

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Географічний факультет

Кафедра метеорології та кліматології



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Атмосферна оптика, електрика та акустика**

	для студентів	
галузь знань	<u>10 Природничі науки</u>	
спеціальність	<u>103 Науки про Землю</u>	
освітній рівень	<u>магістр</u>	
освітня програма	<u>метеорологія</u>	
спеціалізація (за наявності)		(назва спеціалізації)
вид дисципліни	<u>вибіркова</u>	
	Форма навчання	<u>денна</u>
	Навчальний рік	<u>2021/2022</u>
	Семестр	<u>3</u>
	Кількість кредитів ECTS	<u>6</u>
	Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
	Форма заключного контролю	<u>екзамен</u>

Викладачі: Затула Василь Іванович, доцент кафедри метеорології та кліматології, доцент

Пролонговано: на 202\_\_/202\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 202\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)


на 202\_\_/202\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 202\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ 2021

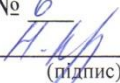
Розробник: **Затула Василь Іванович**, кандидат географічних наук, доцент  
кафедри метеорології та кліматології, доцент

Робоча програма дисципліни «**Атмосферна оптика, електрика та акустика**»  
затверджена на засіданні кафедри метеорології та кліматології

Протокол № 1 від «26» 08 2021 року

Завідувач кафедри метеорології та кліматології  (Сніжко С.І.)  
(підпис)

Схвалено науково-методичною комісією географічного факультету

Протокол від «30» 08 2021 року № 6  
Голова науково-методичної комісії  (Корогода Н.П.)  
(підпис)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** оволодіння знаннями щодо природи оптичних, електричних та акустичних явищ в атмосфері Землі у їх зв'язку з погодою та іншими явищами і процесами за межами атмосфери задля формування здатності розв'язувати складні наукові задачі та практичні проблеми, приймати рішення щодо вибору методів досліджень, аналізу і прогнозу при вивченні атмосфери у різних просторово-часових масштабах із використанням комплексу міждисциплінарних даних та в умовах недостатності інформації.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

1. успішне опанування дисциплін «Метеорологія», «Хімія атмосфери», «Фізика», «Фізика атмосфери»;
2. знання теоретичних основ деяких фізичних та хімічних процесів в атмосфері.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Атмосферна оптика, електрика та акустика» є однією із складових комплексної підготовки спеціальності «Науки про Землю» за програмою «Метеорологія». В процесі вивчення дисципліни розглядаються атмосферні явища оптичної, електричної та акустичної природи у їх зв'язку з погодою на Землі та процесами на Сонці і в космосі. Велика увага звертається на метеорологічні чинники цих явищ та можливості їх використання у якості місцевих ознак зміни погоди.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

- ✓ вивчити закономірності виникнення і розвитку оптичних, електричних та акустичних явищ в атмосфері;
- ✓ оволодіти прийомами і методами їх дослідження та застосування на практиці;
- ✓ сформувати (поглибити) здатність: виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності (K02); до абстрактного мислення, пошуку, опрацювання, аналізу та синтезу інформації (K06); розуміння планети як єдиної системи, найважливіших проблем її будови та розвитку (K10); володіння сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науково-дослідницьких організаціях при вивченні атмосфери (K11).

**5. Результати навчання за дисципліною:**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	основні поняття, предмет і завдання атмосферної оптики, електрики та акустики	лекції	Модульні контрольні роботи 1, 2, оцінювання усних відповідей/ доповнень, виконання індивідуальної роботи, презентація, іспит	5 %
1.2	найважливіші напрями розвитку спеціальних метеорологічних дисциплін	лекції, практичні роботи		5 %
1.3	особливості сприйняття світла і звуку людиною, фізичну природу відповідних процесів і явищ, а також їх зв'язок з фізичним станом атмосфери	лекції, практичні роботи		25 %
1.4	загальні уявлення про атмосферно-електричні явища і процеси	лекції, практичні роботи		15 %

1.5	найважливіші положення спеціальних методів дослідження атмосфери, які виникли внаслідок розвитку атмосферної оптики, електрики та акустики	лекції, практичні роботи		10 %
2.1	обчислювати найважливіші оптичні характеристики райдуг, гало, вінців	лекції, практичні роботи	Модульні контрольні роботи 1, 2, оцінювання усних відповідей/ доповнень, виконання індивідуальної роботи, презентація, іспит	до 30 %
2.2	користуватися спеціальними графіками та номограмами	лекції, практичні роботи		
2.3	оцінювати іонізаційний стан атмосфери та закономірності поширення звуку в ній залежно від метеорологічних чинників	лекції, практичні роботи		
2.4	описувати й аналізувати просторово-часовий розподіл відповідних величин	лекції, практичні роботи		
2.5	передбачати очікувані зміни погоди за характером зміни пов'язаних з ними оптичних, електричних та акустичних характеристик атмосфери	лекції, практичні роботи		
3.1	дискутувати про світлове, електромагнітне й акустичне забруднення атмосфери	практичні роботи, іспит	оцінювання усних відповідей/ доповнень, виконання індивідуальної роботи, дискурс, іспит	до 5 %
4.1	автономність та відповідальність: продемонструвати розуміння особистої відповідальності за професійні та/або управлінські рішення чи надані пропозиції/рекомендації, які можуть впливати на безпеку життєдіяльності людини, у т.ч. безпеку польотів, зокрема під час грози та в умовах поганої видимості	практичні роботи, іспит		до 5 %

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання** (необов'язково для вибіркових дисциплін, які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1
Аналізувати закономірності виникнення та розвитку процесів і явищ в атмосфері за їх взаємодії з іншими геосферами (ПР01).	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+
Знати сучасні методи дослідження метеорології і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності (ПР07).		+			+	+	+	+		+	+	+
Ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові явища і процеси в атмосфері, їхні властивості та притаманні їм ознаки (ПР13).			+	+	+	+	+	+	+		+	+

## 7. Схема формування оцінки

**7.1. Форми оцінювання студентів:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами усного опитування й написання письмових контрольних робіт, а також підсумкового іспиту.

Питома вага результатів навчання у підсумковій оцінці за умови її опанування на належному рівні така:

- результати навчання **1.1 - 1.5 (знання)** – до 60 %;
- результати навчання **2 (вміння)** – до 30 %;
- результати навчання **3 (комунікація)** – до 5 %;
- результати навчання **4 (автономність та відповідальність)** – до 5 %.

### 7.2. Організація оцінювання:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою. Максимальна оцінка становить 100 балів, 60 із яких студент може набрати в ході семестрового контролю і 40 балів на іспиті.

Обов'язковим для іспиту є знання особливостей сприйняття світла людським оком залежно від умов спостереження та фізичної природи оптичних явищ в атмосфері, основних характеристик електричного стану атмосфери у їх взаємозв'язку між собою, а також під впливом деяких геофізичних та геліофізичних процесів і явищ, особливостей сприйняття звуку людським вухом, основні акустичні явища в атмосфері Землі, їх природу та залежність від погодних процесів.

*Оцінювання за формами контролю:*

	ЗМ1		ЗМ2	
	Min. <u>18</u> балів	Max. <u>30</u> балів	Min. <u>18</u> балів	Max. <u>30</u> балів
Усна відповідь	«3»×3=9 *	«5»×3=15 *	«3»×3=9 *	«5»×3=15 *
Доповнення	1	2	1	2
Презентація	5	8	5	8
Модульна контрольна робота 1	3	5		
Модульна контрольна робота 2			3	5

«3»/ «5» - мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати студент.  
×3 мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань.  
=9 \*/15 \* сумарна кількість балів, яку може отримати студент.

**Підсумкове оцінювання у формі екзамену:** максимальна кількість балів на екзамені – 40 балів, мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали (60 % максимальної кількості балів, відведених на екзамен).

До складання іспиту з дисципліни допускається студенти, які впродовж семестру набрали не менш як 36 балів (60 % максимальної кількості балів, відведених на семестровий контроль).

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж **критично-розрахунковий мінімум 36 балів** для складання іспиту потрібно повторно пройти поточний контроль знань (наприклад, у вигляді тестування) в установленому порядку.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу» від 1 жовтня 2010 року.

**При простому розрахунку отримаємо:**

	Змістовий модуль1	Змістовий модуль2	іспит / залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>24</u>	60
Максимум	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>40</u>	100

Загалом формування оцінки спирається на «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка», введеного в дію наказом № 716-32 від 31 серпня 2018 року.

Оцінювання здійснюється впродовж семестру з усіх видів робіт, включаючи і самостійну роботу та виконання індивідуальних завдань. Кінцеві терміни виконання цих завдань:

теми 1-5 – до **20 жовтня**,

теми 6-7 – до **5 грудня**,

### **7.3. Шкала відповідності за 100-бальною шкалою**

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва занять	Кількість годин		
		лекції	практичні роботи	самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1. Атмосферна оптика.</b>				
1.	<b>Тема 1. Основи атмосферної оптики.</b> Основи атмосферної оптики.	2		8
2.	<b>Тема 2. Оптичні явища, зумовлені розсіюванням світла в атмосфері.</b> Денна освітленість.		2	
3.	Видима форма небозводу і пов'язані з нею явища. Поляризація світла, розсіяного атмосферою.	2		6
4.	Колір та яскравість небозводу.		2	
5.	Присмерки та зоря. Нічна освітленість.		2	6
6.	<b>Тема 3. Видимість в атмосфері.</b> Об'єктивні та суб'єктивні чинники, які впливають на атмосферну видимість.	2		8
7.	Дальність видимості реальних об'єктів. Метеорологічна дальність видимості.	2		6
8.	Видимість вогнів. Видимість об'єктів у негоризонтальних напрямках.	2		8
9.	<b>Тема 4. Оптичні явища, зумовлені заломленням світла в атмосфері.</b> Рефракція світла. Астрономічна рефракція та оптичні явища, пов'язані з нею.	2		8
10.	Земна рефракція та зумовлені нею явища.	2		6
11.	<b>Тема 5. Оптичні явища у хмарах, туманах та опадах.</b> Райдуга.	2		6
12.	Гало.	2		6
13.	Основні характеристики райдуги та гало.		2	
14.	Вінця та інші оптичні явища, зумовлені дифракцією світла в атмосфері. Модульна контрольна робота 1		2	
<b>Змістовий модуль 2. Атмосферна електрика та акустика.</b>				
15.	<b>Тема 6. Атмосферна електрика.</b> Коротка історія вивчення електричних явищ в атмосфері.	2		6
16.	Іонізаційний стан атмосфери.		2	
17.	Іонізатори та електропровідність атмосфери. Іоносфера.	2		8
18.	Електричне поле атмосфери та методи його вимірювання.		2	2
19.	Електрика хмар. Тихі розряди, атмосферіки та електричні струми в атмосфері.	2		8
20.	Магнітне поле та магнітосфера Землі.	2		8
21.	Радіаційний пояс Землі. Полярні сяйва.	2		8
22.	<b>Тема 7. Атмосферна акустика.</b> Загальні поняття про атмосферну акустику. Об'єктивні та суб'єктивні характеристики звуку.	2		6
23.	Швидкість звуку в атмосфері. Вплив вітру на частоту		2	

№ п/п	Назва занять	Кількість годин		
		лекції	практичні роботи	самостійна робота
24.	звуку. Заломлення, відбивання та послаблення звуку в атмосфері. Методи акустичного зондування атмосфери.	2		6
25.	Звуки метеорологічного походження. Вплив шуму на людину та довкілля. <i>Модульна контрольна робота 2</i>	2		6
	<b>ВСЬОГО:</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>126</b>

Загальний обсяг **180** год., в тому числі:

Лекцій – **34** год.

Практичні роботи – **16** год.

Консультації – **4** год.

Самостійна робота – **126** год.



## РЕКОМЕНДОВАНИ ДЖЕРЕЛА:

### **Основна: (Базова)**

1. Аверкиев М.С. Метеорология. Части I-II. Световые и электрические явления в атмосфере. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1960. 166 с.
2. Кмито А.А., Смирнов П.И. Общий курс метеорологии (основы физики атмосферы). Часть II. Ленинград: ЛКВВИА им. А.Ф. Можайского, 1959. 181 с.
3. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. С. 631-733.
4. Метеорология. 2-е изд., перераб. и доп. / И.И. Гуральник, Г.П. Дубинский, В.В. Ларин, С.В. Мамиконова; Отв. ред. А.Г. Бройдо, С.В. Зверева. Ленинград: Гидрометеиздат, 1982. С. 333-435.
5. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. Москва: Аспект Пресс, 2002. С. 301-393.
6. Сніжко С.І., Паламарчук Л.В., Затула В.І. Метеорологія. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2010. 592 с.
7. Тверской П.Н. Курс метеорологии (Физика атмосферы) / Под ред. Е.С. Селезневой. Ленинград: Гидрометеорологическое изд-во, 1962. С. 514-690.
8. Школьный Є.П. Фізика атмосфери: Підручник. Київ: КНТ, 2007. 508 с.

### **Додаткова:**

9. Александров Г.Н. Молния и молниезащита. Москва: Наука, 2008. 274 с.
10. Атмосферно-оптические явления по наблюдениям с орбитальных научных станций «Салют». Тарту, 1981. 187 с.
11. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. Москва: Физматлит, 2001. 320 с.
12. Базелян Э.М., Горин Б.Н., Левитов В.И. Физические и инженерные основы молниезащиты. Ленинград: Гидрометеиздат, 1978. 224 с.
13. Бартенева О.Д., Полякова Е.А., Русин Н.П. Режим естественной освещенности на территории СССР. Ленинград: Гидрометеорологическое изд-во, 1971. 238 с.
14. Бекряев В.И. Молнии, спрайты и джетты. СПб.: изд. РГГМУ, 2009. 96 с.
15. Березкин В.А. Дальность видимости как объект метеорологических наблюдений. Ленинград: Гидрометеиздат, 1948. 98 с.
16. Булат В.Л. Оптические явления в природе. Москва: Просвещение, 1974. 143 с.
17. Водчиць О.Г., Затула В.І. Основи метеорології і кліматології: Навч. посібник. Київ: НАУ, 2017. 360 с.
18. Гаврилов В.А. Видимость в атмосфере. Ленинград: Гидрометеиздат, 1966. 324 с.
19. Дивари Н.Б. Зодиакальный свет и межпланетная пыль. Москва: Знание, 1981. 64 с.
20. Дьяченко А.И. Магнитные полюса Земли. Москва: Изд-во Москов. центра непрерывного математич. образования, 2008. 48 с.
21. Затула В.І. Оптичні явища в атмосфері. Київ: Принт-сервіс, 2016. 211 с.
22. Затула В.І. Врахування режиму хмарності при оцінці природної освітленості земної поверхні. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2013. Т. 3(30). С. 105-111.
23. Зверева С.В. В мире солнечного света. Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. 160 с.
24. Ильченко Д. Адские колобки. *Популярная механика*. 2007. № 2. С. 30-35.
25. Имянитов И.М., Чубарина Е.В. Электричество свободной атмосферы. Ленинград: Гидрометеиздат, 1965. 240 с.
26. Имянитов И.М., Чубарина Е.В., Шварц Я.М. Электричество облаков. Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. 96 с.
27. Исаев С.И. Полярные сияния. Мурманск: Мурманское книжное изд-во, 1980.

128 с.

28. Исследование атмосферно-оптических явлений с борта орбитальной научной станции «Салют-4». Тарту, 1979. 207 с.

29. Каган В.К., Кондратьев К.Я. Основы информационной теории видимости в атмосфере. Ленинград: Гидрометеиздат, 1968. 168 с.

30. Качурин Л.Г. Методы метеорологических измерений. Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. 456 с.

31. Кашлева Л.В. Атмосферное электричество. Учебное пособие. СПб.: изд. РГГМУ, 2008. 116 с.

32. Ковалев В.А. Видимость в атмосфере и ее определение. Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. 216 с.

33. Красненко Н.П. Акустическое зондирование атмосферы. Новосибирск: Наука, 1986. 155 с.

34. Красногорская Н.В. Электричество нижних слоев атмосферы и методы его измерения. Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. 324 с.

35. Лазарев А.И., Коваленок В.В., Савиных В.П. Визуально-инструментальные наблюдения с «Салют-6». Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. 136 с.

36. Лазарев А.И., Николаев А.Г., Хрунов Е.В. Оптические исследования в космосе. Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. 255 с.

37. Лисица М.П., Валах М.Я. Занимательная оптика: атмосферная и космическая оптика. Киев: Логос, 2002. 256 с.

38. Лисица М.П., Венгер Е.Ф. Занимательная оптика: Физиологическая оптика. Мир людей. Киев: Вища шк., 2003. 222 с.

39. Мак-Картни Э. Оптика атмосферы. Рассеяние света молекулами и частицами / Пер. с англ. под ред. К.С. Шифрина. Москва: Мир, 1979. 424 с.

40. Миннарт М. Свет и цвет в природе / Пер. с англ. под ред. Г.А. Лейкина. Москва: Наука, 1969. 360 с.

41. Новиков А.А. Загадки огненного яйца пророка Илии: Обоснование плазменной природы шаровой молнии: Изд. 2-е, перераб. и доп. Вінниця: ПП О. Власюк, 2005.– 412 с.

42. Мучник В.М. Физика грозы. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 352 с.

43. Островский А.Л., Джуман Б.М., Заблоцкий Ф.Д., Кравцов Н.И. Учет атмосферных влияний на астрономо-геодезические измерения. Москва: Недра, 1990. 236 с.

44. Розенберг Г.В. Сумеречные явления, их природа и использование для исследования атмосферы. *Успехи физических наук*. 1963, Март. Т. LXXIX, вып. 3. С. 441-522.

45. Роч Ф., Гордон Дж. Свечение ночного неба / Пер. с англ. под ред. Ю.И. Гальперина. Москва, 1977. 150 с.

46. Русин Н.П. Прикладная актинометрия. Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. 232 с.

47. Симонець Т.С., Затула В.І. Кліматична характеристика, умови формування та сучасна практика прогнозування гроз на аеродромі Київ/Жуляни. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2019. Т. 3(54). С. 154-155.

48. Сингер С. Природа шаровой молнии / Пер. с англ. П.С. Гурова и В.В. Рыбина; под ред. А.М. Комелькова. Москва: Мир, 1973. 240 с.

49. Смирнов Б.Н. Проблема шаровой молнии. Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1988. 208 с.

50. Стаханов И.П. О физической природе шаровой молнии. Москва: Энергоатомиздат, 1985. 208 с.

51. Тверской П.Н. Атмосферное электричество. Ленинград: Гидрометеиздат, 1949. 252 с.

52. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. СПб.: Наука, 2003. 474 с.

53. Уиттен Р.К., Поппов И.Дж. Физика нижней ионосферы / Пер. с англ.

- И.В. Госачинского и Л.А. Камионко; под ред. А.Д. Данилова. Москва: Мир, 1968. 292 с.
54. Френкель Я.И. Теория явлений атмосферного электричества. Изд. 2-е, испр. Москва: КомКнига, 2007. 160 с.
55. Харгривс Дж.К. Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи. Введение в физику околоземной космической среды / Пер. с англ. под ред. и с предисл. А.Д. Данилова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1982. 351 с.
56. Хргиан А.Х. Очерки развития метеорологии. Т. I. Ленинград: Гидрометеорологическое изд-во, 1959. 428 с.
57. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 568 с.
58. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: Учебник. 5-е изд., перераб. и доп. Москва: Изд-во МГУ, 2001. 528 с.
59. Чалмерс Дж.А. Атмосферное электричество / Пер. с англ. под ред. И.М. Имянитова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 422 с.
60. Чередниченко В.И. Физика верхней атмосферы Земли. Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1965. 202 с.
61. Шаронов В.В. Наблюдение и видимость. Москва: Военное изд-во, 1953. 96 с.
62. Шишкин Н.С. Облака, осадки и грозовое электричество. Ленинград: Гидрометеорологическое изд-во, 1964. 402 с.
63. Юман М. Молния / Пер. с англ. С.И. Кирилловой; под ред. Н.В. Красногорской. Москва: Мир, 1972. 328 с.
64. Greenler R. Rainbows, halos, and glories. Cambridge University Press, 1980. 195 p.
65. Israel H. Atmospheric electricity. Vol. 2. Jerusalem, 1973. 795 p.
66. Wåhlin L. Atmospheric electrostatics. Research Studies Press, 1989. 130 p.
67. Zatula V.I., Zatula N.I., Symonets T.S. Observation and forecasting of thunderstorms in the modern practice of advisory of Kyiv International Airport (Zhuliany). XX International Conference "Geoinformatics: theoretical and applied aspects". Kyiv, 11-14 May 2021. Kyiv, 2021. [Conference Proceedings, Geoinformatics](https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521076), May 2021, Volume 2021, p.1-6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521076>

#### **Періодичні видання та Інтернет-ресурси**

68. <https://www.atoptics.co.uk>
69. <https://www.wvu.edu/skywise/astronomy101.html>
70. <https://lightning.nsstc.nasa.gov>
71. <https://webflash.ess.washington.edu>