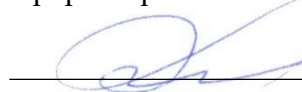


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Одеський державний екологічний університет**

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Проректор з навчально-методичної роботи



В.М. Хохлов

«02» \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2020р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ОПТИКА І СПЕКТРОСКОПІЯ АТМОСФЕРИ ТА ОКЕАНУ»**

Ступінь вищої освіти – доктор філософії

Галузь знань – 10 Природничі науки

Спеціальність – 104 Фізика та астрономія

Кафедра – вищої та прикладної математики

Одеса, 2020 р.

Робоча програма дисципліни «Оптика і спектроскопія атмосфери та океану» для аспірантів (третій рівень освіти, спеціальність 104 - Фізика та астрономія (галузь знань – 10 Природничі науки).

«28» 08. 2020 р., 27с.

***Розробники:***

Свинаренко А.А., професор кафедри вищої та прикладної математики, д.ф.-м.н., професор;

Глушков О.В., зав. кафедри вищої та прикладної математики, д.ф.-м.н., професор;

Хецеліус О.Ю., професор кафедри вищої та прикладної математики, д.ф.-м.н., професор;

Флорко Т.О., доцент кафедри вищої та прикладної математики, к.ф.-м.н., доцент;

***Відповідальний редактор:***

Глушков О.В. , д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри вищої та прикладної математики ОДЕКУ.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри вищої та прикладної математики  
Протокол №1 від «28» серпня 2020р.

Завідувач кафедри  Глушков О.В.

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

**ЗМ-Л1** – змістовий лекційний модуль №1

**ЗМ-Л2** – змістовий лекційний модуль №2

**ЗМ-П1** – змістовий практичний модуль №1

**ЗМ-П2** – змістовий практичний модуль №2

**ЗМ-КуР** – змістовий практичний модуль з виконання курсової роботи

**ОЗ** – оцінка роботи здобувача освіти за всіма змістовими модулями

**ОКР** – оцінка залікової контрольної роботи

**В** – інтегральна оцінка поточної роботи здобувача освіти по дисципліні

**ЄКТС** – Європейська кредитно-трансферна система

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>Мета навчальної дисципліни</b>	Формування базових знань з оптики і спектроскопії атмосфери і океану і дистанційних методів дослідження та моніторингу атмосфери, морів і океанів, формування дослідницьких навичок і здатності застосовувати знання на практиці.
<b>Компетентності, які повинні бути набуті або розвинуті</b>	<p><b>K11</b> Здатність аналізу та виявлення комплексу головних проблем у певній галузі сучасної фізики та, зокрема, оптики та спектроскопії атомів, багатозарядних іонів, молекулярних, квантових, лазерних систем, твердого тіла, а також атмосфери та океану; Здатність розвитку нових та удосконалення існуючих методів опису оптичних та спектроскопічних властивостей твердих тіл на основі методів квантової механіки, квантової хімії твердого тіла, а також методів релятивістської квантової теорії.</p> <p><b>K12</b> Здатність створювати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі в оптиці та спектроскопії фізичних систем із реалізацією ефективних алгоритмів та спеціалізованого програмного забезпечення. Здатність отримувати нові фундаментальні знання в оптиці та спектроскопії атомів, молекул, твердих тіл, лазерних систем, а також геофізичних систем (атмосфери та океану).</p>
<b>Програмні результати навчання</b>	<p><b>P111</b> Уміння проводити дослідження з оптики та спектроскопії атомів, багатозарядних іонів, молекулярних, квантових, лазерних систем, твердого тіла, а також атмосфери та океану в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.</p> <p><b>P112</b> Уміння використовувати сучасні або розроблювати нові підходи розрахунку фундаментальних характеристик, зокрема, на основі методів квантової механіки, електродинаміки, електроніки в оптиці та спектроскопії атомів, молекул, твердих тіл, лазерних систем, а також геофізичних систем (атмосфери та океану)</p> <p><b>P121</b> Уміння створювати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі в оптиці та спектроскопії атомів, молекул, твердих тіл, лазерних систем, твердих тіл, а також геофізичних систем (атмосфери та океану), перевіряти їх адекватність, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння фундаментальних процесів у фізичній системі, аналізувати обмеження</p> <p><b>P122</b> Уміння досягнення відповідних знань з використанням ефективних, у тому числі, нових методів, моделей, алгоритмів визначення фізичних (оптичних та спектроскопічних) характеристик атомів, молекул, твердих тіл, лазерних систем, а також геофізичних систем (атмосфери та океану), обробки результатів чисельних та натурних експериментів.</p>
<b>Базові знання</b>	сучасний апарат оптики та спектроскопії атмосфери та океану, нові методи опису енергетичних та спектроскопічних характеристик на основі методів квантової механіки та квантової теорії.
<b>Базові вміння</b>	пояснювати фізичні явища і процеси, що лежать в основі методів оптики та спектроскопії атмосфери та океану, використовувати сучасні або розроблювати нові підходи, зокрема, на основі методів квантової механіки, електродинаміки, квантової хімії, а також методів релятивістської квантової теорії тощо до опису енергетичних та спектроскопічних характеристик атмосфери та океану.

<b><i>Базові навички</i></b>	володіння методами пошуку інформації для визначення оптичних та спектроскопічних параметрів атмосфери та океану, а також вибору оптимальних засобів для їх експериментального вимірювання; практичними навичками проведення спектроскопічних вимірювань і обробки їх результатів.
<b><i>Кількість годин</i></b>	лекції – 30 год., практичні заняття – 45 год., самостійна робота – 75 год.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Лекційний модуль

Код	Назви змістовних модулів та перелік тем лекційних занять	Кількість годин	
		Ауди-торні	Самост. робота
<b>ЗМ-Л1</b>	<b>Молекулярна спектроскопія і атмосферні радіаційні процеси. Поширення випромінювання в атмосфері і океані. Дослідження атмосфери і океану оптичними методами. Лазерне та акустичне зондування атмосфери. Оптика і спектроскопія тропосфери.</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
Л1.1	Молекулярна спектроскопія атмосферних газів. Поглинання радіації в атмосфері і океані. Радіаційні процеси і проблеми клімату. Моделі і бази даних для задач оптики і фізики атмосфери.	2	2
Л1.2	Поширення хвиль в випадково-неоднорідних середовищах. Адаптивна оптика. Нелінійні ефекти при поширенні хвиль в атмосфері і водних середовищах.	2	2
Л1.3	Багаторазове розсіювання. Оптичний зв'язок. Перенесення і обробка зображень. Оцінка достовірності метрологічних вимірювань. Прикладні питання застосування оптичних систем і лазерів.	2	2
Л1.4	Оптичні і мікрофізичні властивості атмосферного аерозолі і суспензій у водних середовищах. Елементний і іонний склад домішок в приземному шарі атмосфери. Перенесення і трансформація аерозольних і газових компонент в атмосфері.	2	2
Л1.5	Лазерне та акустичне зондування атмосфери. Оптико-електронні комплекси для задач оптики і фізики атмосфери. Моніторинг водних об'єктів за даними дистанційного зондування.	2	2
Л1.6	Діагностика рослинних біосистем і біологічних об'єктів. Моніторингові системи для вивчення атмосфери і океану.	2	2
Л1.7	Структура і динаміка приземної атмосфери. Динаміка атмосфери і клімат Азіатського регіону. Результати моніторингу тропосфери за даними обробки вимірювань за допомогою Глобальних навігаційних супутникових систем.	2	2
<b>ЗМ-Л2</b>	<b>Радіофізичні і оптичні методи діагностики атмосфери Землі і підстильної поверхні. Оптика і спектроскопія середньої та верхньої атмосфери. Рівняння переносу випромінювання в неоднорідних середовищах. Теоретичні аспекти поширення сонячного випромінювання в атмосфері і водному середовищі. Елементи оптики океану.</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
Л2.1	Радіофізичні і оптичні методи діагностики атмосфери Землі і підстильної поверхні. Моделювання атмосферних явищ з використанням інтерактивних картографічних сервісів. Прогноз змін клімату.	2	2

Код	Назви змістовних модулів та перелік тем лекційних занять	Кількість годин	
		Ауди-торні	Самост. робота
Л2.2	Структура і динаміка середньої і верхньої атмосфери. Фізичні процеси і явища в термосфері і іоносфері Землі. Кліматологічні дослідження верхньої атмосфери. Взаємозв'язок процесів в літосфері, атмосфері, іоносфері, магнітосфері і на Сонце. Розвиток методів оптичного моніторингу верхньої атмосфери. Використання глобальних навігаційних супутникових систем для розвитку емпіричних і фізичних моделей.	2	2
Л2.3	Фізичний зміст рівняння перенесення випромінювання для середовища, яке розсіює. Нестационарне рівняння перенесення випромінювання. Строгі методи розв'язання рівняння переносу випромінювання.	2	2
Л2.4	Плоско-паралельне середовище. Двохпотокове наближення. Теорема взаємності. Функція Гріна. Квазіоднократне і малокутове наближення розв'язання рівняння переносу випромінювання.	2	2
Л2.5	Атмосферний аерозоль. Сонячне випромінювання на верхній межі атмосфери і на поверхні моря. Розподіл яскравості і поляризації денного неба для безхмарної та хмарної атмосфери.	2	2
Л2.6	Кутовий розподіл підводної яскравості і його зміна з глибиною. Спектральний розподіл підводного опромінення на різних глибинах.	2	2
Л2.7	Основні процеси, що визначають поширення світового випромінювання в морському середовищі. Характеристики оптичних властивостей морської води. Закон Бугера. Характеристики підводного світлового поля.	2	2
Л2.8	Спектральні характеристики висхідного потоку випромінювання. Модель розсіювання і поглинання світла морською водою. Океанографічні лідари. Застосування лідарів, дистанційні визначення характеристик морської води і їх вертикальних профілів, лазерна батиметрія.	2	2
<b>Разом:</b>		<b>30</b>	<b>30</b>

Консультації проводить професор Глушков О.В. щопонеділка з 15.00 до 17.00 в ауд. 407, можливі он-лайн консультації через Skype або Wiber; для узгодження часу он-лайн консультацій слід надіслати запит на електронну пошту викладача: [glushkovav@gmail.com](mailto:glushkovav@gmail.com), [math@odeku.edu.ua](mailto:math@odeku.edu.ua)

## 2.2. Практичний модуль

Код	Назви змістовних модулів та перелік тем практичних занять	Кількість годин	
		Ауди-торні	Самост. роб.
<b>ЗМ-П1</b>	<b>Молекулярна спектроскопія і атмосферні радіаційні процеси. Поширення випромінювання в атмосфері і океані. Дослідження атмосфери і океану оптичними методами. Лазерне та акустичне зондування атмосфери. Оптика і спектроскопія тропосфери.</b>	<b>22</b>	<b>12</b>
П1.1	Молекулярна спектроскопія атмосферних газів. Поглинання радіації в атмосфері і океані.	2	1
П1.2	Радіаційні процеси і проблеми клімату. Моделі і бази даних для задач оптики і фізики атмосфери.	2	1
П1.3	Поширення хвиль в випадково-неоднорідних середовищах. Адаптивна оптика. Нелінійні ефекти при поширенні хвиль в атмосфері і водних середовищах.	2	1
П1.4	Багаторазове розсіювання. Оптичний зв'язок. Перенесення і обробка зображень.	2	1
П1.5	Оцінка достовірності метрологічних вимірювань. Прикладні питання застосування оптичних систем і лазерів.	2	1
П1.6	Оптичні і мікрофізичні властивості атмосферного аерозолі і суспензій у водних середовищах.	2	1
П1.7	Елементний і іонний склад домішок в приземному шарі атмосфери. Перенесення і трансформація аерозольних і газових компонент в атмосфері.	2	1
П1.8	Лазерне та акустичне зондування атмосфери. Оптико-електронні комплекси для задач оптики і фізики атмосфери. Моніторинг водних об'єктів за даними дистанційного зондування.	2	2
П1.9	Діагностика рослинних біосистем і біологічних об'єктів. Моніторингові системи для вивчення атмосфери і океану.	2	1
П1.10	Структура і динаміка приземної атмосфери. Динаміка атмосфери і клімат Азіатського регіону.	2	1
П1.11	Результати моніторингу тропосфери за даними обробки вимірювань за допомогою Глобальних навігаційних супутникових систем.	2	1
<b>ЗМ-П2</b>	<b>Радіофізичні і оптичні методи діагностики атмосфери Землі і підстильної поверхні. Оптика і спектроскопія середньої та верхньої атмосфери. Рівняння переносу випромінювання в неоднорідних середовищах. Теоретичні аспекти поширення сонячного випромінювання в атмосфері і водному середовищі. Елементи оптики океану.</b>	<b>23</b>	<b>13</b>



Код	Назви змістовних модулів та перелік тем практичних занять	Кількість годин	
		Ауди-торні	Самост. роб.
П2.1	Радіофізичні і оптичні методи діагностики атмосфери Землі і підстильної поверхні. Моделювання атмосферних явищ з використанням інтерактивних картографічних сервісів. Прогноз змін клімату.	2	2
П2.2	Структура і динаміка середньої і верхньої атмосфери. Фізичні процеси і явища в термосфері і іоносфері Землі.	2	1
П2.3	Кліматологічні дослідження верхньої атмосфери. Взаємозв'язок процесів в літосфері, атмосфері, іоносфері, магнітосфері і на Сонце.	2	1
П2.4	Розвиток методів оптичного моніторингу верхньої атмосфери. Використання глобальних навігаційних супутникових систем для розвитку емпіричних і фізичних моделей.	2	1
П2.5	Фізичний зміст рівняння перенесення випромінювання для середовища, яке розсіює. Нестационарне рівняння перенесення випромінювання. Строгі методи розв'язання рівняння переносу випромінювання.	2	1
П2.6	Плоско-паралельне середовище. Двохпотокове наближення. Теорема взаємності. Функція Гріна. Квазіоднократне і малокутове наближення розв'язання рівняння переносу випромінювання.	2	1
П2.7	Атмосферний аерозоль. Сонячне випромінювання на верхній межі атмосфери і на поверхні моря. Розподіл яскравості і поляризації денного неба для безхмарної та хмарної атмосфери.	2	1
П2.8	Кутовий розподіл підводної яскравості і його зміна з глибиною. Спектральний розподіл підводного опромінення на різних глибинах.	2	1
П2.9	Основні процеси, що визначають поширення світового випромінювання в морському середовищі. Характеристики оптичних властивостей морської води. Закон Бугера. Характеристики підводного світлового поля.	3	2
П2.10	Спектральні характеристики висхідного потоку випромінювання. Модель розсіювання і поглинання світла морською водою.	2	1
П2.11	Океанографічні лідари. Застосування лідарів, дистанційні визначення характеристик морської води і їх вертикальних профілів, лазерна батиметрія.	2	1
<b>ЗМ-КуР</b>	<b>Курсова робота</b>	-	<b>15</b>
	<b>Підготовка до залікової роботи</b>	-	<b>5</b>
<b>Разом:</b>		<b>45</b>	<b>45</b>

Консультації проводить професор Глушков О.В. щопонеділка з 15.00 до 17.00 в ауд. 407, можливі он-лайн консультації через Skype або Wiber; для узгодження часу он-лайн консультацій слід надіслати запит на електронну пошту викладача: [glushkovav@gmail.com](mailto:glushkovav@gmail.com), [math@odeku.edu.ua](mailto:math@odeku.edu.ua)

### 2.3. Самостійна робота

Код	Узагальнені дані по всіх змістових модулях про завдання на самостійну роботу	Кількість годин	Строк проведення
<b>ЗМ-Л1</b>	• Самопідготовка до лекцій, опрацювання теоретичного матеріалу за конспектами лекцій і рекомендованими навчальними посібниками, монографічній навчальній літературі, включаючи інформаційні загальноосвітні ресурси;	3	1-7 тижні
	• Виконання завдань на самостійну роботу, підготовка до усного опитування або тестування;	3	
	• Самостійне вивчення з рекомендованого переліку додаткових теоретичних питань, нерозглянутих на лекціях,	2	
	• Виконання запропонованих викладачем додаткових завдань на самостійну роботу з метою поглиблення та закріплення знань, розвитку аналітичних навичок з проблематики навчальної дисципліни.	2	
	• Підготовка до модульної контрольної роботи (обов'язкова)	4	
<b>ЗМ-Л2</b>	• Самопідготовка до лекцій, опрацювання теоретичного матеріалу за конспектами лекцій і рекомендованими навчальними посібниками, монографічній навчальній літературі, включаючи інформаційні загальноосвітні ресурси;	3	8-15 тижні
	• Виконання завдань на самостійну роботу, підготовка до усного опитування;	3	
	• Самостійне вивчення з рекомендованого переліку додаткових теоретичних питань, нерозглянутих на лекціях,	2	
	• Виконання запропонованих викладачем додаткових завдань на самостійну роботу з метою поглиблення та закріплення знань, розвитку аналітичних навичок з проблематики навчальної дисципліни.	3	
	• Підготовка до модульної контрольної роботи (обов'язкова)	5	
<b>ЗМ-П1</b>	• Самопідготовка до практичних занять, повторення раніше вивченого теоретичного матеріалу;	2	1-7 тижні
	• Виконання завдань на самостійну роботу, у тому числі розв'язування окремих задач і прикладів, проведення типових розрахунків за даними, отриманими на практичних заняттях, підготовка до презентації результатів;	2	
	• Підготовка до усного опитування або тестування, перевірки практичних робіт у форматі взаємного оцінювання та обґрунтованих висновків;	2	
	• Розв'язування додаткових задач за тематикою практичних занять.	2	
	• Підготовка до модульної контрольної роботи (обов'язкова)	4	

Код	Узагальнені дані по всіх змістових модулях про завдання на самостійну роботу	Кількість годин	Строк проведення
<b>ЗМ-П2</b>	• Самопідготовка до практичних занять, повторення раніше вивченого теоретичного матеріалу;	2	8-15 тижні
	• Виконання завдань на самостійну роботу, у тому числі розв'язування окремих задач і прикладів, проведення типових розрахунків за даними, отриманими на практичних заняттях, підготовка до презентації результатів;	2	
	• Підготовка до усного опитування або тестування, перевірки практичних робіт у форматі взаємного оцінювання та обґрунтованих висновків;	2	
	• Розв'язування додаткових задач за тематикою практичних занять.	2	
	• Підготовка до модульної контрольної роботи (обов'язкова)	5	
<b>ЗМ-КуР</b>	• Виконання етапів курсової (дослідницької) роботи згідно завдання, виданого викладачем;	10	2-12 тижні
	• Підготовка до захисту курсової роботи.	5	13-14 тижні
<b>ОКР</b>	• Підготовка до залікової контрольної роботи.	5	15 тиждень
<b>Разом:</b>		<b>75</b>	

### 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ АСПРАНТІВ

#### 3.1. Повчання

Самостійна робота є основним засобом засвоєння здобувачем вищої освіти навчального матеріалу дисципліни «Оптика і спектроскопія атмосфери та океану» в поза аудиторний час, що регламентується навчальним планом.

*Базова (обов'язкова) самостійна робота* аспіранта включає:

- самопідготовку до лекційних та практичних занять;
- опрацювання нового та повторення раніше вивченого теоретичного матеріалу;
- виконання завдань на самостійну роботу: підготовка інформаційного повідомлення в усній та письмовій формі, складання опорного конспекту, графічне представлення матеріалу (складання схем, рисунків, графіків, діаграм), складання тестів та еталонних відповідей до них, створення матеріалів презентацій, проведення типових розрахунків за даними, отриманими на практичних заняттях;

- підготовку до усного опитування або тестування;
- виконання курсової роботи та підготовку до її захисту;
- підготовку до залікової контрольної роботи.

*Додаткова самостійна робота* спрямована на поглиблення та закріплення знань здобувачів освіти, розвиток їх аналітичних навичок з проблематики навчальної дисципліни. Невичерпний перелік заходів може включати:

- самостійне вивчення з рекомендованого переліку додаткових теоретичних питань, нерозглянутих на лекціях;
- розв'язування додаткових задач за тематикою практичних занять;
- виконання творчих аналітично-розрахункових робіт;
- аналіз наукової публікації за визначеною викладачем темою;
- аналіз наукових матеріалів по заданій темі зі складанням схем та моделей на підставі отриманих результатів;

- поглиблений аналіз науково-методичної літератури (підготовка рецензій, анотацій на статтю або посібник, складання анотованого списку статей із відповідних журналів по галузі знань, складання глосарія по конкретній темі, аналітичний звіт з побудови наукової гіпотези за обраною аспірантом тематикою дослідження та ін.);

- пошук додаткових матеріалів, які можуть бути використані для написання курсової (дослідницької) роботи.

Самостійна робота над засвоєнням навчального матеріалу з дисципліни може виконуватися у бібліотеці, читальних залах бібліотеки Одеського державного екологічного університету, навчальних кабінетах, комп'ютерних класах, у домашніх умовах, у тому числі з використанням технологій дистанційного навчання та інтернет ресурсів. Перелік навчально-методичних матеріалів разом з рекомендованою науковою та фаховою монографічною й періодичною літературою, необхідний для забезпечення самостійної роботи аспірантів, наведено у пункті 5. Здобувач освіти в ході самостійної роботи може:

- самостійно визначати рівень (глибину) опрацювання змісту матеріалу;
- самостійно опрацьовувати додаткові теми і питання;
- пропонувати свої варіанти організаційних форм самостійної роботи;
- використовувати для самостійної роботи методичні та навчальні посібники та інші інформаційні ресурси понад запропонованого переліку;
- здійснювати самоконтроль результатів самостійної роботи (власними методами або запропонованими викладачем).

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння аспірантами у процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль разом із навчальним матеріалом, який було опрацьовано під час проведення навчальних занять. Загальна кількість годин самостійної роботи, яка надається аспіранту для засвоєння навчального матеріалу дисципліни, становить 75 годин.

### **3.1.1. Модулі ЗМ-Л1 та ЗМ-П1. Молекулярна спектроскопія і атмосферні радіаційні процеси. Дослідження атмосфери і океану оптичними методами.**

#### **3.1.1.1. Повчання**

Розглядають наступні питання: Молекулярна спектроскопія атмосферних газів. Радіаційні процеси і проблеми клімату. Поширення хвиль в випадково-неоднорідних середовищах. Нелінійні ефекти при поширенні хвиль в атмосфері і водних середовищах. Багаторазове розсіювання. Прикладні питання застосування оптичних систем і лазерів. Оптичні і мікрофізичні властивості атмосферного аерозолі і суспензій у водних середовищах. Лазерне та акустичне зондування атмосфери. Оптико-електронні комплекси для задач оптики і фізики атмосфери. Лазерне та акустичне зондування атмосфери. Структура і динаміка приземної атмосфери. Динаміка атмосфери і клімат Азіатського регіону. Результати моніторингу тропосфери за даними обробки вимірювань за допомогою. Глобальних навігаційних супутникових систем. Діагностика рослинних біосистем і біологічних об'єктів. Моніторингові системи для вивчення атмосфери і океану.

Наявне навчально-методичне забезпечення змістовних модулів:

1. Zuev V.E., Zemlyanov A.A., Kopytin Yu.D. Nonlinear optics of the atmosphere. Wiley, N-Y., 1994 (Зуєв В.Є., Землянов А.А., Копитін Ю.Д. Нелінійна оптика атмосфери.-Л. : Гидрометеоиздат, 1989).
2. Platt U., Pfeilsticker K., Vollmer M. (2007) Radiation and Optics in the Atmosphere. In: Träger F. (eds) Springer Handbook of Lasers and Optics. Springer Handbooks. Springer, New York, NY.
3. Zuev V.Є., Vanakh V.A., Pokasov V.V. Optics of a turbulent atmosphere Wiley, N-Y., 1993 (Зуєв В.Є., Банах В.А., Покасов В.В. Оптика турбулентної атмосфери. -Л. : Гидрометеоиздат, 1988).
4. Shifrin K.S. An Introduction to Ocean Optics. M. LENAND. 2014; Шифрин К.С. Введение в оптику океана. М. ЛЕНАНД.2014.
5. Глушков О.В., Релятивістські і кореляційні ефекти в спектрах атомних систем.-Одеса: Екологія.-2006.

#### **3.1.1.2. Питання до самоперевірки**

1. Молекулярна спектроскопія атмосферних газів. ([3], гл. 1, ст. 52-58)
2. Радіаційні процеси і проблеми клімату. ([3], гл. 1, ст. 59-67), ([2], гл. 2, ст.122-145)
3. Поширення хвиль в випадково-неоднорідних середовищах. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
4. Поняття про нелінійні ефекти при поширенні хвиль в атмосфері і водних середовищах. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
5. Поняття про багаторазове розсіювання. ([3], гл. 1, ст. 77-85)
6. Знати прикладні питання застосування оптичних систем і лазерів. ([2], гл. 1, ст. 53-59)
7. Оптичні і мікрофізичні властивості атмосферного аерозолі і суспензій у водних середовищах. ([2], гл. 1, ст. 63-69)
8. Поняття про лазерне та акустичне зондування атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 67-76)
9. Оптико-електронні комплекси для задач оптики і фізики атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 76-83)
10. Визначення лазерного та акустичне зондування атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 87-98)
11. Визначення структури і динаміки приземної атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 99-105)
12. Динаміка атмосфери і клімат Азіатського регіону. ([3], гл. 1, ст. 90-99)
13. Результати моніторингу тропосфери за даними обробки вимірювань за допомогою глобальних навігаційних супутникових систем. ([3], гл. 1, ст. 100-109)
14. Діагностика рослинних біосистем і біологічних об'єктів. Моніторингові системи для вивчення атмосфери і океану. ([4], гл. 1, ст.231-353)

### **3.1.2. Модулі ЗМ-Л2 та ЗМ-П2. Оптика і спектроскопія середньої та верхньої атмосфери. Елементи оптики океану.**

#### **3.1.2.1. Повчання**

Розглядають наступні питання: Радіофізичні і оптичні методи діагностики атмосфери Землі і підстильної поверхні. Оптика і спектроскопія середньої та верхньої атмосфери. Рівняння переносу випромінювання в неоднорідних середовищах. Теоретичні аспекти поширення сонячного випромінювання в атмосфері і водному середовищі. Елементи оптики океану. Фізичний зміст рівняння перенесення випромінювання для середовища, яке розсіює. Нестационарне рівняння перенесення випромінювання. Строгі методи розв'язання рівняння переносу випромінювання. Основні процеси, що визначають поширення світового випромінювання в морському середовищі. Характеристики оптичних властивостей морської води. Закон Бугера. Характеристики підводного світлового поля. Океанографічні лідари.

Наявне навчально-методичне забезпечення змістовних модулів:

1. Zuev V.E., Zemlyanov A.A., Kopytin Yu.D. Nonlinear optics of the atmosphere. Wiley, N-Y., 1994 (Зуєв В.Є., Землянов А.А., Копитін Ю.Д. Нелінійна оптика атмосфери.-Л .: Гидрометеиздат, 1989).
2. Platt U., Pfeilsticker K., Vollmer M. (2007) Radiation and Optics in the Atmosphere. In: Träger F. (eds) Springer Handbook of Lasers and Optics. Springer Handbooks. Springer, New York, NY.
3. Zuev V.Є., Vanakh V.A., Pokasov V.V. Optics of a turbulent atmosphere Wiley, N-Y., 1993 (Зуєв В.Є., Банах В.А., Покасов В.В. Оптика турбулентної атмосфери. -Л .: Гидрометеиздат, 1988).
4. Shifrin K.S. An Introduction to Ocean Optics. M. LENAND. 2014; Шифрин К.С. Введение в оптику океана. М. ЛЕНАНД.2014.
5. Глушков О.В., Релятивістські і кореляційні ефекти в спектрах атомних систем.-Одеса: Екологія.-2006.

#### **3.1.2.2. Питання до самоперевірки**

1. Поняття про радіофізичні і оптичні методи діагностики атмосфери Землі . ([3], гл. 2, ст. 115-127)
2. Моделювання атмосферних явищ з використанням інтерактивних картографічних сервісів. ([3], гл. 2, ст. 129-137)
3. Фізичні процеси і явища в термосфері і іоносфері Землі. ([3], гл. 2, ст. 141-153)
4. Рівняння переносу випромінювання в неоднорідних середовищах. ([3], гл. 2, ст. 167-175)
5. Описати теоретичні аспекти поширення сонячного випромінювання в атмосфері і водному середовищі. ([3], гл. 2, ст. 182-187)
6. Що таке елементи оптики океану ? ([4], гл. 1, ст. 32-35)
7. Фізичний зміст рівняння перенесення випромінювання для середовища, яке розсіює. Нестационарне рівняння перенесення випромінювання. ([3], гл. 2, ст. 133-137)
8. Описати строгі методи розв'язання рівняння переносу випромінювання. ([3], гл. 2, ст. 133-137)
9. Описати основні процеси, що визначають поширення світового випромінювання в морському середовищі. ([4], гл. 1, ст. 52-65)
10. Характеристики оптичних властивостей морської води. ([4], гл. 1, ст. 52-65)
11. Закон Бугера. ([4], гл. 1, ст. 67-69)
12. Характеристики підводного світлового поля. ([4], гл. 1, ст. 69-72)
13. Що таке океанографічні лідари ? ([4], гл. 1, ст. 81-88)
14. Кутовий розподіл підводної яскравості і його зміна з глибиною. ([4], гл. 1, ст. 69-72)

### **3.2. Рекомендований перелік**

#### **додаткових теоретичних питань для самостійного вивчення**

1. Поширення оптичних хвиль в атмосфері і океані. ([4], гл. 1, ст. 89-95)
2. Проблеми континуального поглинання атмосфери. ([3], гл. 2, ст. 171-178)
3. Сучасні бази даних характеристик спектрів молекул в газовій фазі. ([3], гл. 2, ст. 181-187)
4. Закони розподілу аерозольної оптичної товщі атмосфери над океаном. ([4], гл. 1, ст. 98-102)
5. Тимчасова мінливість аерозольної оптичної товщі атмосфери. ([4], гл. 1, ст. 102-105)
6. Теорія коливально-обертальних спектрів основних молекул атмосферних газів. ([4], гл. 1, ст. 108-114)
7. Метод диференціального поглинання і розсіяння для оцінки змісту газових домішок в УФ- та ближньому і середньому ІЧ-діапазонах. ([4], гл. 1, ст. 122-125)
8. Лідарно-оптичні характеристики перистих хмар, що складаються з агрегатів крижаних кристалів. ([4], гл. 1, ст. 129-135)
9. Використання постфіламентационних пучків для широкоспектрального зондування аерозольної атмосфери. ([4], гл. 1, ст. 137-145)
10. Дистанційне зондування оптичних і метеорологічних характеристик атмосфери і океану. ([4], гл. 1, ст. 151-155)
11. Дистанційне зондування підстильної поверхні через атмосферу. ([4], гл. 1, ст. 159-165)
12. Прожекторне зондування атмосферних утворень, що створюють явище дзеркального відображення. ([4], гл. 1, ст. 179-184)
13. Атмосферна корекція супутникових зображень земної поверхні в оптичному діапазоні довжин хвиль. ([4], гл. 1, ст. 201-205)
14. Енергетична, статистичні та топологічні властивості вихрових оптичних пучків, що поширюються в турбулентній атмосфері. ([4], гл. 1, ст. 209-213)
15. Процеси народження і анігіляції фазових сингулярностей. ([4], гл. 1, ст. 214-221)

### **3.3. Вказівки з виконанням курсової (дослідницької) роботи**

Окремою складовою самостійної роботи з дисципліни «Оптика і спектроскопія атмосфери та океану» є виконання курсової (дослідницької) роботи та підготовка до її захисту. Курсова робота - один із видів індивідуальних завдань навчально-дослідницького та творчого характеру, який має на меті не лише поглиблення, узагальнення і закріплення знань аспірантів з навчальної дисципліни, а й застосування їх при проведенні власного наукового дослідження і вироблення вміння самостійно працювати з навчальною і науковою літературою, електронно-обчислювальною технікою та іншим обладнанням, використовуючи сучасні інформаційні засоби та технології.

Вибір теми курсової роботи (проекту) здобувач освіти здійснює на початку вивчення дисципліни протягом перших трьох тижнів семестру. Аспіранту надається право вільного вибору теми роботи із запропонованого переліку. Також він може запропонувати власну тему курсової роботи за умови письмового погодження із науковим керівником, обґрунтувавши своє рішення належним чином і враховуючи, що запропонована тема повинна бути актуальною і відповідати професійному спрямуванню дисципліни.

Курсова робота є окремою заліковою одиницею навчальної дисципліни і оцінюється як самостійний вид навчальної діяльності аспіранта. Виконання курсової роботи передбачає розробку розрахунково-пояснювальної записки, графічного, ілюстративного матеріалу, та є творчим рішенням конкретної задачі щодо застосування чисельних методів алгебри у розв'язанні задач динаміки квантових систем, виконаним аспірантом самостійно згідно із завданням під керівництвом викладача, на основі набутих з даної та суміжних дисциплін знань та умінь.

Процес написання курсової роботи включає послідовність певних етапів, які проходить здобувач вищої освіти самостійно і під керівництвом викладача: складання календарного плану;

підбір, вивчення та аналіз літератури з досліджуваної теми; написання тексту теоретичної частини курсової роботи; аналіз експериментального матеріалу та узагальнення практичних досліджень; аналіз отриманих результатів, їх інтерпретація та формулювання висновків; оформлення тексту курсової роботи і підготовка до захисту, у тому числі отримання рецензії на курсову роботу.

Термін подання завершеної курсової роботи – не пізніше ніж за два тижні до захисту. Захист курсових робіт (проектів) відбувається до початку екзаменаційної сесії.

### **3.3.1. Перелік тем курсових (дослідницьких) робіт**

Тема курсової (дослідницької) роботи, як правило, вибирається з урахуванням тематики дисертаційних досліджень аспірантів, а також може бути вибрана у наступному вигляді:

1. Нелінійні ефекти при поширенні хвиль в атмосфері і водних середовищах. ([1], гл. 2, ст.133-145), ([4], гл. 3, ст.97-112)
2. Радіаційні процеси і проблеми клімату. ([2], гл. 2, ст.122-145)
3. Оптичні і мікрофізичні властивості атмосферного аерозолі і суспензій у водних середовищах. ([3], гл. 1, ст.255-275), ([2], гл. 1, ст. 63-69)
4. Діагностика рослинних біосистем і біологічних об'єктів. ([1], гл. 1, ст.57-75)
5. Перенесення і трансформація аерозольних і газових компонент в атмосфері. ([4], гл. 1, ст.123-142), ([3], гл. 3, ст.121-129)
6. Лазерне та акустичне зондування атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 87-98), ([5], гл. 2, ст.123-139)
7. Динаміка атмосфери і клімат Азіатського регіону. ([4], гл. 2, ст.123-142)
8. Моделювання атмосферних явищ з використанням інтерактивних картографічних сервісів. ([1], гл. 2, ст.100-125), ([3], гл. 3, ст.132-125)
9. Фізичні процеси і явища в термосфері і іоносфері Землі. ([5], гл. 3, ст.95-120)
10. Розвиток методів оптичного моніторингу верхньої атмосфери. ([4], гл. 1, ст.231-353)
11. Сонячне випромінювання на верхній межі атмосфери і на поверхні моря. ([5], гл. 2, ст.202-225)
12. Спектральний розподіл підводного опромінення на різних глибинах. ([5], гл. 3, ст.325-350)
13. Спектральні характеристики висхідного потоку випромінювання. ([5], гл. 3, ст. 423-437)
14. Розподіл яскравості і поляризації денного неба для безхмарної та хмарної атмосфери. ([5], гл. 4, ст.503-520)

Захист курсової роботи проводиться перед комісією, яка складається з двох викладачів кафедри, та за участю керівника курсової роботи. Перед допуском до захисту аспіранта текст електронної версії курсової роботи обов'язково перевіряється на оригінальність за допомогою доступного веб-сервісу перевірки із встановленням частки (відсоткового показника) оригінального тексту.

Для курсової роботи рекомендуються наступні показники оригінальності:

- понад 85 % – текст вважається оригінальним;
- від 75 до 85 % – оригінальність задовільна;
- від 60 до 75 % – матеріал може бути прийнятий до розгляду після доопрацювання та перевірки наявності посилань для цитованих фрагментів;
- менше 60 % – матеріал до розгляду не приймається.

Оцінка за виконання та захист курсової (дослідницької) роботи визначається відповідно до методики, викладеної у пункті 4.



## 4. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

### 4.1. Політика навчальної дисципліни

<p>Загальна політика</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• здобувач освіти зобов'язаний: відвідувати аудиторні заняття згідно розкладу, не спізнюватися; на заняттях дотримуватися етики поведінки, на лекціях бажано виключати телефони; своєчасно виконувати всі види робіт, передбачені програмою навчальної дисципліни;</li> <li>• під час практичних занять здобувач освіти має можливість використовувати власні цифрові носії інформації із доступом в мережу Інтернет, а також здійснювати пошук інформації на гугл-диску викладача з його дозволу;</li> <li>• здобувач освіти має право отримати від викладача вичерпну інформацію щодо оцінювання його роботи, у тому числі оцінки за усну або письмову відповідь під час контрольних заходів;</li> <li>• на останньому занятті з дисципліни викладач повідомляє загальну суму балів, яку здобувач освіти отримав за результатами всіх видів поточного контролю, що обчислюється як накопичувальна сума складових поточного контролю;</li> <li>• викладач заздалегідь доводить до відома здобувачів освіти час об'яви результатів підсумкового контролю;</li> <li>• теми, які виносяться на самостійне опрацювання і не входять до тем аудиторних навчальних занять, оцінюються під час підсумкового контролю;</li> <li>• вивчення дисципліни з використанням технологій дистанційного навчання передбачено у випадку форс мажорних обставин, а також у разі інклюзивного навчання здобувачів освіти з вадами опорно рухового апарату;</li> <li>• підсумковий семестровий контроль здобувачів освіти може здійснюватися з використанням технологій дистанційного навчання – системи е-навчання університету;</li> <li>• з метою контролю виконання завдань заліку в дистанційній формі викладач має право протягом усього заходу користуватись засобами інформаційно-комунікаційного зв'язку, які дозволяють ідентифікувати здобувача освіти (Zoom, Google Meet, Skype, Viber тощо).</li> </ul>
<p>Правила стосовно зарахування пропущених занять</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• допускається вільне відвідування аспірантами лекційних занять, відвідування практичних занять є обов'язковим;</li> <li>• ліквідація заборгованості з практичної частини навчальної дисципліни здійснюється за графіком, який оприлюднюється протягом двох робочих днів після закінчення занять у семестрі;</li> <li>• ліквідація заборгованості протягом заліково-екзаменаційної сесії дає можливість отримати допуск до семестрового контролю.</li> </ul>
<p>Правила щодо порушення термінів</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку;</li> <li>• якщо обов'язкові заходи, які підлягають контролю, виконуються здобувачем освіти після строків, визначених у програмі навчальної дисципліни, кількість балів, що може отримати студент, не може перевищувати 60% від максимально можливої для цієї форми контролю.</li> </ul>
<p>Політика щодо призначення заохочувальних та штрафних балів</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• здобувачам освіти можуть нараховуватися:</li> <li>• <i>заохочувальні (додаткові) бали:</i> «+0,5 бали» - за доповнення до виступу, суттєві запитання до доповідачів, вміння аргументовано висловлювати свої думки, творче опрацювали всіх питань лекції та зразкове ведення опорного конспекту; «+1 бал» - за підготовку творчої роботи (завдання, презентації);</li> <li>• <i>штрафні бали:</i> «-1 бал» - за пропуск практичного заняття. «-0,5 бали» - за невчасну здачу звіту практичної роботи (етапу курсової</li> </ul>

	<p>роботи);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• мінімальна оцінка виконання змістового модуля після зниження не може бути нижча 60% від максимально можливої.</li> </ul>
Політика щодо академічної доброчесності	<ul style="list-style-type: none"> <li>• оцінювання усних відповідей, практичних робіт, самостійної роботи, результатів виконання тестових завдань та ін. здійснюється з позицій дотримання академічної доброчесності;</li> <li>• усі письмові роботи перевіряються на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше 25%;</li> <li>• під час семестрового контролю здобувачу освіти дозволяється користуватись довідниками та іншими джерелами інформації, перелік яких встановлюється викладачем; використання носіїв інформації, що не передбачені встановленим переліком, а також спілкування з іншими особами, у тому числі й за допомогою технічних засобів зв'язку, є підставою для виставлення здобувачу освіти у відомості оцінки «не зараховано» (FX, F);</li> <li>• списування під час проведення контрольних заходів, у тому числі за допомогою мобільних пристроїв, заборонено.</li> </ul>

## 4.2. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання

### 4.2.1. Види контролю

Контрольні заходи з навчальної дисципліни «Оптика і спектроскопія атмосфери та океану» включають поточний та підсумковий контроль.

*1. Поточний контроль* здійснюється протягом семестру і включає:

- Усне опитування під час практичних занять на початку заняття з метою з'ясування рівня готовності здобувачів освіти до виконання завдань практичної роботи;
- Спостереження за роботою протягом заняття з подальшою оцінкою активності здобувачів освіти у процесі заняття, внесених ними пропозицій, оригінальних рішень, уточнень і визначень, доповнень відповідей попередніх доповідачів і т.п.;
- Письмове опитування після виконання завдань практичної роботи шляхом розв'язання проблемних питань письмово, розроблених у декількох варіантах (відповіді на проблемні питання можна включити в звіт про виконання роботи замість висновків);
- Перевірка індивідуальних звітів з виконаної роботи;
- Модульну контрольну роботу, яка включає 10 тестових запитань відкритого типу. Правильна відповідь на кожне з запропонованих запитань оцінюється у 2 бала. Таким чином, максимальна оцінка за модульну контрольну роботу складає 20 балів.
- Поточний контроль виконання етапів курсової роботи.

*2. Підсумковий контроль* проводиться у формі семестрового заліку.

*Умови допуску до підсумкового семестрового контролю:*

- здобувач освіти вважається допущеним до семестрового контролю з навчальної дисципліни (семестрового заліку), якщо він виконав всі види робіт, передбачених програмою навчальної дисципліни, і набрав необхідну суму балів по заходах поточного контролю згідно з Положенням про проведення підсумкового контролю знань студентів: на останній день семестру інтегральна сума балів поточного контролю є достатньою (не менше 20 балів з теоретичної та не менше 30 балів з практичної частини у тому числі успішний захист курсової роботи) для отримання позитивної оцінки; інтегральна кількісна оцінка поточної роботи здобувача освіти обов'язково містить оцінку залікової контрольної роботи; сума балів на заліковій контрольній роботі не менше 50% від максимально можливої.

Інтегральна оцінка (%) поточної роботи здобувача освіти по дисципліні (шкала університету) розраховується за виразом:

$$B = 0,75 \times O3 + 0,25 \times OKP,$$

де O3 – оцінка роботи студента за змістовними модулями, бали;

OKP – оцінка залікової контрольної роботи, бали.

### 4.3. Оцінювання результатів навчання (кількість балів, які можуть отримати здобувачі вищої освіти)

#### 4.3.1. ЗМ-Л1, ЗМ-Л2

Оцінювання лекційних змістових блоків здійснюється на підставі результатів модульних контрольних робіт, які проводяться в кінці освоєння змістових блоків ЗМ-Л1, ЗМ-Л2.

Кількість балів	Змістові блоки		Сума балів
	ЗМ-Л1	ЗМ-Л2	
Max	20	20	40 балів
Min	0	0	0 балів

#### 4.3.2. ЗМ-П1, ЗМ-П2

Оцінювання практичних змістових блоків здійснюється на підставі результатів модульних контрольних робіт, які проводяться в кінці освоєння змістових блоків ЗМ-П1, ЗМ-П2, ЗМ-КуР.

Кількість балів	Змістові блоки		Сума балів
	ЗМ-П1	ЗМ-П2	
Max	20	20	40 балів
Min	0	0	0 балів

Оцінюванню під час поточного контролю підлягають всі практичні заняття, передбачені програмою навчальної дисципліни. Критерії оцінки практичних робіт: повнота і своєчасність виконання завдання, акуратність розрахунків.

Виконання практичної роботи оцінюється викладачем з урахуванням активності здобувача освіти на практичному занятті (під час обговорення загальної проблеми, розв'язування завдань) та за результатами перевірки виконання завдань на самостійну роботу.

Матеріал для самостійної роботи, який передбачений в темі практичного заняття, оцінюється одночасно із аудиторною роботою під час поточного контролю теми на відповідному практичному занятті.

#### 4.3.3. ЗМ-КуР

Кількість балів	Оцінка виконання етапів курсової роботи протягом семестру*	Оцінка захисту курсового проекту**	Сума балів
Max	12	8	20 балів
Min	0	0	0 балів

*Примітки:* \* - оцінюється розкриття змісту та оформлення курсової роботи; \*\* - оцінюється вміння чітко, зрозуміло та стисло викладати основні результати проведеного дослідження; повнота, глибина, обґрунтованість відповідей на питання членів комісії за змістом роботи; ґрунтовність висновків та рекомендацій щодо практичного використання результатів дослідження.

Підсумкова оцінка виконання змістового модулю з курсової роботи складається з двох частин, на кожну з яких надається відповідна частка балів змістового модулю: оцінка виконання етапів курсової роботи протягом семестру - 60% балів (перша частина); оцінка захисту курсового проекту - щонайбільше 40% балів (друга частина). Критерії оцінки курсової роботи: креативність та оригінальність рішення, відмінність від наявних робіт, акуратність розрахунків, демонстрація презентабельності та комунікативності на захисті.

Курсова робота оцінюється у балах і відсотках і зараховується до загальної оцінки з дисципліни.

#### 4.3.4. Оцінка роботи здобувача освіти за всіма змістовими модулями (ОЗ)

Максимально можлива загальна кількість балів за шкалою університету, яку може отримати здобувач освіти за виконання обов'язкових форм контролю самостійної роботи, має становити 100%.

При визначенні оцінки роботи здобувача освіти беруться до уваги: рівень теоретичної підготовки, вміння творчо застосовувати одержані знання для вирішення практичних завдань; вміння здійснювати необхідні розрахунки та аналізувати інформацію; якість відповіді (обґрунтованість, чіткість, стислість), здатність впевнено та правильно відповідати на теоретичні питання і пояснювати практичні дії, спроможність логічно будувати свій виступ (відповідь), аргументовано відстоювати особисту точку зору; вміння використовувати для обґрунтуванні своїх рішень останні досягнення науки і техніки; оволодіння методичними навичками.

Рекомендується визначити оцінку за результати виконаних робіт, що формують базові знання, вміння та навички, як 75% від максимально можливої.

Змістові блоки	Максимальна кількість балів
<b>ЗМ-Л1</b>	20 балів
<b>ЗМ-Л2</b>	20 балів
<b>ЗМ-П1</b>	20 балів
<b>ЗМ-П2</b>	20 балів
<b>ЗМ-КуР</b>	20 балів
<b>Всього:</b>	<b>100 балів</b>

#### 4.3.5. Оцінка залікової контрольної роботи (ОКР)

Кількість балів за правильне виконання одного тестового завдання		Кількість тестових завдань	Сума балів	
Max	5	20	Max	100
Min*	0		Сума балів, за якої залікова контрольна робота вважається виконаною**	≥50
			Min	0

*Примітки:*

\* - нерозбірливо написана, невірна відповідь, її відсутність – 0 балів;

\*\* - сума балів, за якої залікова контрольна робота вважається виконаною, повинна складати не менше 50% від максимально можливої суми балів на заліковій контрольній роботі.

Залікова контрольна робота проводиться у письмовій формі за тестами оцінки знань базової компоненти навчальної дисципліни, які розроблені кафедрою для проведення ректорського контролю залишкових знань здобувачів освіти або підсумкового контролю комісією. Залікова контрольна робота включає 20 тестових запитань відкритого типу. Правильна відповідь на кожне з запропонованих запитань оцінюється у 5 балів. Таким чином, максимальна оцінка за модульну контрольну роботу складає 100 балів.

Методика розробки тестових завдань викладена в додатку «Форми та принципи конструювання тестових завдань» Інструкції про Порядок проведення та критерії оцінювання відповідей студентів під час письмових іспитів.

#### 4.4. Критерії оцінювання засвоєння навчальної дисципліни

Оцінка		
Шкала університету (%) $B = 0,75 \times OЗ + 0,25 \times ОКР$	За шкалою ЄКТС	За 2- бальною шкалою
<b>90-100</b>	<b>A</b>	<b>«зараховано»</b>
<b>82-89,9</b>	<b>B</b>	
<b>74-81,9</b>	<b>C</b>	
<b>64-73,9</b>	<b>D</b>	
<b>60-63,9</b>	<b>E</b>	
<b>35-59,9</b>	<b>FX</b>	<b>«не зараховано»</b>
<b>01-34,9</b>	<b>F</b>	

Оцінювання семестрового заліку здійснюється у кількісній та якісній шкалах. Кількісна оцінка (бал успішності) – це відсоток, який становить інтегральна сума балів, отриманих здобувачем освіти на поточних контрольних заходах, відносно максимально можливої суми – 100 балів. Якісна оцінка – це оцінка, яка виставляється на підставі кількісної оцінки (балу успішності) за будь-якою якісною шкалою.

Результати складання заліку оцінюються за шкалою університету (%), за шкалою ЄКТС (A, B, C, D, E, F, FX), а також за двобальною шкалою («зараховано, «не зараховано»).

Процедура проведення семестрового заліку, не передбачає присутність здобувача освіти.

Проведення семестрового заліку полягає в оцінюванні засвоєння здобувачем освіти навчального матеріалу (вмінь та навичок) на підставі інтегральної кількісної оцінки результатів виконання ним видів поточних контрольних заходів та залікової контрольної роботи

Критеріями складання здобувачами освіти заліку є:

- оцінка «зараховано» за 2-бальною шкалою;
- оцінки A, B, C, D, E за шкалою ЄКТС;
- інтегральна оцінка (%) поточної роботи здобувача освіти по дисципліні (шкала університету)  $B \geq 60\%$ .

Максимальна інтегральна оцінка роботи здобувача освіти протягом семестру має дорівнювати 100%, якщо він на обов'язкових та необов'язкових заходах контролю по усіх змістових модулях отримав сумарно оцінку 100% від максимально можливої і більше.

## **4.5. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ**

### **4.5.1. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1**

1. Поглинання радіації в атмосфері і океані. ([2], гл. 2, ст.138-145)
2. Радіаційні процеси і проблеми клімату. ([3], гл. 1, ст. 59-67)
3. Поширення хвиль в випадково-неоднорідних середовищах. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
4. Нелінійні ефекти при поширенні хвиль в атмосфері. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
5. Нелінійні ефекти при поширенні хвиль в водних середовищах. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
6. Адаптивна оптика. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
7. Поняття про багаторазове розсіювання. ([3], гл. 1, ст. 77-85)
8. Оптичний зв'язок багаторазового розсіювання ([3], гл. 1, ст. 77-85)
9. Оптичні властивості атмосферного аерозолю і суспензій у водних середовищах. ([2], гл. 1, ст. 63-69)
10. Мікрофізичні властивості атмосферного аерозолю і суспензій у водних середовищах. ([2], гл. 1, ст. 63-69)
11. Елементний склад домішок в приземному шарі атмосфери ([2], гл. 1, ст. 63-69)
12. Лазерне зондування атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 67-76)
13. Акустичне зондування атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 67-76)
14. Структура і динаміка приземної атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 99-105)
15. Динаміка атмосфери і клімат Азіатського регіону. ([3], гл. 1, ст. 90-99)
16. Моніторингові системи для вивчення океану. ([4], гл. 1, ст.231-353)
17. Аерозольні та газові компоненти в атмосфері. ([2], гл. 1, ст. 63-69)
18. Моніторингові системи для вивчення атмосфери. ([4], гл. 1, ст.231-353)
19. Оптико-електронні комплекси для задач оптики і фізики атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 76-83)
20. Іонний склад домішок в приземному шарі атмосфери ([2], гл. 1, ст. 63-69)

#### **4.5.2. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2**

- 1.** Радіофізичні методи діагностики атмосфери Землі . ([3], гл. 2, ст. 115-127)
- 2.** Оптичні методи діагностики атмосфери Землі . ([3], гл. 2, ст. 115-127)
- 3.** Фізичні процеси і явища в термосфері і іоносфері Землі. ([3], гл. 2, ст. 141-153)
- 4.** Структура і динаміка середньої і верхньої атмосфери. ([3], гл. 2, ст. 141-153)
- 5.** Взаємозв'язок процесів в літосфері, атмосфері, іоносфері, магнітосфері і на Сонце. ([3], гл. 2, ст. 141-153)
- 6.** Теоретичні аспекти поширення сонячного випромінювання в атмосфері ([3], гл. 2, ст. 182-187)
- 7.** Теоретичні аспекти поширення сонячного випромінювання в водному середовищі. ([3], гл. 2, ст. 182-187)
- 8.** Елементи оптики океану ([4], гл. 1, ст. 32-35)
- 9.** Нестационарне рівняння перенесення випромінювання. ([3], гл. 2, ст. 133-137)
- 10.** Фізичний зміст рівняння перенесення випромінювання для середовища, яке розсіює. ([3], гл. 2, ст. 133-137)
- 11.** Основні процеси, що визначають поширення світового випромінювання в морському середовищі. ([4], гл. 1, ст. 52-65)
- 12.** Плоско-паралельне середовище. ([4], гл. 1, ст. 71-75)
- 13.** Функція Гріна. ([4], гл. 1, ст. 76-79)
- 14.** Двохпотокове наближення. ([4], гл. 1, ст. 79-82)
- 15.** Кутовий розподіл підводної яскравості і його зміна з глибиною. ([4], гл. 1, ст. 69-71)
- 16.** Спектральний розподіл підводного опромінення на різних глибинах. ([4], гл. 1, ст. 69-71)
- 17.** Закон Бугера. ([4], гл. 1, ст. 67-69)
- 18.** Спектральні характеристики висхідного потоку випромінювання. ([4], гл. 1, ст. 69-71)
- 19.** Що таке океанографічні лідари ? ([4], гл. 1, ст. 81-88)
- 20.** Атмосферний аерозоль. ([4], гл. 1, ст. 82-85)

#### 4.5.3. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-П1

1. Молекулярна спектроскопія атмосферних газів. ([3], гл. 1, ст. 52-58)
2. Поглинання радіації в атмосфері і океані ([2], гл. 2, ст.138-145)
3. Моделі і бази даних для задач оптики і фізики атмосфери. ([2], гл. 2, ст.138-145)
4. Поширення хвиль в випадково-неоднорідних середовищах. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
5. Нелінійні ефекти при поширенні хвиль в атмосфері. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
6. Нелінійні ефекти при поширенні хвиль в водних середовищах. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
7. Оцінка достовірності метрологічних вимірювань. ([3], гл. 1, ст. 86-89)
8. Перенесення і обробка зображень. ([3], гл. 1, ст. 86-89)
9. Оптичні і мікрофізичні властивості атмосферного аерозолі і суспензій у водних середовищах. ([2], гл. 1, ст. 63-69)
10. Перенесення і трансформація аерозольних і газових компонент в атмосфері. ([2], гл. 1, ст. 63-69)
11. Елементний і іонний склад домішок в приземному шарі атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 63-69)
12. Прикладні питання застосування оптичних систем і лазерів. ([3], гл. 1, ст. 86-89)
13. Оптико-електронні комплекси для задач оптики і фізики атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 67-76)
14. Моніторинг водних об'єктів за даними дистанційного зондування. ([2], гл. 1, ст. 67-76)
15. Лазерне та акустичне зондування атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 67-76)
16. Визначення структури і динаміки приземної атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 99-105)
17. Динаміка атмосфери і клімат Азіатського регіону. ([3], гл. 1, ст. 90-99)
18. Діагностика рослинних біосистем і біологічних об'єктів. ([4], гл. 1, ст.231-353)
19. Моніторингові системи для вивчення атмосфери і океану. ([4], гл. 1, ст.231-353)
20. Результати моніторингу тропосфери за даними обробки вимірювань за допомогою Глобальних навігаційних супутникових систем. ([4], гл. 1, ст.231-353)



#### 4.5.4. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-П2

1. Радіофізичні методи діагностики атмосфери Землі . ([3], гл. 2, ст. 115-127)
2. Оптичні методи діагностики атмосфери Землі . ([3], гл. 2, ст. 115-127)
3. Фізичні процеси і явища в термосфері і іоносфері Землі. ([3], гл. 2, ст. 141-153)
4. Структура і динаміка середньої і верхньої атмосфери. ([3], гл. 2, ст. 141-153)
5. Квазіоднократне і малокутове наближення розв'язання рівняння переносу випромінювання. ([4], гл. 1, ст. 82-88)
6. Теоретичні аспекти поширення сонячного випромінювання в атмосфері ([3], гл. 2, ст. 182-187)
7. Теоретичні аспекти поширення сонячного випромінювання в водному середовищі. ([3], гл. 2, ст. 182-187)
8. Розподіл яскравості і поляризації денного неба для безхмарної та хмарної атмосфери. ([4], гл. 1, ст. 82-88)
9. Нестационарне рівняння перенесення випромінювання. ([3], гл. 2, ст. 133-137)
10. Сонячне випромінювання на верхній межі атмосфери і на поверхні моря. ([4], гл. 1, ст. 82-88)
11. Атмосферний аерозоль. ([4], гл. 1, ст. 82-85)
12. Модель розсіювання і поглинання світла морською водою.
13. Функція Гріна. ([4], гл. 1, ст. 76-79)
14. Характеристики оптичних властивостей морської води. ([4], гл. 1, ст. 52-65)
15. Характеристики підводного світлового поля. ([4], гл. 1, ст. 52-65)
16. Спектральний розподіл підводного опромінення на різних глибинах. ([4], гл. 1, ст. 69-71)
17. Закон Бугера. ([4], гл. 1, ст. 67-69)
18. Спектральні характеристики висхідного потоку випромінювання. ([4], гл. 1, ст. 69-71)
19. Що таке океанографічні лідари ? ([4], гл. 1, ст. 81-88)
20. Застосування лідарів, дистанційні визначення характеристик морської води і їх вертикальних профілів, лазерна батиметрія. ([4], гл. 1, ст. 81-88)

#### 4.5.5. Тестові завдання до залікової роботи

1. Поглинання радіації в атмосфері і океані. ([2], гл. 2, ст.138-145)
2. Радіаційні процеси і проблеми клімату. ([3], гл. 1, ст. 59-67)
3. Поширення хвиль в випадково-неоднорідних середовищах. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
4. Нелінійні ефекти при поширенні хвиль в атмосфері. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
5. Нелінійні ефекти при поширенні хвиль в водних середовищах. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
6. Адаптивна оптика. ([3], гл. 1, ст. 68-77)
7. Поняття про багаторазове розсіювання. ([3], гл. 1, ст. 77-85)
8. Оптичний зв'язок багаторазового розсіювання ([3], гл. 1, ст. 77-85)
9. Оптичні властивості атмосферного аерозолю і суспензій у водних середовищах. ([2], гл. 1, ст. 63-69)
10. Мікрофізичні властивості атмосферного аерозолю і суспензій у водних середовищах. ([2], гл. 1, ст. 63-69)
11. Елементний склад домішок в приземному шарі атмосфери ([2], гл. 1, ст. 63-69)
12. Лазерне зондування атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 67-76)
13. Акустичне зондування атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 67-76)
14. Структура і динаміка приземної атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 99-105)
15. Динаміка атмосфери і клімат Азіатського регіону. ([3], гл. 1, ст. 90-99)
16. Моніторингові системи для вивчення океану. ([4], гл. 1, ст.231-353)
17. Аерозольні та газові компоненти в атмосфері. ([2], гл. 1, ст. 63-69)
18. Моніторингові системи для вивчення атмосфери. ([4], гл. 1, ст.231-353)
19. Оптико-електронні комплекси для задач оптики і фізики атмосфери. ([2], гл. 1, ст. 76-83)
20. Іонний склад домішок в приземному шарі атмосфери ([2], гл. 1, ст. 63-69)
21. Радіофізичні методи діагностики атмосфери Землі . ([3], гл. 2, ст. 115-127)
22. Оптичні методи діагностики атмосфери Землі . ([3], гл. 2, ст. 115-127)
23. Фізичні процеси і явища в термосфері і іоносфері Землі. ([3], гл. 2, ст. 141-153)
24. Структура і динаміка середньої і верхньої атмосфери. ([3], гл. 2, ст. 141-153)
25. Взаємозв'язок процесів в літосфері, атмосфері, іоносфері, магнітосфері і на Сонце. ([3], гл. 2, ст. 141-153)
26. Теоретичні аспекти поширення сонячного випромінювання в атмосфері ([3], гл. 2, ст. 182-187)
27. Теоретичні аспекти поширення сонячного випромінювання в водному середовищі. ([3], гл. 2, ст. 182-187)
28. Елементи оптики океану ([4], гл. 1, ст. 32-35)
29. Нестационарне рівняння перенесення випромінювання. ([3], гл. 2, ст. 133-137)
30. Фізичний зміст рівняння перенесення випромінювання для середовища, яке розсіює. ([3], гл. 2, ст. 133-137)
31. Основні процеси, що визначають поширення світового випромінювання в морському середовищі. ([4], гл. 1, ст. 52-65)
32. Плоско-паралельне середовище. ([4], гл. 1, ст. 71-75)
33. Функція Гріна. ([4], гл. 1, ст. 76-79)
34. Двохпотокове наближення. ([4], гл. 1, ст. 79-82)
35. Кутовий розподіл підводної яскравості і його зміна з глибиною. ([4], гл. 1, ст. 69-71)
36. Спектральний розподіл підводного опромінення на різних глибинах. ([4], гл. 1, ст. 69-71)
37. Закон Бугера. ([4], гл. 1, ст. 67-69)
38. Спектральні характеристики висхідного потоку випромінювання. ([4], гл. 1, ст. 69-71)
39. Що таке океанографічні лідари ? ([4], гл. 1, ст. 81-88)
40. Атмосферний аерозоль. ([4], гл. 1, ст. 82-85)

## 5. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### Основна література

1. Zuev V.E., Zemlyanov A.A., Kopytin Yu.D. Nonlinear optics of the atmosphere. Wiley, N-Y., 1994 (Зуєв В.Є., Землянов А.А., Копитін Ю.Д. Нелінійна оптика атмосфери.-Л : Гидрометеоиздат, 1989).
2. Platt U., Pfeilsticker K., Vollmer M. (2007) Radiation and Optics in the Atmosphere. In: Träger F. (eds) Springer Handbook of Lasers and Optics. Springer Handbooks. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-30420-5\\_19](https://doi.org/10.1007/978-0-387-30420-5_19)
3. Zuev V.E., Vanakh V.A., Pokasov V.V. Optics of a turbulent atmosphere Wiley, N-Y., 1993 (Зуєв В.Є., Ванакх В.А., Покасов В.В. Оптика турбулентної атмосфери. -Л : Гидрометеоиздат, 1988).
4. Shifrin K.S. An Introduction to Ocean Optics. M. LENAND. 2014; Шифрин К.С. Введение в оптику океана. М. ЛЕНАНД.2014.
5. Глушков О.В., Релятивістські і кореляційні ефекти в спектрах атомних систем.-Одеса: Екологія.-2006.

### Додаткова література

1. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика.-Київ: Вища школа, 1991.-280С.
2. Савельєв І.В., Курс загальної фізики, тому III. Оптика, атомна фізика, фізика атомного ядра і елементарних частинок: Наука, 1988. - 528с
3. Zuev V.E., Naats I.E. Inverse Problems of Atmospheric Optics. Wiley, N-Y., 1991
4. Оптика океану. Т.1. Фізична оптика океану. М. : Наука, 1983а; Оптика океану. Т.2. Прикладна оптика океану. М. : Наука, 1983.
5. Глушков О.В. Релятивістська квантова теорія. Квантова механіка атомних систем.-Одеса: Екологія.-2008
6. Мейтланд А., Данн А.Введение в теорию лазеров.-М.:Наука, 1988.-408С.
7. Хецелиус О.Ю., Сверхтонкая структура атомных спектров.-Одесса: Астропринт, 2008.- 210С.
8. Хецелиус О.Ю., Квантовая структура электрослабого взаимодействия в тяжелых конечных Ферми-системах.-Одесса: Экология, 20011.-450С.
9. Глушков А.В., Хецелиус О.Ю., Дубровская Ю.В., Терновский В.Б., Теория кооперативных квантовых эффектов в атомах в сильном электромагнитном поле.– Одесса: Изд-во ТЕС, 2015.-405С
10. Гриб А.А., Мамаев С.Г., Мостепаненко Г.М., Квантовые эффекты в интенсивных внешних полях.-М: Атомиздат, 1980. – 296С.
11. Глушков А.В. Атом в электромагнитном поле. Численные модели.-Киев: ТНТ, 2006.-450С
12. Висоцький В.І., Квантова механіка та її використання у прикладних дослідженнях.-Київ: Вид-во КНУ, 2008.-367С.
13. Глушков А.В., Хецелиус О.Ю., Серга И.Н., Шахман А.Н., Квантовая структура сильного взаимодействия в адронных атомах: численные модели.-Одеса: ОГЭКУ, 2015.-300С.
14. Глушков А.В., Хецелиус О.Ю., Свинаренко А.А., Буйаджи В.В., Спектроскопия автоионизационных состояний тяжелых атомов и многозарядных ионов: численные модели.-Одеса: ТЕС, 2015.-236С.
15. Glushkov A.V., Svinarenko A.A., Khetselius O.Yu., Buyadzhi V.V., Florco T.A., Shakhman A.N., Relativistic Quantum Chemistry: Advanced Approach to Construction of the Green's Function of the Dirac Equation with Complex Energy and Mean-Field Nuclear Potential// Frontiers in Quantum Methods and Applications in Chemistry and Physics: Series: Progress in Theoretical Chemistry and Physics, Eds. M.Nascimento, J.Marvani, E.Brändas, G.Delgado-Barrio (Springer).- 2015-Vol.29.-Ch.12.-P.197-218.