

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
Державний вищий навчальний заклад  
”УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра оптики

**Сливка О.Г., Гомоннай О.О.**

Методичні вказівки до курсу

## **Волоконна оптика та оптичні системи зв’язку**

для студентів вищих навчальних закладів  
III - IV рівнів акредитації  
Спеціальність: 8.070203. «Прикладна фізика»

Ужгород – 2013



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
Державний вищий навчальний заклад  
”УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра оптики

**Сливка О.Г., Гомоннай О.О.**

Методичні вказівки до курсу

## **Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку**

для студентів вищих навчальних закладів  
III - IV рівнів акредитації  
Спеціальність: 8.070203. «Прикладна фізика»

Ужгород – 2013

Сливка О.Г., Гомоннай О.О. Методичні вказівки до курсу "Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку". – Ужгород.: ДВНЗ "УжНУ", 2013. – 18 с.

У методичних вказівках викладено розгорнуту деталізовану програму з дисципліни „Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку” згідно кредитно-модульної організації навчального процесу, яка читається для студентів 5–го курсу фізичного факультету спеціальності 8.070203 „Прикладна фізика” ДВНЗ "УжНУ". Висвітлюється тематичний план курсу, зміст програми за темами. Наведений перелік питань для самостійного опрацювання, а також перелік питань, що виносяться на залік та критерії оцінки знань студентів.

Посібник призначений для студентів 5–го курсу фізичного факультету ДВНЗ "УжНУ", які проходять навчання на кафедрі прикладної фізики зі спеціальності 8.070203 „Прикладна фізика” і має сприяти покращенню організації навчального процесу, забезпечити умови оптимального оволодіння навчальною дисципліною, фахової підготовки студентів, організації самостійної роботи та якісному засвоєнню програмового матеріалу.

Рецензенти:

Рубіш В.М. – професор кафедри електронних систем ДВНЗ "УжНУ", доктор фізико-математичних наук

Пуга П.П. - доктор фіз.-мат. наук, пров. н. с. Інституту електронної фізики НАН України

Рекомендовано до друку методичною радою фізичного факультету Ужгородського національного університету

Протокол № 9 від 16 травня 2012 р

© Сливка О.Г., Гомоннай О.О., 2013 р.

© ДВНЗ "Ужгородський національний університет", 2013 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	4
1. Мета викладання і завдання навчальної дисципліни	4
2. Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця	4
3. Інтегровані вимоги до знань і умінь з навчальної дисципліни	5
ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ	6
1. Тематичний план лекцій	8
2. Тематичний план самостійної (індивідуальної) роботи студентів	10
3. Розподіл балів між модулями та видами робіт	10
4. Перелік питань, які виносяться на підсумковий контроль	12
РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ	13
1. Основні терміни, поняття, означення	13
2. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь	15
ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	18
1. Основна література	18
2. Додаткова література	18

## ВСТУП

Створення лазерів в 1961 р. привело до появи нової хвилі теоретичних і прикладних досліджень в оптиці, а саме у вивченні оптичних методів обробки та передачі інформації. Це привело до появи нових розділів сучасної оптики таких, як голографія, волоконна оптика, нелінійна оптика, інтегральна оптика, оптична обробка інформації та інші, котрі складають основу нового науково-технічного напрямку -фотоніка. Найбільш вагомий практичний успіх фотоніки досягнуто в області створення волоконно-оптичних систем зв'язку. Освоєння промисловістю випуску оптичних волокон з гранично низькими втратами, розробка світлодіодів і напівпровідникових лазерів, а також високочутливих фотодіодів – все це дозволило створити волоконно-оптичні лінії передачі інформації, які сьогодні широко використовуються у всіх країнах світу. Це обумовлює необхідність підготовки спеціалістів з експлуатації систем оптичного зв'язку і оптичної обробки інформації.

Однією з необхідних умов організації навчального процесу за кредитно-модульною системою є наявність робочої навчальної програми з кожної дисципліни, виконаної за модульно-рейтинговими засадами і доведеної до відома викладачів та студентів.

Рейтингова система оцінювання (РСО) є невід'ємною складовою робочої навчальної програми і передбачає визначення якості виконаної студентом усіх видів аудиторної та самостійної навчальної роботи та рівня набутих ним знань та вмінь шляхом оцінювання в балах результатів цієї роботи під час поточного, модульного та семестрового контролю, з наступним переведенням оцінки в балах у оцінки за традиційною національною шкалою та шкалою ECTS (European Credit Transfer System).

## I. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

### **1. Мета викладання і завдання навчальної дисципліни**

Метою даного курсу є ознайомлення студентів з такими основними розділами сучасної фізики, як волоконна оптика та оптичні методи в інформатиці; а також вивчення фізичних явищ, які закладені в основу роботи оптоелектронних елементів та пристроїв для виготовлення, обробки, запису, відтворення та передачі оптичної інформації.

### **2. Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця**

Дана дисципліна відноситься до розділів сучасної фізики і матеріалознавства і є важливою для вивчення і засвоєння фундаментальних знань,

що необхідні для виготовлення, визначення характеристик та розбудову оптоволоконних мереж. Оволодіння основними поняттями і принципами та отримання необхідних навичок закладає основу формулювання конкретних задач і використання методів отримання, дослідження та застосування матеріалів оптоволоконних мереж, що є необхідним при формуванні спеціаліста з прикладної фізики.

### **3. Інтегровані вимоги до знань і умінь з навчальної дисципліни**

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:  
знати:

- основи волоконної оптики;
- методи отримання оптоволокон;
- методи вимірювання параметрів оптичних волокон;
- галузі застосування оптичних волокон;

вміти:

- застосовувати основні положення оптики для розв'язання конкретних задач розрахунку характеристик матеріалів;
- вибирати методи дослідження оптичних властивостей матеріалів та формулювати фізичні висновки з результатів аналізу;
- самостійно визначати основні оптичні характеристики об'єктів.

Вивчення курсу «Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку» здійснюється студентами на V курсі у дев'ятому семестрі відповідно до навчального плану.

Кількість кредитів – 2,5.

Організація навчального процесу здійснюється за кредитно-модульно-рейтинговою системою відповідно до вимог Болонської декларації.

Програма дисципліни ” Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку ” структурована на два модулі, які містять вісім змістових модулів.

## ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Програма з курсу "Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку" для студентів фізичного факультету спеціальності 8.07.02.03 "Прикладна фізика" Ужгородського національного університету приведена у відповідність до нормативних документів МОН України щодо реалізації положень Болонської декларації в системі вищої освіти та згідно рекомендацій, затверджених наказами Міністерства освіти і науки України від 23 січня 2004 року за №48, від 20 жовтня 2004 року за № 812, від 20 січня 2005 року за № 30 від 30 грудня 2005 року за № 774.

Згідно з навчальним планом вивчення курсу "Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку" здійснюється студентами на V курсі в дев'ятому семестрі.

Кількість кредитів – 2,5.

Організація навчального процесу здійснюється за кредитно-модульно-рейтинговою системою відповідно до вимог Болонської декларації.

Програма дисципліни "Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку" структурована на два модулі, які містять чотирнадцять змістових модулів.

### *Модуль № 1. Структура та властивості оптичних волокон.*

**Змістові модулі:**

- 1. Вступ до курсу.**
- 2. Поширення електромагнітних хвиль.**
- 3. Оптичні матеріали для хвилеводів**
- 4. Вимірювання характеристик оптичних волокон.**
- 5. Планарні діелектричні хвилеводи**
- 6. Циліндричні діелектричні хвилеводи**
- 7. Оптичні кабелі та з'єднання. Волоконно-оптичні датчики.**

### *Модуль № 2. Застосування оптичних волокон та волоконно-оптичні системи зв'язку.*

**Змістові модулі:**

- 1. Модулятори оптичного випромінювання.**
- 2. Оптичні дефлектори. Оптичні транспаранти.**
- 3. Оптичні методи запису та збереження інформації.**
- 4. Розпізнавання оптичної інформації.**
- 5. Фізичні принципи аналогової оптичної обробки інформації.**
- 6. Структура та основні види оптичних систем зв'язку.**
- 7. Волоконно- оптичні системи зв'язку**

Видами навчальних занять згідно з навчальним планом є: а) лекції; б) самостійна робота студентів; в) консультації.

Теми лекційного курсу розкривають основні положення відповідних розділів курсу.

Застосовуються такі види перевірки рівня підготовки студентів:

- тестові завдання;
- контрольні роботи;

- усні опитування

Підсумковий контроль засвоєння модулів здійснюється по їх завершенню на підсумкових контрольних заняттях. Оцінка успішності студента з курсу «Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку» є рейтинговою і виставляється за 100 – бальною шкалою з урахуванням оцінок засвоєння окремих модулів.:

Опис структурованого навчального плану з дисципліни ”Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку” для студентів фізичного факультету спеціальності 8.070203. ”Прикладна фізика”

Структура навчальної дисципліни ” Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку”	Кількість годин, із них			Кількість балів	Рік навчання, семестр	Вид контролю
		Л	СРС			
	72/2.5	46	26	100		
<b>Змістовний модуль №1</b>	<b>34</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>50</b>	<b>5-й, IX</b>	<b>Підсумковий контроль; письмові завдання; практичні навички</b>
1. Вступ до курсу.		2		5		
2. Поширення електромагнітних хвиль.		2	2	5		
3. Оптичні матеріали для хвилеводів		2	2	5		
4. Вимірювання характеристик оптичних волокон.		4	2	5		
5. Планарні діелектричні хвилеводи		4	2	10		
6. Циліндричні діелектричні хвилеводи		4	2	10		
7. Оптичні кабелі та з'єднання. Волоконно-оптичні датчики.		4	2	10		
<b>Змістовний модуль №2</b>	<b>38</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>50</b>	<b>5-й, IX</b>	<b>Підсумковий контроль; письмові завдання; практичні навички</b>
8. Модулятори оптичного випромінювання.		2	2	5		
9. Оптичні дефлектори. Оптичні транспаранти.		2	2	5		
10. Оптичні методи запису та збереження інформації.		2	2	5		
11. Розпізнавання оптичної інформації.		2	2	5		
12. Фізичні принципи аналогової оптичної обробки інформації.		4	2	10		
13. Структура та основні види оптичних систем зв'язку.		6	2	10		
14. Волоконно- оптичні системи зв'язку		6	2	10		
<b>Підсумковий контроль засвоєння модулів</b>	<b>6</b>					

**Примітка:** 1 кредит ECTS – 30 годин; Л – лекції; СРС – самостійна робота студента;

Програма побудована за модульним принципом. Кожний з модулів є логічно завершеною часткою системи знань та умінь, що визначені як необхідні для формування фахівця в галузі прикладної фізики.

### **Тематичний план лекцій.**

#### ***Модуль № 1. Структура та властивості оптичних волокон.***

**Змістовий модуль № 1.** Предмет "Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку". Мета і задачі спецкурсу "Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку". Історичний розвиток та основні розділи фотоніки.

**Змістовий модуль № 2.** Поширення електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння, плоскі хвилі. Поглинання світла. Дисперсія. Відбивання плоскої хвилі від межі двох середовищ. Поширення світла в оптичних волокнах. Поширення світла в атмосфері. Оптичні волокна. Оптимізація оптичних волокон. Імпульсний відгук та передаточна функція. Одномодові волокна.

**Змістовий модуль № 3.** Оптичні матеріали для хвилеводів. Типи оптичних хвилеводів. їх основні характеристики та методи виготовлення. Метод подвійного тигеля. Метод напилення на основі окиснення в газовій фазі. Захисні покриття оптичних хвилеводів. Кварцеві волокна.

**Змістовий модуль № 4.** Вимірювання характеристик оптичних волокон. Методи вимірювання оптичних втрат волокна. Методи вимірювання профілю показника заломлення. Методи вимірювання числової апертури. Вимірювання дисперсії. Вимірювання імпульсного відгуку та передаточної функції волокна. Вимірювання часової дисперсії. Середньоквадратична тривалість імпульсів.

**Змістовий модуль № 5.** Планарні діелектричні хвилеводи. Направляючі моди. Рішення хвильового рівняння для планарних хвилеводів. Розподіл енергії та коефіцієнт обмеження.

**Змістовий модуль № 6.** Циліндричні діелектричні хвилеводи. Скалярне хвильове рівняння. Скалярне поле ступінчатих волокон. Наближення слабо направляючих мод в ступінчатих волокнах. Поширення електромагнітних хвиль в градієнтних оптичних хвилеводах. Моди в градієнтних волокнах. Міжмодова дисперсія в градієнтних волокнах. Внутрішньомодова дисперсія в градієнтних волокнах. Загальна дисперсія.

**Змістовий модуль № 7.** Оптичні кабелі та з'єднання. Типи оптичних кабелів, переваги та недоліки. Оптичні з'єднання. Основні причини втрат світлової енергії при з'єднанні оптичних волокон. Волоконно-оптичні датчики.

## ***Модуль № 2. Застосування оптичних волокон та волоконно-оптичні системи зв'язку.***

**Змістовий модуль № 1.** Модулятори оптичного випромінювання. Методи модуляції світла. Характеристики та параметри оптичних модуляторів. Зовнішня та внутрішня модуляція світла.

**Змістовий модуль № 2.** Оптичні дефлектори. Електрооптичні та акустооптичні дефлектори. Оптичні транспаранти. Типи та принцип дії оптичних транспарантів.

**Змістовий модуль № 3.** Оптичні методи запису та збереження інформації. Постійна та оперативна оптична пам'ять. Геометрична і хвильова теорія формування зображень. Форми представлення відеоінформації. Оптичні методи запису одномірних масивів інформації. Оптичні методи запису двохмірних масивів інформації. Голографічні методи запису інформації. Міжнародні та національні стандарти в області оптичного запису інформації.

**Змістовий модуль № 4.** Розпізнавання оптичної інформації, технічний зір. Оптичні просторові корелятори світла. Цифрова обробка полів в оптичних системах. Особливості розпізнавання графічної та текстової інформації, автоматичне читання і обробка текстів.

**Змістовий модуль № 5.** Фізичні принципи цифрової оптичної обробки інформації. Оптичні бістабільні пристрої та логічні елементи. Фізичні принципи аналогової оптичної обробки інформації. Фізичні принципи створення оптичної асоціативної пам'ять. Оптичний нейрокомп'ютер. Генерація структур в оптичних системах з двохмірним зворотнім зв'язком. Синтез зображень. Графічне представлення інформації. Інтелектуальний графічний інтерфейс. Комп'ютерна оптика.

**Змістовий модуль № 6.** Загальна характеристика оптичних систем зв'язку. Історичний огляд. Вимірювання кількості інформації та інформаційно пропускну здатність лінії зв'язку. Структура та основні види оптичних систем зв'язку. Принцип конструювання та критерії підбору компонент оптичних систем зв'язку. Відкриті оптичні системи зв'язку. Основні характеристики передачі сигналів. Розбіжність світлового пучка. Затухання оптичного випромінювання в атмосфері. Приклади та основні характеристики відкритих оптичних систем зв'язку. Наземні системи зв'язку. Перспективність космічної оптичної системи зв'язку.

**Змістовий модуль № 7.** Волоконно-оптичні системи зв'язку. Економічні переваги волоконно-оптичних систем зв'язку над електричними. Зв'язок на далекі відстані. Місцевий розподіл інформації. Телеметрія і локальна передача даних. Цифрові волоконно-оптичні системи зв'язку. Системи першого та другого покоління. Додаткові області використання. Аналогові волоконно-оптичні системи зв'язку. Переваги та недоліки аналогової модуляції. Пряма модуляція по інтенсивності в смузі спектра модульованого сигналу. Використання частотно-модульованої піднесучої

частоти. Використання волоконно- оптичних систем зв'язку для локальних мереж зв'язку. Міські мережі зв'язку. Магістральні лінії зв'язку. Оптичні ретранслятори.

### 3. Тематичний план самостійної (індивідуальної) роботи студентів

1. Методи модуляції світла.
2. Голографічні методи запису інформації. Міжнародні та національні стандарти в області оптичного запису інформації.
3. Розпізнавання оптичної інформації, технічний зір.
4. Фізичні принципи цифрової оптичної обробки інформації.
5. Поширення електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння, плоскі хвилі.
6. Поглинання світла. Дисперсія.
7. Відбивання плоскої хвилі від межі двох середовищ.
8. Волоконно-оптичні датчики.
9. Використання волоконно- оптичних систем зв'язку для локальних мереж зв'язку.
10. Оптичні ретранслятори.

### 3. Розподіл балів, присвоюваних студентам

№ з.п.		Кількість балів
	Модуль 1	50
1.	Змістовий модуль 1	5
2.	Змістовий модуль 2	5
3.	Змістовий модуль 3	5
4.	Змістовий модуль 4	5
5.	Змістовий модуль 5	10
6.	Змістовий модуль 6	10
7.	Змістовий модуль 7	10
	Модуль 2	50
8.	Змістовий модуль 8	5
9.	Змістовий модуль 9	5
10.	Змістовий модуль 10	5
11.	Змістовий модуль 11	5
12.	Змістовий модуль 12	10
13.	Змістовий модуль 13	10
14.	Змістовий модуль 14	10
	Разом сума балів	100

**Примітка:** Зазначені бали присвоюються студенту при засвоєнні теми, у випадку відсутності засвоєння ставиться "0" балів.

Загальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів, що є 100 %. Для переведення кількості набраних балів в оцінку використовують таку схему:

**Відповідність підсумкових семестрових рейтингових оцінок у балах оцінкам за національною шкалою та шкалою ECTS**

№ п.п.	Оцінка			Кількість вірних відповідей	Вимоги до відповідей
	За розширеною нац. шкалою	За шкалою ECTS	Еквівалент оцінки за п'ятибальною шкалою		
1.	відмінно	A 90-100	5	3	Повні і правильні відповіді на всі запитання з наведенням необхідних прикладів. Вичерпні відповіді на додаткові запитання
2.	дуже добре	B 80-89	4,5	3	Теж саме, що і в п. 1, але з невеликими неточностями, вцілому програму курсу освоїв добре
3.	добре	C 65-79	4	2-3	Теж саме, що і в п. 1, але з неповними відповідями на запитання, вцілому програму курсу освоїв добре
4.	задовільно	D 55-64	3,5	2	Повна відповідь на два запитання, або у відповідях є суттєві недоліки, такі як відсутність формулювань, відсутність прикладів.
5.	достатньо	E 50-54	3	2	Повна відповідь на два запитання, або відповіді на питання мають суттєві недоліки, тобто відсутність формулювань, не наведення прикладів
6.	незадовільно	FX 35-49	2	1	Відповідь на одне запитання, але з наявністю помилок, неточностей. Повна відсутність прикладів.
7.	неприйнятно	F 1-34	1	1	Повна відсутність відповідей.

Результуюче підсумкове оцінювання засвоєння навчального матеріалу (тобто за курс "Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку" в цілому) визначається як інтегрована оцінка засвоєння всіх змістових модулів і кількісно дорівнює сумі балів, отриманих за кожний модуль.

#### **4. Перелік питань, які виносяться на підсумковий контроль.**

##### **Модульний контроль №1**

1. Історичний розвиток фотоніки. Основні розділи фотоніки.
2. Оптичні методи запису та збереження інформації.
3. Фізичні принципи цифрової оптичної обробки інформації. Оптичні бістабільні пристрої та логічні елементи. Оптичні процесори.
4. Фізичні принципи аналогової оптичної обробки інформації.
5. Оптичний зв'язок в інформаційних системах.
6. Поширення електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння, плоскі хвилі. Поглинання світла. Дисперсія. Відбивання плоскої хвилі від межі двох середовищ.
7. Поширення світла в оптичних волокнах.
8. Поширення світла в атмосфері.
9. Оптичні волокна. Оптимізація оптичних волокон.
10. Оптичні матеріали для хвилеводів.
11. Типи оптичних хвилеводів, їх основні характеристики та методи виготовлення.
12. Метод подвійного тигеля.
13. Метод напилення на основі окислення в газовій фазі. Захисти і покриття оптичних хвилеводів.
14. Вимірювання характеристик оптичних волокон.
15. Методи вимірювання оптичних втрат волокна.
16. Методи вимірювання профілю показника заломлення.
17. Методи вимірювання числової апертури.
18. Вимірювання дисперсії.
19. Вимірювання імпульсного відгуку та передаточної функції волокна.
20. Вимірювання часової дисперсії. Середньоквадратична тривалість імпульсів.

##### **Модульний контроль №2**

21. Планарні діелектричні хвилеводи.
22. Оптичні кабелі та з'єднання.
23. Типи оптичних кабелів, переваги та недоліки. Оптичні з'єднання.
24. Основні причини втрат світлової енергії при з'єднанні оптичних волокон.
25. Волоконно-оптичні датчики.
26. Загальна характеристика оптичних систем зв'язку.

27. Вимірювання кількості інформації та інформаційно пропускну здатність лінії зв'язку.
28. Структура та основні види оптичних систем зв'язку.
29. Принцип конструювання та критерії підбору компонент оптичних систем зв'язку.
30. Відкриті оптичні системи зв'язку.
31. Приклади та основні характеристики відкритих оптичних систем зв'язку.
32. Наземні системи зв'язку. Перспективність космічної оптичної системи зв'язку.
33. Волоконно- оптичні системи зв'язку. Економічні переваги волоконно-оптичних систем зв'язку над електричними.
34. Зв'язок на далекі відстані. Місцевий розподіл інформації. Телеметрія і локальна передача даних.
35. Цифрові волоконно- оптичні системи зв'язку. Системи першого та другого покоління.
36. Аналогові волоконно- оптичні системи зв'язку. Переваги та недоліки аналогової модуляції.
37. Використання волоконно- оптичні системи зв'язку для локальних мереж зв'язку.
38. Оптичні ретранслятори.

## **РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ**

### **1. Основні терміни, поняття, означення**

*Семестровий екзамен* – це форма підсумкового контролю засвоєння студентом теоретичного та практичного матеріалу з окремої навчальної дисципліни за семестр. Складання екзамену здійснюється під час екзаменаційної сесії в комісії, яку очолює завідувач кафедри, відповідно до затвердженого в установленому порядку розкладу.

З метою забезпечення об'єктивності оцінок та прозорості контролю набутих студентами знань та вмінь, семестровий контроль здійснюються в університеті в письмовій формі або з використанням комп'ютерних інформаційних технологій. Ця норма не розповсюджується на дисципліни, викладення навчального матеріалу з яких потребує від студента переважно усних відповідей. Перелік дисциплін з усною (комбінованою) формою семестрового контролю встановлюється окремо за кожним напрямом (спеціальністю) підготовки фахівців з дозволу проректора з навчальної роботи.

*Семестровий диференційований залік* – це форма підсумкового контролю, що полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу з певної дисципліни на підставі результатів виконання ним усіх видів запланованої навчальної роботи протягом семестру: аудиторної роботи під час лекційних, практичних, семінарських, лабораторних занять тощо та

самостійної роботи при виконанні індивідуальних завдань (розрахунково-графічних робіт, рефератів тощо).

Семестровий диференційований залік не передбачає обов'язкову присутність студента і виставляється за умови, що студент виконав усі попередні види навчальної роботи, визначені робочою навчальною програмою дисципліни, та отримав позитивні (за національною шкалою) підсумкові модульні рейтингові оцінки за кожен з модулів. При цьому викладач для уточнення окремих позицій має право провести зі студентом додаткову контрольну роботу, співбесіду, експрес-контроль тощо.

**Кредитно-модульна система** – це модель організації навчального процесу, яка ґрунтується на поєднанні двох складових: модульної технології навчання та кредитів (залікових одиниць) і охоплює зміст, форми та засоби навчального процесу, форми контролю якості знань та вмінь і навчальної діяльності студента в процесі аудиторної та самостійної роботи. Кредитно-модульна система має за мету поставити студента перед необхідністю регулярної навчальної роботи протягом усього семестру з розрахунком на майбутній професійний успіх.

**Навчальний модуль** – це логічно завершена, відносно самостійна, цілісна частина навчального курсу, сукупність теоретичних та практичних завдань відповідного змісту та структури з розробленою системою навчально-методичного та індивідуально-технологічного забезпечення, необхідним компонентом якого є відповідні форми рейтингового контролю.

**Кредит (залікова одиниця)** – це уніфікована одиниця виміру виконаної студентом аудиторної та самостійної навчальної роботи (навчального навантаження), що відповідає 36 годинам робочого часу.

**Рейтинг (рейтингова оцінка)** – це кількісна оцінка досягнень студента за багатобальною шкалою в процесі виконання ним заздалегідь визначеної сукупності навчальних завдань.

**Рейтингова система оцінювання** – це система визначення якості виконаної студентом усіх видів аудиторної та самостійної навчальної роботи та рівня набутих ним знань та вмінь шляхом оцінювання в балах результатів цієї роботи під час поточного, модульного (проміжного) та семестрового (підсумкового) контролю, з наступним переведенням оцінки в балах у оцінки за традиційною національною шкалою та шкалою ECTS.

PCO передбачає використання поточної, контрольної, підсумкової, підсумкової семестрової модульних рейтингових оцінок, а також екзаменаційної та підсумкової семестрових рейтингових оцінок.

**Поточна модульна рейтингова оцінка** складається з балів, які студент отримує за певну навчальну діяльність протягом засвоєння даного модуля – виконання та захист індивідуальних завдань (розрахунково-графічних робіт, рефератів тощо), лабораторних робіт, виступи на семінарських та практичних заняттях тощо.

**Контрольна модульна рейтингова оцінка** визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання модульної контрольної роботи з даного модуля.

**Підсумкова модульна рейтингова оцінка** визначається (в балах та за національною шкалою) як сума поточної та контрольної модульних рейтингових оцінок з даного модуля.

**Підсумкова семестрова модульна рейтингова оцінка** визначається (в балах та за національною шкалою) як сума підсумкових модульних рейтингових оцінок, отриманих за засвоєння всіх модулів.

**Екзаменаційна рейтингова оцінка** визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання екзаменаційних завдань.

**Залікова рейтингова оцінка** визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.

**Підсумкова семестрова рейтингова оцінка** визначається як сума підсумкової семестрової модульної та екзаменаційної (залікової – у випадку диференційованого заліку) рейтингових оцінок (в балах, за національною шкалою та за шкалою ECTS).

Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни, яка викладається протягом декількох семестрів, визначається як середньозважена оцінка з підсумкових семестрових рейтингових оцінок у балах з наступним її переведенням у оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до додатку до диплому фахівця.

## 2. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 2.

Таблиця 2

Оцінювання окремих видів навчальної роботи студента

Модуль № 1		Модуль № 2		Макс. кільк. балів
Вид навчальної роботи	Макс. кільк. балів	Вид навчальної роботи	Макс. кільк. балів	
Змістовий модуль 1	5	Змістовий модуль 8	5	100
Змістовий модуль 2	5	Змістовий модуль 9	5	
Змістовий модуль 3	5	Змістовий модуль 10	5	
Змістовий модуль 4	5	Змістовий модуль 11	5	
Змістовий модуль 5	10	Змістовий модуль 12	10	
Змістовий модуль 6	10	Змістовий модуль 13	10	
Змістовий модуль 7	10	Змістовий модуль 14	10	
<b>Разом за модулем № 1</b>	<b>50</b>	<b>Разом за модулем № 2</b>	<b>50</b>	

2.1. Якщо студент виконав та захистив домашнє завдання або контрольну роботу з позитивною (за національною шкалою) оцінкою у встановлені терміни, то до його поточної модульної рейтингової оцінки додаються по одному додатковому заохочувальному балу за кожен такий вид навчальної роботи.

Ще один бал може бути доданий до підсумкової модульної рейтингової оцінки, якщо студент взяв участь (доповідь, повідомлення) у роботі щорічної студентської або іншої науково-технічної конференції.

2.2. Якщо студент виконав та захистив домашнє завдання поза встановлений термін з неповажних причин, то максимальна величина рейтингової оцінки в балах, яку може отримати студент за результатами захисту, дорівнює знижується на 2 – 3 бали.

2.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

2.4. Якщо студент успішно (з позитивними за національною шкалою оцінками) виконав передбачені в даному модулі всі види навчальної роботи, то він допускається до модульного контролю з цього модуля.

2.5. Модульний контроль здійснюється в комісії, яку очолює завідувач кафедри, шляхом виконання студентом модульної контрольної роботи тривалістю до двох академічних годин.

2.6. Сума поточної та контрольної модульної рейтингових оцінок становить підсумкову модульну рейтингову оцінку, яка виражається в балах та за національною шкалою відповідно до табл. 3.

Таблиця 3.

Відповідність підсумкових модульних рейтингових оцінок у балах оцінкам за національною шкалою

Модуль № 1	Модуль № 2	Оцінка за національною шкалою	Еквівалент
46 - 50	46 - 50	Відмінно	5
40 - 44	40 - 45	Дуже добре	4,5
32 - 38	32 - 39	Добре	4
27 - 31	28 - 33	Задовільно	3,5
25 - 27	25 - 27	Достатньо	3
17 - 24	18 - 25	Незадовільно	2
1 - 17	1 - 17	Неприйнятно	1

Якщо студент виконував навчальну роботу протягом семестру з порушенням встановлених термінів і не отримав (отримав мало) заохочувальних додаткових балів, то наявність у нього навіть позитивних (за

національною шкалою) рейтингових оцінок за окремі види навчальної роботи та позитивної контрольної модульної рейтингової оцінки не гарантує, що його підсумкова модульна рейтингова оцінка буде позитивною.

У цьому випадку студент повинен виконати додаткове індивідуальне завдання за узгодженою з викладачем темою і захистити його з позитивною (за національною шкалою) оцінкою, яка має бути додана до поточної модульної рейтингової оцінки.

2.7. У випадку відсутності студента на модульному контролі з будь-яких причин (через не допуск, хворобу тощо), проти його прізвища у колонці “Контрольна модульна рейтингова оцінка” відомості модульного контролю робиться запис “Не з’явився”, а у колонці “Підсумкова модульна рейтингова оцінка” – “Не атестований”.

При цьому студент вважається таким, що не має академічної заборгованості, якщо він має допуск до модульного контролю і не з’явився на нього з поважних причин, підтверджених документально. У протилежних випадках студент вважається таким, що має академічну заборгованість.

Питання подальшого проходження студентом модульного контролю у цих випадках вирішується в установленому порядку.

2.8. У випадку отримання незадовільної контрольної модульної рейтингової оцінки студент повинен повторно пройти модульний контроль в установленому порядку.

2.9. При повторному проходженні модульного контролю максимальна величина контрольної модульної рейтингової оцінки в балах, яку може отримати студент зменшується на 2 -3 бали.

2.10. Перескладання позитивної підсумкової модульної рейтингової оцінки з метою її підвищення не дозволяється.

2.11. Сума підсумкової семестрової модульної та залікової рейтингових оцінок у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка переходить в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (табл. 2.1).

2.12. Перескладання позитивної підсумкової семестрової рейтингової оцінки з метою її підвищення не дозволяється.

2.13. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та за шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента.

2.14. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка заноситься до залікової книжки та навчальної картки студента, наприклад, так: 95/Відм./А, 86/Дуже добре/В, 78/Добре/С, 62/Задовільно/Д, 52/Достатньо/Е тощо.

2.15. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами захисту курсової роботи /окрім відомості модульного контролю, заноситься також до залікової книжки та навчальної картки студента.

## ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 1. ОСНОВНА НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА

1. Введение в оптоэлектронику: учеб.пособие для вузов / И.К.Верещагин, Л.А.Косяченко, С.М.Кокин.- М.: Высш.шк., 1991.- 191 с.
2. Чео П.К. Волоконная оптика: Приборы и системы.- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 280 с.
3. Оптика в связь: Опт.передача и обработка информации / А.Козане, Ж.Флере, Г.Мэтр, М.Руссо.- М.: Мир,1984.- 504 с.
4. Дж. Гауэр. Оптические системы связи.- М.: Радио и связь, 1989. - 503 с.
5. Дэвид Бейли, Эдвин Райт/ Волоконная оптика: теория и практика/Пер. с англ. - М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2008. - 320 с.
6. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. — М.: Эко-Трендз, 2-е стереотипное изд. 2002. - 269 с.
7. Шмалько А.В. Цифровые сети связи: основы планирования и построения. - М.: Эко-Трендз, 2001. - 283 с.

### 2. ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM). - М.: «Радио и связь», 2-е исправленное изд., 2003. - 468с.
2. Волоконно-оптические системы передачи и кабели: Справочник / И.И.Гроднев, А.Г.Му-радян, Р.М.Шарафутдинов и др. - М.: Радио и связь, 1993. — 264 с.
3. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика: Пер. с англ. / Под ред. П.В. Мамышева. — М.: Мир, 1996. - 324 с.

## Методичне видання

Сливка  
Олександр Георгійович

– професор кафедри оптики  
фізичного факультету ДВНЗ  
”УжНУ”,  
доктор фіз.-мат. наук

Гомоннай  
Олександр Олександрович

– доцент кафедри оптики  
фізичного факультету  
ДВНЗ ”УжНУ”,  
кандидат фіз.-мат. наук

Методичні вказівки для студентів фізичного факультету спеціалізації  
”Прикладна фізика”

Сливка О.Г., Гомоннай О.О.

Методичні вказівки до курсу

"Волоконна оптика та оптичні системи зв'язку"

для студентів вищих навчальних закладів  
III - IV рівнів акредитації  
Спеціальність: 8.070203. «Прикладна фізика»

Формат 60×84/16. Умовн. друк. арк. 1,16. Зам № 111. Наклад 100 прим.  
Видавництво УжНУ "Говерла". м. Ужгород, вул Капітульна, 18. Тел.: 3-32-48.

*Свідоцтво про внесення до державного реєстру  
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції –  
Серія 3т № 32 від 31 травня 2006 року*