **ЗК6.** Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК): **СК2.** Здатність застосовувати знання і розуміння основних характеристик, процесів, історії і складу природи і суспільства. **СК3.** Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних програмних засобів у польових і лабораторних умовах. **СК5.** Здатність аналізувати склад і будову геосфер (відповідно до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах. **СК10.** Здатність ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти у географічній оболонці, їх властивості та притаманні ним процеси.

Програмні результати навчання: **P03.** Пояснювати особливості організації географічного простору. **P05.** Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області географічних наук. **P08.** Застосовувати моделі, методи фізики, хімії, геології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних та суспільних процесів формування і розвитку геосфер **P09.** Аналізувати склад і будову природних і соціосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати**: фундаментальні поняття і закони класичної і сучасної фізики, у тому числі в специфічних для земної природи проявах, а також найважливіші методи дослідження фізичних явищ і їх застосування при вирішенні теоретичних і практичних задач в науках про Землю;

вміти: використовувати модельні уявлення і фізичні закони для тлумачення на фізичному й геосистемному рівнях природних явищ і процесів в географічній оболонці, зокрема, у земній корі, океані та атмосфері, та їх геосистемної взаємодії;

працювати з лабораторним устаткуванням, оволодіти методами фізичного експерименту (вимірювання фізичних величин, оцінка результатів експерименту, обчислення похибок вимірювань).

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Механіка матеріальної точки. Механічний рух. Система відліку. Матеріальна точка. Кінематичні характеристики механічного руху (радіус-вектор, вектори переміщення, швидкості і прискорення). Відносність руху. Перетворення Галілея. Поступальний рух і рух точки по колу. Кінематичні рівняння. Принцип незалежності рухів. Кутова швидкість і прискорення (нормальне і тангенціальне). Лінійні і кутові величини, їх зв'язок.

Інерціальні системи відліку. Другий закон динаміки. Рух планет. Закони Кеплера. Закон всесвітнього тяжіння. Гравітаційна стала і методи її вимірювання. Космічні швидкості.

Тема 2. Гравітація Землі. Форма Землі. Середня густина. Прискорення вільного падіння. Способи вимірювання. Залежність сили тяжіння від географічної широти. Зміна сили тяжіння з висотою і всередині Землі. Поправка на вільне повітря. Поправка на проміжний шар. Гравітаційна диференціація. Ізостазія. Теорія Ері. Товщина Земної кори.

Тема 3. Вплив гравітації на рух Землі. Рух системи матеріальних точок. Зовнішні і внутрішні сили. Замкнена система. Центр мас. Координати центра мас. Рух центра мас. Рух системи Земля-Місяць навколо Сонця. Абсолютно тверде тіло. Поступальний і обертальний рух абсолютно твердого тіла. Момент сили відносно осі. Момент інерції і момент імпульсу твердого тіла. Теорема Штейнера. Момент інерції Землі. Основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла. Закон збереження моменту імпульсу твердого тіла і його наслідки. Поняття про гіроскоп. Прецесія. Прецесія земної вісі в просторі. Фізика приливів та відливів на Землі.

Тема 4. Механіка рідин та газів. Тиск у рідинах і газах. Закон Паскаля. Закон Архімеда. Умови плавання тіл. Ватерлінії і солоність води в світовому океані. Ідеальна рідина. Стаціонарний рух рідини. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі. Формула Торрічеллі. Реакція рідини, що витікає. Рух в'язкої рідини. Формула Пуазейля. Ламінарна і турбулентна течії. Число Рейнольдса. Рух тіл у рідинах і газах; в'язке тертя, формула Стокса; сила лобового опору.

Атмосфера Землі. Атмосфери планет. Маса атмосфери. Атмосферний тиск. Барометрична формула. Барометри. Тепловий режим атмосфери. Розподіл Больцмана.

Тема 5. Рух тіл в обертаючій атмосфері.

Неінерційна системи відліку. Особливості сили інерції. Земля як неінерційна система відліку. Центробіжна сила. Сила Коріоліса і її роль на Землі. Циркуляція повітряних мас атмосфери. Рух повітря в атмосфері. Утворення постійних вітрів. Морські течії. Циклони і антициклони. Бриз. Мусони. Сила Коріоліса, центр обіжна сила і вертикаль. Дослід Фуко – доведення обертання Землі.

Тема 6. Пружні хвилі. Характеристики пружних хвиль. Поздовжні та поперечні хвилі. Швидкість пружних хвиль в різних середовищах. Закон Гука. Модулі Юнга та зсуву. Сейсмічні хвилі. Первинні та вторинні. Об'ємні та поверхневі хвилі. Основні закони розповсюдження пружних хвиль. Годографи. Роз-

повсюдження хвиль всередині Землі. Залежність швидкості розповсюдження від глибини. Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі. Резонанс. Гучність (сила) звуку.

Тема 7. Фізика рідин та реальних газів. Реальні гази. Відхилення властивостей реальних газів від законів ідеального газу. Експериментальні ізотерми реальних газів. Сили міжмолекулярної взаємодії в газах. Рівняння Ван-дер-Ваальса і його аналіз.

Поняття фази. Фазові переходи першого та другого родів. Випаровування. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Сублімація, плавлення та кристалізація твердих тіл. Діаграми фазової рівноваги (вода, вуглець, залізо). Вологість.

Загальні властивості і структура рідини. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг. Формула Лапласа. Змочування. Капілярні явища. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація.

Тема 8. Магнітне поле Землі. Магнітне поле постійного струму. Магнітна взаємодія струмів. Закон Ампера. Індукція і напруженість магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямого, колового і соленоїдного струмів. Контур із струмом у магнітному полі. Дія електричного і магнітного полів на рухомий заряд. Сила Лоренца.

Природні магніти та електромагніти. Магнетики і їх намагнічування. Діа-, пара- і феромагнетики. Точка Кюрі. Постійні магніти. Магнітне поле Землі і його можливі механізми виникнення. Три основні складові. Сонячний вітер. Магнітні бурі. Інверсія магнітного поля. Геолокація.

Тема 9. Розподіл температури та тиску всередині Землі. Способи теплопередачі. Теплопровідність. Конвекція. Закони теплопровідності. Геотермічний ступінь. Метод реперних точок визначення розподілу геотермічного градієнту. Конвекція в мантії. Геотерма і порівняння з розподілом температури плавлення. Джерела енергії Землі. Тиск всередині Землі. Оцінка його величини в центрі Землі.

Тема 10. Теплове випромінювання і спектральний аналіз. Рівноважне випромінювання та його характеристики. Закон Кірхгофа. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Розподіл енергії у спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Квантування енергії випромінювання. Формула Планка. Оптична пірометрія.

Нормальна дисперсія. Спектри випромінювання і поглинання. Спектральний аналіз. Атомізатори.

Будова атомів і молекул. Спектральні серії випромінювання атомів. Досліди Резерфорда. Постулати Бора. Атом водню. Квантування енергії, моменту імпульсу і проекції моменту імпульсу. Квантові числа електрона в атомі. Принцип Паулі. Електронні шари складних атомів. Періодична система елементів Д.І. Менделєєва.

Тема 11. Планета Земля. Рухи Сонця та Місяця, затемнення. Екліптика. Річний рух Сонця. Основи вимірювання часу. Зоряний та сонячний час. Рівняння часу. Календар. Фази Місяця. Синодичний та сидеричний періоди Місяця.

Затемнення Сонця, затемнення Місяця. Явища, що пов'язані із добовим обертанням небесної сфери. Сонце та фізичні характеристики планет. Основні характеристики, внутрішній устрій, джерела енергії, явища на видимій поверхні, сонячна активність. Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин									
	денна форма					Заочна форма				
	Всього	у тому числі				Всього	у тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.		л	п	лаб.	с. р.
Тема 1. Механіка матеріальної точки.	8	2	--	--	6	9	2	--	1	6
Тема 2. Гравітація Землі.	10	2	--	4	4	9	2	--	1	6
Тема 3. Вплив гравітації на рух Землі.	8	2	--	--	6	8	1	--	1	6
Тема 4. Механіка рідин та газів.	10	2	--	4	4	8	1	--	1	6
Тема 5. Рух тіл в обертаючій атмосфері.	6	2	--	--	4	8	1	--	1	6
Тема 6. Пружні хвилі.	10	2	--	4	4	8	1	--	1	6
Тема 7. Фізика рідин та реальних газів.	10	2	--	4	4	8	1	--	1	6
Тема 8. Магнітне поле Землі.	6	2	--	--	4	8	1	--	1	6
Тема 9. Розподіл температури та тиску всередині Землі.	6	2	--	--	4	7,5	1	--	0,5	6
Тема 10. Теплове випромінювання і спектральний аналіз.	10	2	--	4	4	7,5	1	--	0,5	6
Тема 11. Планета Земля.	6	2	--	--	4	9	2	--	1	6
Усього годин	90	22		20	48	90	14	--	10	66

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальним планом.

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва лабораторної роботи	Лаб. раб (год)	
		д/в	з/в
1	Визначення прискорення вільного падіння на фізичному маятнику.	4	2
2	Визначення швидкості звуку методом резонансу/ Визначення модуля Юнга пружних матеріалів	4	2
3	Визначення коефіцієнту поверхневого натягу / Визначення вологості по-	4	2

	вітря за допомогою психрометра Августа		
4	Визначення в'язкості рідини методом Стокса / Дослідження рівняння Бернуллі	4	2
5	Спектральний аналіз ґрунту	4	2
	Усього	20	10

8. Самостійна робота

№	Назва теми	Кількість годин	
1	Відносність руху. Перетворення Галілея. Кінематичні рівняння. Принцип незалежності рухів.	2	2
2	Поступальний рух і рух точки по колу. Кутова швидкість і прискорення (нормальне і тангенціальне). Лінійні і кутові величини, їх зв'язок.	2	2
3	Космічні швидкості.	2	2
4	Форма Землі. Форма сфероїда Клеро. Радіуси Землі.	2	2
5	Ізостазія. Теорія Ері. Товщина Земної кори.	2	2
6	Поступальний і обертальний рух абсолютно твердого тіла. Момент сили відносно осі. Момент інерції і момент імпульсу твердого тіла. Теорема Штейнера.	2	2
7	Закон збереження моменту імпульсу твердого тіла і його наслідки. Поняття про гіроскоп.	2	2
8	Фізика приливів та відливів на Землі.	2	2
9	Умови плавання тіл. Ватерлінії і солоність води в світовому океані.	2	2
10	Атмосфера Землі. Атмосфери планет. Маса атмосфери. Атмосферний тиск. Барометрична формула. Барометри. Тепловий режим атмосфери. Розподіл Больцмана.	2	2
11	Сила Коріоліса, центробіжна сила і вертикаль.	2	4
12	Дослід Фуко – доведення обертання Землі.	2	4
13	Закон Гука. Модулі Юнга та зсуву.	2	4
14	Стоячі хвилі. Резонанс. Гучність (сила) звуку.	2	4
15	Діаграми фазової рівноваги (вода, вуглець, залізо).	2	4
16	Загальні властивості і структура рідини. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг. Формула Лапласа. Змочування. Капілярні явища. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація.	2	4
17	Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямого, колового і соленоїдного струмів.	2	4
18	Геолокація.	2	4
19	Способи теплопередачі. Теплопровідність. Конвекція. Закони теплопровідності.	2	4
20	Джерела енергії Землі.	2	2
21	Формула Планка. Оптична пірометрія.	2	2
22	Квантові числа електрона в атомі. Принцип Паулі. Електронні шари складних атомів. Періодична система елементів Д.І. Менделєєва.	2	2
23	Рухи Сонця та Місяця, затемнення.	2	2
24	Сонце та фізичні характеристики планет	2	2
	Усього	48	66

9. Методи навчання

Під час вивчення навчальної дисципліни використовують такі форми роботи – лекція, лабораторна робота, самостійна робота.

Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий метод.

Під час лабораторних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дослідницький, при захисті лабораторних робіт та індивідуальних завдань використовується дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод (студент опановує літературу за вказаною темою).

10. Форми контролю та методи оцінювання

Поточне опитування, тестування, поточна перевірка самостійної роботи у вигляді тестових завдань, прийом звітів з лабораторних робіт.

Підсумковий контроль - залік.

Проміжний контроль здійснюється за результатами контрольної роботи. Контрольна робота представлена у вигляді тесту в формі GoogleForm. Містить 50 тестових завдань з варіантами відповідей. Правильна відповідь – 1 бал. Максимальна оцінка за контрольну роботу – 50 балів.

За відвідування можна отримати до 5 преміальних балів.

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи.

Результати самостійної роботи по кожній темі оцінюється по результатам невеличких тестових завдань на початку лекції по матеріалу з попередньої. модульної контрольної роботи. Матеріал, який виноситься на самостійну роботу, присутній в цих тестових міні-контрольних роботах. Максимальна кількість балів за ці роботи – 20 балів.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

Студент повинен виконати 5 лабораторних робіт. За правильне і повне виконання розрахунків та оформлення роботи згідно вимог методичних вказівок до лабораторних робіт нараховується 6 балів за кожну роботу (2 бали - за присутність на виконанні лабораторної роботи, 1-2- бали – за виконання розрахунків, 1-2 бал – відповіді на контрольні запитання. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 30 балів.

11. Питання для підготовки для поточного контролю

1. Основні величини в механіці. Радіус-вектор. Швидкість. Прискорення. Рівняння поступального і обертального руху.

2. Закони Ньютона. Закони Кеплера. Закон всесвітнього тяжіння. Космічні швидкості. Траєкторії тіл в полі сили гравітації.
3. Гравітація Землі. Прискорення вільного падіння. Його залежність від географічної ширини та висоти і глибини. Ізостазія.
4. Теорема про рух центра мас. Обертання системи Земля-Місяць.
5. Обертання твердого тіла. Момент сили. Момент інерції. Закон збереження моменту імпульсу. Прецесія.
6. Прецесія земної вісі. Припливи та відливи.
7. Механіка рідин та газів. Закон Паскаля. Гідростатичний тиск. Рівняння Бернуллі. В'язкість. Сила Стокса. Формула Пуазейля.
8. Рух в неінерціальних системах відліку. Центробіжна сила. Сила Коріоліса. Рух газу і явища в атмосфері Землі. Дослід Фуко.
9. Пружні хвилі. Поперечні та поздовжні. Довжина хвилі. Швидкість хвилі. Закон Гука. Акустичні. Сейсмічні. Поверхневі. Закони розповсюдження хвиль. Стоячі хвилі. Резонанс.
10. Фізика фазових переходів. Рівняння Клаузіуса-Клапейрона. Фазова діаграма. Реальний газ і рідина. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Випаровування та кипіння.
11. Теплове поле Землі. Способи теплопередачі. Метод реперних точок. Геотермічний ступінь. Тиск всередині Землі.
12. Магнітне поле. Дослід Ерстеда. Закон Ампера. Закон Біо-Савара-Лапласа. Сила Лоренца. Геомагнетизм. Принцип геолокації. Три складові магнітного поля Землі. Інверсія магнітного поля.
13. Світлові хвилі. Швидкість світла і показник заломлення. Дисперсія світла. Спектр випромінювання та поглинання: суцільний, лінійчатий, смугастий. Спектральний аналіз. Атомізатори.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточна та самостійна робота					Контрольна робота	Виконання лабораторних робіт	Сума балів
T1	T2	T3	T4	T5	50	30	100
2	2	2	2	2			
T6	T7	T8	T9	T10			
2	2	2	2	2			

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

СУММА БАЛІВ ЗА	ОЦІНКА В ECTS	ОЦІНКА ЗА НАЦІОНАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ
-----------------------	----------------------	--------------------------------------

ВСІ ФОРМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ		екзамен	залік
90 – 100	A	відмінно (“5”)	зараховано
85– 89	B	добре (“4”)	
75-84	C		
65-74	D	задовільно (“3”)	
60 – 64	E		
35 – 59	FX	незадовільно (“2”) з можливістю повторного складання	не зараховано
0 – 34	F	незадовільно (“2”) з обов’язковим повторним курсом	

13. Методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни; силабус, конспекти лекцій; презентації; методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, первинний інструктаж з техніки безпеки, порядок виконання лабораторної роботи, інструкції до приладів.

Основна:

1. Тяпкін К.Ф. Фізика Землі: Підручник. – К.: Вища шк., 1998. — 291 с.: іл.
https://drive.google.com/file/d/1-83wPKXnkbaceXwP3m2DvT9o7ma3TkYX/view?usp=share_link
2. Frank D. Stacey, Paul M.Davis Physics of the Earth / Cambridge University Press. 2008. – 532 p.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511812910>
<https://dokumen.pub/qdownload/physics-of-the-earth-4nbsped-9780521873628.html>
3. Курс загальної фізики для біологів, у 3-х ч.. Частина I: Механіка та молекулярна фізика / К.М.Копійка, О.К.Копійка. – Одеса: Астропринт, 2010.-296с.
<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/24745>
4. Курс загальної фізики для біологів, у 3-х ч.. Частина II: Електрика і магнетизм / К.М.Копійка, О.К.Копійка. – Одеса: Астропринт, 2011.-248с.
<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/24667>
5. Курс загальної фізики для біологів, у 3-х ч.. Частина III: Основи оптики та ядерної фізики / О.К.Копійка. – Одеса: Астропринт, 2011.-320с.
<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/24668>
6. Лабораторний практикум з фізики в умовах дистанційного навчання: методичний посібник до лабораторних робіт з курсу загальної фізики / О.С. Черненко – Одеса : Одес. нац. унів. ім. І. І. Мечникова, 2022. – 104 с.
<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/34426>
https://drive.google.com/file/d/1r1sJq373ShfaSZIO_MkfjJnCZAv9DiJ4/view?usp=share_link
7. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка / укл. : В.В. Фурман, Ю.М. Віхоть, О.М. Павлюк. – Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. – 104 с.
https://www.researchgate.net/publication/304244791_Osnovi_geofiziki_fizika_Zemli_navcalnij_posibnik_z_praktikumu_dla_studentiv_geologicnogo_fakultetu_LNU_imeni_Ivana_Franka

Додаткова література

8. Андрієвський С. М., Климишин І. А. Курс загальної астрономії. – Одеса: Астропринт, 2010. – 480 с.
<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/20847>
9. Климишин І. А., Гарбузов Г. О., Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Астрономія / Навчальний посібник. – Одеса: Астропринт, 2012. – 352 с.
<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/21034>
10. Немець К.А., Березняков А.І. Фізика Землі: підручник. Харків: ХНУ, 2011.
11. Літнарівич Р.М. Фізика з основами геофізики. Курс лекцій. МЕНУ, Рівне, 2007, - 74 с.
<https://learn.ztu.edu.ua/mod/folder/view.php?id=89359&lang=ru>

Електронні ресурси:

12. **Earth-science 2015-2016** <https://www.pdfdrive.com/earth-science-e18773918.html>
13. <http://solarviews.com>