

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ



ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи

/Студеняк І.П./

2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВОЛОКОННА ОПТИКА


Рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика і наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика і наноматеріали
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Волоконна оптика» для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 105 Прикладна фізика і наноматеріали освітньої програми Прикладна фізика і наноматеріали.

Розробники: Сливка О.Г., професор, доктор-фізико математичних наук, перший проректор


Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри  
*прикладної фізики*

протокол № 2 від « 23 вересня » 2020 р.

Завідувач кафедри  Небола І.І.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 1 від « 23 » вересня 2020 р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М. І.

© Сливка О.Г., 2020 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2020 р.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 7	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 210	<b>1</b>	<b>1</b>
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>
	Лекції:	
	<b>40</b>	<b>16</b>
	Практичні (семінарські):	
	<b>44</b>	<b>8</b>
Вид підсумкового контролю: залік, екзамен	Лабораторні:	
	-	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	<b>126</b>	<b>186</b>

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Волоконна оптика**» є формування цілісної системи знань та навиків в області волоконної оптики, засвоєння методики проведення фізичного експерименту та фізичних досліджень явищ у різних оптичних волокнах, а також методики розрахунку їх фізико-технічних параметрів.

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення дисципліни «**Волоконна оптика**» сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

– **інтегральна компетентність**: здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

– **загальні компетентності**: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1); навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-2); здатність проведення самостійних досліджень на сучасному рівні (ЗК-3); здатність до пошуку, обробки на аналізі інформації з різних джерел (ЗК-4); здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК-5); здатність комунікації на фахову тематику з нефаківцями (ЗК-10).

– **фахові компетентності**: здатність застосовувати фізичні знання для систематизації різноманітних пов'язаних фактів і явищ (ФК-1); здатність визначати завдання фізичного дослідження (ФК-2); здатність вирізняти із накопичених спостережень відтворювані експериментальні факти (ФК-3); здатність створювати та порівнювати між собою фізичні та математичні моделі фізичних об'єктів, процесів та явищ (ФК-4); здатність оцінювати моделі з точки зору їх відповідності фізичним об'єктам процесам та явищам, для пояснення яких застосовуються дані моделі (ФК-5); вміння здійснювати комп'ютерне моделювання фізичних процесів, у тому числі із застосуванням існуючого програмного забезпечення (ФК-6); володіння експериментальними методиками дослідження наноструктурованих матеріалів (ФК-7); знайомство з інформаційними технологіями та електронікою (ФК-8); володіння теоретичними методами, що застосовуються для дослідження низьковимірних систем і наноматеріалів (ФК-10).

## 3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення навчальної дисципліни «**Волоконна оптика**» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі фізики, прикладної фізики та суміжних галузей знань.	ПРН 1.1.
Знати фундаментальні праці провідних зарубіжних вчених та наукових шкіл у галузі дослідження.	ПРН 1.2.
Вміти формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження.	ПРН 2.2.
Вміти проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	ПРН 2.3.
Вміти формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.	ПРН 2.5.
Вміти формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.	ПРН 2.6.
Вміти аналізувати наукові праці в галузі прикладної фізики, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.	ПРН 2.7.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Волоконна оптика**»:

<b>Очікувані результати навчання з дисципліни</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Знати основну термінологію в області теорії волоконної оптики та оптичної спектроскопії.	ПРН 1.1.
Знати фізичні принципи основних методів дослідження фізико-технічних параметрів оптичних волокон.	ПРН 1.1
Знати мікроскопічні моделі оптичних явищ у твердих тілах, рідинах і газах.	ПРН 1.2
Знати особливості прояву оптичних явищ і процесів у оптичних хвилеводах.	ПРН 1.2
Вміти планувати проведення експериментальних робіт по дослідженню різних типів оптичних явищ.	ПРН 2.2
Вміти теоретично розраховувати оптичні параметри хвилеводів.	ПРН 2.3
Володіти методами побудови моделей, що описують оптичні явища у розупорядкованих середовищах.	ПРН 2.5
Вміти генерувати нові ідеї при вирішенні дослідницьких і практичних задач в області волоконної оптики.	ПРН 2.6
Вміти застосовувати фізичні теорії для опису та інтерпретації оптичних процесів у різних матеріалах.	ПРН 2.6
Вміти аналізувати наукову літературу по оптичним явищам у різних середовищах та їх моделюванню.	ПРН 2.7

#### **4. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

##### **РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

##### **Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

##### **Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання**

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- тестування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форми підсумкового семестрового контролю: залік, екзамен. До заліку або екзамену допускаються аспіранти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	70	100
5	10	10	5		

T1, T2, T3, T4 – теми

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	70	100
10	10	5	5		

T1, T2, T3, T4 – теми

### Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	11	30	11	30
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)		-		
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні		-		
Письмове тестування при тематичному оцінюванні				
Презентація		-		
Реферат		-		
Есе		-		
Модульна контрольна робота		70		70
<b>Разом</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>11</b>	<b>100</b>

### Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів.

Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною становить 60 балів.

### **Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю**

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Волоконна оптика» здійснюється у формі заліку та екзамену.

Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано, „незараховано”.

Підсумкова оцінка " зараховано"/"не зараховано" визначається наступними критеріями:

- " зараховано" - якщо аспірант достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу викладеного у рамках лекційних занять, може показати та обґрунтувати взаємозв'язок різних частин матеріалу, пройденого у межах матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність до мислення, при відповіді на питання розмірковує, спираючись на отримані у рамках курсу знання, не допускає істотних неточностей у відповіді, правильно вибудовує логіку вирішення типових завдань;

- "незараховано" - якщо аспірант викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зв'язків у рамках викладеного матеріалу, аспірант не знає значної частини програмного матеріалу, не може дати точних визначень понять, пройдених у рамках курсу, дає розпливчати формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за чотирибальною шкалою: „відмінно”, „добре”, „задовільно”, „незадовільно”.

Оцінка „відмінно” (А; 90-100) виставляється в тому разі, коли аспірант бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння фізичної суті програмового матеріалу, вільне володіння фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, вміння грамотно обробляти результати експериментальних вимірювань з метою отримання заданої точності отриманих даних, кваліфіковано використовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „добре” (В, С; 74-89) виставляється тоді, коли аспірант виявив повне знання і розуміння програмового матеріалу, добре оволодів математичним апаратом курсу, може використовувати набуті знання в практичній діяльності, дав вичерпні відповіді на всі запитання, але під час відповіді допускав окремі нечіткі формулювання і незначні неточності.

Оцінка „задовільно” (D, E; 60-73) виставляється в тому разі, коли аспірант в основному знає і розуміє фактичний матеріал курсу, дав в основному правильні відповіді на запитання, виявив уміння розібратися в усьому матеріалі курсу, вміння використовувати відповідний математичний апарат, але не може ґрунтовно пояснити окремі положення пройденого курсу, допускає неточності при використанні математичного апарату, недостатньо вміє застосовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „незадовільно” (FX, F; 1-59) виставляється тоді, коли аспірант не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння фізичної сутності основних понять та термінів навчальної дисципліни, допускає плутанину, слабо володіє математичним апаратом, не може застосовувати набуті знання для розв'язування конкретних практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

За бажанням аспіранта результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90-100	зараховано	A	відмінно
82-89		B	добре
74-81		C	добре
64-73		D	задовільно
60-64		E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34		F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Аспірант, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» або «незадовільно з обов'язковим повторним навчанням» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік або екзамен.

Результати підсумкового контролю знань вносяться до відомості обліку успішності.

## 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 5.1.

#### Зміст навчальної дисципліни

##### Модуль 1.

**Тема 1. Вступ. Предмет “Волоконна оптика”.** Мета і задачі спецкурсу . Історичний розвиток та основні розділи волоконної оптики. Поширення електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння, плоскі хвилі. Поглинання світла. Дисперсія. Відбивання плоскої хвилі від межі двох середовищ.

**Тема 2. Поширення світла в оптичних волокнах.** Поширення світла в атмосфері. Оптичні волокна. Оптимізація оптичних волокон. Імпульсний відгук та передаточна функція. Одномодові волокна. Оптичні матеріали для хвилеводів. Типи оптичних хвилеводів, їх основні характеристики та методи виготовлення. Метод подвійного тигеля. Метод напилення на основі окислення в газовій фазі. Захисні покриття оптичних хвилеводів. Кварцові волокна.

**Тема 3. 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.

**Тема 4. Планарні та циліндричні діелектричні хвилеводи.** Скалярне хвильове рівняння. Скалярне поле ступінчатих волокон. Наближення слабо направляючих мод в ступінчатих волокнах. Поширення електромагнітних хвиль в градієнтних оптичних хвилеводах. Моді в

градієнтних волокнах. Міжмодова дисперсія в градієнтних волокнах. Внутрішньомодова дисперсія в градієнтних волокнах. Загальна дисперсія. 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.**

**Тема 1. Оптичні методи в інформатиці.** Модулятори оптичного випромінювання. Методи модуляції світла. Характеристики та параметри оптичних модуляторів. Зовнішня та внутрішня модуляція світла. Оптичні дефлектори. Електрооптичні та акустооптичні дефлектори. Оптичні транспаранти. Типи та принцип дії оптичних транспарантів. Оптичні методи запису та збереження інформації. Постійна та оперативна оптична пам'ять.

**Тема 2. Фізичні принципи аналогової та цифрової оптичної обробки інформації.** Оптичні бістабільні пристрої та логічні елементи. Фізичні принципи створення оптичної асоціативної пам'яті. Оптичний нейрокомп'ютер. Генерація структур в оптичних системах з двохмірним зворотнім зв'язком. Синтез зображень. Графічне представлення інформації. Інтелектуальний графічний інтерфейс. Комп'ютерна оптика.

**Тема 3. Оптичні системи зв'язку.** Загальна характеристика оптичних систем зв'язку. Історичний огляд. Вимірювання кількості інформації та інформаційно пропускна 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.

**Тема 4. 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.

## 5.2. Структура навчальної дисципліни

### Денна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
		Лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
<b>1-й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1. Вступ. Предмет “Волоконна оптика”.	24	4	4			16
Тема 2. Поширення світла в оптичних волокнах.	24	4	6			14
Тема 3. Вимірювання характеристик оптичних волокон.	26	6	6			14
Тема 4. Планарні та циліндричні діелектричні хвилеводи.	26	6	6			14
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	100	20	22			58
<b>2-й семестр</b>						
<b>Модуль 2</b>						
Тема 1. Оптичні методи в інформатиці.	26	4	4			18
Тема 2. Фізичні принципи аналогової та цифрової оптичної обробки інформації.	28	4	6			18
Тема 3. Оптичні системи зв'язку.	28	6	6			16
Тема 4. Волоконно-оптичні системи зв'язку.	28	6	6			16
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	110	20	22			68
<b>Разом за семестр</b>	<b>210</b>	<b>40</b>	<b>44</b>			<b>126</b>

### Заочна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: заочна					
	Усього	у тому числі				
		Лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
<b>1-й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1. Вступ. Предмет “Волоконна оптика”.	24	2				22
Тема 2. Поширення світла в оптичних волокнах.	26	2	2			22
Тема 3. Вимірювання характеристик оптичних волокон.	26	2	2			22

Тема 4. Планарні та циліндричні діелектричні хвилеводи.	24	2				22
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	100	8	4			88
2-й семестр						
<b>Модуль 2</b>						
Тема 1. Оптичні методи в інформатиці.	28	2	2			24
Тема 2. Фізичні принципи аналогової та цифрової оптичної обробки інформації.	28	2	2			24
Тема 3. Оптичні системи зв'язку.	28	2				26
Тема 4. Волоконно- оптичні системи зв'язку.	26	2				24
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	110	8	4			98
<b>Разом за семестр</b>	<b>210</b>	<b>16</b>	<b>8</b>			<b>186</b>

### 5.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Визначення числової апертури та багатопрменевої часової дисперсії оптичних волокон.	2	
2.	Дослідження оптичних втрат волокон за допомогою прямого методу вимірювання.	2	
3.	Дослідження оптичних втрат волокон за допомогою методу зворотнього розсіювання.	2	
4.	Визначення основних параметрів пасивних Т-подібних ретрансляторів.	4	2
5.	Визначення коефіцієнта передачі активного ретранслятора.	4	2
6.	Дослідження характеристик і параметрів електрооптичних модуляторів світла.	2	
7.	Дослідження характеристик і параметрів магнітооптичних модуляторів світла.	2	
8.	Волоконно-оптичні датчики.	2	
9.	Оптичні методи запису та збереження інформації.	4	2
10.	Типи оптичних хвилеводів, їх основні характеристики та методи виготовлення.	2	
11.	Типи оптичних кабелів, переваги та недоліки. Оптичні з'єднання.	4	2
12.	Втрати світлової енергії при з'єднанні оптичних волокон.	4	
13.	Структура та основні види оптичних систем зв'язку.	4	

14.	Основні характеристики відкритих оптичних систем зв'язку.	4	
15.	Цифрові волоконно-оптичні системи зв'язку.	2	
<b>Разом</b>		<b>44</b>	<b>8</b>

#### 5.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Оптичні методи запису та збереження інформації.	4	6
2.	Фізичні принципи цифрової оптичної обробки інформації. Оптичні бістабільні пристрої та логічні елементи. Оптичні процесори.	4	6
3.	Фізичні принципи аналогової оптичної обробки інформації.	4	6
4.	Оптичний зв'язок в інформаційних системах.	6	8
5.	Поширення електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння, плоскі хвилі.	6	8
6.	Поглинання світла. Дисперсія. Відбивання плоскої хвилі від межі двох середовищ.	4	6
7.	Поширення світла в атмосфері.	4	6
8.	Оптичні матеріали для хвилеводів.	4	8
9.	Типи оптичних хвилеводів, їх основні характеристики та методи виготовлення.	4	6
10.	Метод подвійного тигеля.	6	8
11.	Метод напилення на основі окислення в газовій фазі. Захисні покриття оптичних хвилеводів.	4	6
12.	Методи вимірювання оптичних втрат волокна.	4	6
13.	Методи вимірювання числової апертури оптичного волокна.	4	6
14.	Вимірювання імпульсного відгуку та передаточної функції волокна.	4	6
15.	Вимірювання часової дисперсії. Середньоквадратична тривалість імпульсів.	4	6
16.	Планарні діелектричні хвилеводи.	4	6
17.	Оптичні кабелі та з'єднання.	4	6
18.	Типи оптичних кабелів, переваги та недоліки. Оптичні	6	8

	з'єднання.		
19.	Основні причини втрат світлової енергії при з'єднанні оптичних волокон.	6	8
20.	Волоконно-оптичні датчики.	6	8
21.	Принцип конструювання та критерії підбору компонент оптичних систем зв'язку.	4	6
22.	Вимірювання кількості інформації та інформаційно пропускну здатність лінії зв'язку.	6	8
23.	Структура та основні види оптичних систем зв'язку.	4	8
24.	Приклади та основні характеристики відкритих оптичних систем зв'язку.	4	8
25.	Волоконно- оптичні системи зв'язку. Економічні переваги волоконно- оптичних систем зв'язку над електричними.	6	8
26.	Цифрові волоконно- оптичні системи зв'язку. Системи першого та другого покоління.	6	8
27.	Аналогові волоконно- оптичні системи зв'язку. Переваги та недоліки аналогової модуляції.	4	6
	<b>Разом</b>	<b>126</b>	<b>186</b>

## **6. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА**

Технічні засоби: Мультимедійний проектор.

Обладнання: персональні ком'ютери, ноутбуки.

Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft Power Point.

## **7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **Основна 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 и 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. Гиббс Х. Оптическая бистабильность. Управление светом с помощью света.- М.: Мир, 1988.- 520 с.
6. Герзанич О.І., Сливка О.Г., Гуранич П.П., Шуста В.С., Кедюлич В.М. Програми загальних та спеціальних курсів і лабораторних практикумів для студентів-фізиків. - Ужгород, вид-во УжНУ, 2003.– 93 с.

7. Герзанич О.І., Кедюлич В.М., Сливка О.Г., Гуранич П.П., Шуста В.С. Програми спеціальних курсів та практик спеціалізації “Оптоелектроніка” . - Ужгород, вид-во УжНУ, 2005.– 64с.
8. Сливка О.Г., Гомоннай О.О. Нелінійна та волоконна оптика. Методичний посібник. – Ужгород: ДВНЗ УжНУ, 2012. – 19 с.

### **Допоміжна література**

1. Перина Я. Квантовая статистика линейных и нелинейных оптических явлений.- М.: Мир, 1987. -368 с.
2. [http: //pidruchniki.com.ua/12191214](http://pidruchniki.com.ua/12191214).