

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА КВАНТОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ



ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор з наукової роботи  
\_\_\_\_\_ / Студеняк І.П./  
« 28 » вересня \_\_\_\_\_ 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ДЕТЕКТУВАННЯ ПОТОКІВ ФОТОНІВ І ЗАРЯДЖЕНИХ ЧАСТИНОК**

Рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	10 «Природничі науки»
Спеціальність	104 «Фізика та астрономія»
Освітня програма	Фізика та астрономія
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Ужгород 2020

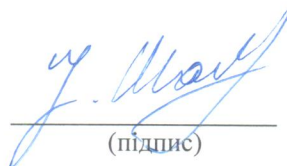
Робоча програма навчальної дисципліни «Детектування потоків фотонів і заряджених частинок» для здобувачів третього рівня вищої освіти галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 104 Фізика та астрономія освітньої програми Фізика та астрономія.

Розробники програми: Шафраньош І.І., завідувач кафедри квантової електроніки, доктор фіз.-мат. наук, професор

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри квантової електроніки

Протокол № 1 від 3 вересня 2020 р.

Завідувач кафедри квантової електроніки,  
доктор фіз.-мат. наук, професор,

  
(підпис)

Шафраньош І.І.

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету,

Протокол № 1 від 23 вересня 2020 р.

Голова методичної комісії \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Карбованець М.І.

## 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>

## 1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Детектування потоків фотонів і заряджених частинок» є в отриманні здобувачами Ph. D ґрунтовних знань про: природні та лабораторні джерела малих потоків заряджених частинок; детектори заряджених частинок та їх основні характеристики; основні методи реєстрації частинок на фоні шумів; апаратурне забезпечення фізичних вимірювань

– Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів Ph. D 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 нефхівцями (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); володіння експериментальними методиками дослідження детектування заряджених частинок (ФК-7); володіння теоретичними методами, що застосовуються для дослідження фізичних процесів. (ФК-10).

## 2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Детектування потоків фотонів і заряджених частинок» є вибірковою і належить до варіативної частини ОНП за напрямком підготовки.

## 3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Фізика та астрономія», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачів Ph. D таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі фізики і астрономії та суміжних галузей знань.	ПРН 1.1
Фундаментальні праці провідних зарубіжних вчених та наукових шкіл у галузі дослідження.	ПРН 1.2.
Принципи планування та фінансування науково-дослідної роботи, структура кошторисів на її виконання.	ПРН 1.3.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Детектування потоків фотонів і заряджених частинок»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового	ПРН 2.1.

наукового процесу, усвідомлювати його актуальність і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя.	
Формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження.	ПРН 2.2.
Проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	ПРН 2.3.
Аналізувати наукові праці в галузі сучасної фізики, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.	ПРН 2.7.
Здійснювати моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми. Визначати інформаційну цінність джерел шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами	ПРН 2.8.
Визначати принципи та методи дослідження, використовуючи міждисциплінарні підходи.	ПРН 2.10. ПРН 2.9.
Готувати запити на отримання фінансування, звітну документацію.	ПРН 2.11.

#### **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 перед початком занять;
- 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.

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

роботи.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі Ph D (модуль 1)

T1, T2 ... – теми

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	...	...	50	100
6	6	6	6	14	6	6				

### Розподіл балів, які отримують здобувачі Ph D (модуль II)

T1, T2 ... – теми

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	...	50	100
6	6	6	6	10	6	6	4			

## Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2		Модуль ...	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	6	28	7	30		
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)						
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні						
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	7	14	8	16		
...						
Презентація						
Реферат	1	8	1	4		
Есе						
...						
Модульна контрольна робота	1	50	1			
<b>Разом</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>100</b>		<b>100</b>

Модульна контрольна робота здійснюється 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 “**Детектування потоків фотонів і заряджених частинок**” 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;

- "не зараховано" - 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 розпливчаті формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

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

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

Оцінка „відмінно” 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” 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” 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” 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 екзаменаційна 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 та вище	зараховано	A	відмінно
82-89	зараховано	B	добре
74-81	зараховано	C	добре
64-73	зараховано	D	задовільно
60-64	зараховано	E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34	незараховано	F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

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

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової та екзаменаційної відомостей.

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1. Джерела потоків фотонів та заряджених частинок

**Тема 1.** Вступ. Основні особливості курсу. Проблемні питання. Джерела потоків фотонів та заряджених частинок в сучасних експериментальних дослідженнях.

**Тема 2.** Пружне та непружне розсіяння електронів на атомах і молекулах. Постановка експериментів. Підрахунок актів взаємодій та густини потоків розсіяних частинок

**Тема 3.** Іонізація атомів і молекул електронами. Фотоіонізація. Постановка експериментів. Підрахунок актів взаємодій та густини потоків розсіяних частинок.

**Тема 4.** Процеси збудження атомів і молекул та оптичний метод їх вивчення. Постановка експериментів. Підрахунок актів взаємодій та густини потоків розсіяних частинок

**Тема 5.** Електронні помножувачі з дискретними діодами. Будова фотопомножувачів та помножувачів заряджених частинок. Конструкційні варіанти помножувачів для окремих задач. Характеристики помножувачів.

**Тема 6.** Електронні помножувачі з неперервними діодами. Будова фотопомножувачів та помножувачів заряджених частинок. Конструкційні варіанти помножувачів для окремих задач. Характеристики помножувачів.

**Тема 7.** Темнові струми та шуми електронних помножувачів. Радіаційний фон Землі та космічне випромінювання. Фізичні причини появи темнових струмів та шумів в детекторах і реєструючих пристроях. Шляхи мінімізації темнових струмів та шумів.

#### Модуль 2. Вимірювання густин потоків фотонів та заряджених частинок

**Тема 1.** Вимірювання середніх значень потоків фотонів і заряджених частинок на малому фоні шумів. Електрометричні підсилювачі. Переваги та недоліки у використанні засобів реєстрації середніх значень потоків фотонів і заряджених частинок

**Тема 2.** Вимірювання середніх значень потоків заряджених частинок на малому фоні шумів у режимі підсилення змінного струму. Вузкосмугові підсилювачі. Синхронне фазове детектування. Фізичні та технічні особливості вимірювань в режимі підсилення змінного струму та синхронного фазового детектування.

**Тема 3.** Вимірювання потоків заряджених частинок на великому фоні шумів. Метод монодуляції бомбардуючого пучка. Широкозмугові підсилювачі. Недоліки вимірювань в режимі підсилення змінного струму та синхронного фазового детектування. Переваги реєстрації електричних сигналів детекторів в режимі підрахунку окремих електронних імпульсів.

**Тема 4.** Вимірювання потоків заряджених частинок на великому фоні шумів. Метод подвійної модуляції. Окремі випадки використання методу подвійної модуляції.

**Тема 5.** Вимірювання в режимі співпадінь та антиспівпадінь. Фізичні дослідження в яких виникає потреба вимірювань в режимі співпадінь та антиспівпадінь. Типові схеми реєстрації сигналів.

**Тема 6.** Автоматизовані системи накопичення та обробки даних фізичних досліджень. Архітектура систем реєстрації сигналів в режимі системи накопичення та обробки даних фізичних досліджень.

**Тема 7.** Дослідження емісійної діагностики газорозрядної плазми плазми. Типовий приклад використання різних систем реєстрації при дослідженні емісійних характеристик газорозрядної плазми плазми.

**Тема 8.** Обробка результатів та визначення похибок експериментальних досліджень.

## 6.2. Структура навчальної дисципліни

### 1. Структура навчальної дисципліни

№ Тем и	Т е м и	Лекції	Практичі заняття	Само-стійна робота
---------	---------	--------	------------------	--------------------

#### Модуль 1

1	Вступ. Основні особливості курсу. Проблемні питання.	2	2	6
2	Пружне та непружне розсіяння електронів на атомах і молекулах.	2	2	10
3	Іонізація атомів і молекул електронами. Фотоіонізація.	2	4	10
4	Процеси збудження атомів і молекул та оптичний метод їх вивчення.	4	4	6
5	Електронні помножувачі з дискретними диодами.	4	4	10
6	Електронні помножувачі з неперервними диодами.	2	2	11
7	Темнові струми та шуми електронних помножувачів. Радіаційний фон Землі та космічне випромінювання.	2	2	10
	<b>Всього за модуль I</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>63</b>

#### Модуль 2

15	Вимірювання середніх значень потоків заряджених частинок на малому фоні шумів. Електрометричні підсилювачі.	2	2	10
16	Вимірювання середніх значень потоків заряджених частинок на малому фоні шумів у режимі підсилення змінного струму. Вузькосмугові підсилювачі. Синхронне фазове детектування.	4	4	10
17	Вимірювання потоків заряджених частинок на великому фоні шумів. Метод моно модуляції пучка. Широкопсмугові підсилювачі.	4	4	5
18	Вимірювання потоків заряджених частинок на великому фоні шумів. Метод подвійної модуляції.	4	4	6
19	Вимірювання в режимі співпадінь та антиспівпадінь	2	4	10
20	18. Автоматизовані системи накопичення та обробки даних фізичних досліджень.	2	2	10
21	Обробка результатів та визначення похибок експериментальних досліджень.	2	2	6
22	Дослідження емісійної діагностики газорозрядної плазми плазми	2	2	6
	<b>Всього за модуль II</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>63</b>
	<b>Всього годин за курс</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>126</b>

### Заочна форма навчання

№ Тем и	Т е м и	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
---------	---------	--------	---------------------	-------------------

### Модуль 1

1	Вступ. Основні особливості курсу. Проблемні питання.	1		
2	Пружне та непружне розсіяння електронів на атомах і молекулах.	1	1	
3	Іонізація атомів і молекул електронами. Фотоіонізація.	1	1	
4	Процеси збудження атомів і молекул та оптичний метод їх вивчення.	1		
5	Електронні помножувачі з дискретними діодами.	1	1	
6	Електронні помножувачі з неперервними діодами.	1		
7	Темнові струми та шуми електронних помножувачів. Радіаційний фон Землі та космічне випромінювання.	1	1	
	<b>Всього</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>80</b>

## Модуль 2

15	Вимірювання середніх значень потоків заряджених частинок на малому фоні шумів. Електрометричні підсилювачі.	2		
16	Вимірювання середніх значень потоків заряджених частинок на малому фоні шумів у режимі підсилення змінного струму. Вузкосмугові підсилювачі. Синхронне фазове детектування.	2		
17	Вимірювання потоків заряджених частинок на великому фоні шумів. Метод моноמודуляції пучка. Широкопasmові підсилювачі.	2		
18	Вимірювання потоків заряджених	1		

	частинок на великому фоні шумів. Метод подвійної модуляції.			
19	Вимірювання в режимі співпадінь та антиспівпадінь	0,5		
20	18. Автоматизовані системи накопичення та обробки даних фізичних досліджень.	0,5		
21	Обробка результатів та визначення похибок експериментальних досліджень.	0,5		
22	Дослідження емісійної діагностики газорозрядної плазми плазми	0,5		
	<b>Всього</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>106</b>
	<b>Всього годин за курс</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>186</b>

### 6.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Види електронної емісії. Види іонної емісії. Аналітичні співвідношення. Закон Річардсона. Застосування закону для визначення величини роботи виходу.	1
2.	Рух електрона у прискорюючому та гальмівному електричному полі. Рух електрона в однорідному магнітному полі. Загальний випадок	0,5
3.	Рух іона у статичному магнітному мас-спектрометрі. Роздільна здатність приладу.	0,5
4.	Фотоелектронні помножувачі та електричні схеми їх включення. Характеристики фотокатодів і динодів.	0,5
5.	Потік розсіяних електронів при іонізації атомів і молекул	0,5
6.	Електронні помножувачі з дискретними динодами.	0,5
7.	Темнові струми помножувачів.	0,5
8.	Потік іонів у масспектрометричних дослідженнях.	0,5
9.	Природа шумів фотоелектронних помножувачів	0,5
10.	Природа шумів ВЕП.	0,5
12.	Термоелектронні катоди. Їх види та характеристики.	0,5
13.	Темнові струми помножувачів.	0,5
14.	Потік іонів в дослідах з визначення повних перерізів іонізації.	0,5
15.	Потік розсіяних електронів при пружному розсіянні електронів.	0,5
	Потік електронів при розпаді автоіонізаційних станів.	
Сума:		8

## 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Т Е М А	Кількість годин
-------	---------	-----------------

## МОДУЛЬ 1

1.	Потік розсіяних електронів при пружному розсіянні електронів. Детектори електронів.	
2.	Потік розсіяних електронів за рахунок збуджених атомів і молекул.	
3.	Детектори іонів.	
4.	Потік розсіяних електронів при іонізації атомів і молекул.	
5.	Електронні помножувачі з неперервним динодом. Потік електронів при розпаді автоіонізаційних станів.	
6.	Електронні помножувачі з дискретними динодами.	
7.	. Потік іонів в дослідах з визначення повних перерізів іонізації.	
8.	Темнові струми помножувачів.	
9.	Потік іонів у маспектрометричних дослідженнях.	
10.	Природа шумів ВЕП.	
11.	Вимірювання середніх значень потоків заряджених частинок на малому фоні шумів.	
12.	Електрометричні підсилювачі. Синхронно-фазове детектування. Вимірювання потоків заряджених частинок на великому фоні шумів. Методи модуляції. Автоматизовані системи накопичення та обробки даних фізичних експериментів. Широкопasmові підсилювачі.	
	<b>РАЗОМ</b>	<b>80</b>

## МОДУЛЬ 2

1.	. Вимірювання середніх значень потоків заряджених частинок на малому фоні шумів.	9
2.	Електрометричні підсилювачі. Синхронно-фазове детектування.	
3.	Вимірювання потоків заряджених частинок на великому фоні шумів. Методи модуляції.	
4.	Автоматизовані системи накопичення та обробки даних фізичних	

5.	<p>експериментів.</p> <p>Широкопasmові підсилювачі. Вимірювання середніх значень потоків заряджених частинок на малому фоні шумів у режимі підсилення змінного струму.</p> <p>Вузькопasmові підсилювачі.</p> <p>Вимірювання потоків заряджених частинок на великому фоні шумів.</p> <p>Метод моно модуляції пучка.</p> <p>Широкопasmові підсилювачі.</p> <p>Метод подвійної модуляції.</p> <p>. Вимірювання в режимі співпадінь.</p> <p>Вимірювання в режимі антиспівпадінь.</p> <p>Автоматизовані системи накопичення та обробки даних фізичних досліджень.</p> <p>Обробка результатів та визначення похибок експериментальних досліджень.</p>	
	Р А З О М	108

**7. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна  
(у разі потреби)**

Технічні засоби: Мультимедійний проєктор.  
Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки.  
Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft Power Poin

**8. Рекомендована література**

**Базова**

1. Шафраньош І.І., Шафраньош М.І. Електронні зіткнення: Підручник. – Ужгород: Гражда, 2016. – 256с.
2. I.I. Shafranyosh, M.I. Sukhoviya. Inelastic collisions of the uracil molecules with electrons//J. Chem. Phys. 2012.- V. 137, p. 184303-184309.
3. B. F. Minaev, M. I. Shafranyosh, Yu. Yu Svida, M. I. Sukhoviya, I. I. Shafranyosh, G. V. Baryshnikov, and V. A. Minaeva. Fragmentation of the adenine and guanine molecules induced by electron collisions //J. Chem. Phys. 2014.- V. 140, p. 184303-184309.
4. Электронные приборы. (Под ред. Шишки Г.Г.) – М.: Энергоатомиздат, 1989.
5. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х томах. Пер, с франц. — М.: Мир, 1983. — Т. 2. 256 с.
6. С. Поп, І. Шароді. Фізична електроніка. – Львів: Євросвіт, 2001.– 250с.
7. Соболева Н.А., Меламид А.Е. Фотоэлектронные приборы. – М.: Высшая школа, 1989. – с. 373.
8. Пасынков В. В., Чиркин Л. К., Шинков А. Д. Полупроводниковые приборы. — 4 изд.. — М., 1987.

9. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе Lab VIEW 7/ Под.ред. Бутырина П. А. -М.: ДМК Пресс, 2005. 264 с.
10. Ю. Г. Юранов, В.Л Шутов// Об опыте использования измерительно-вычислительного комплекса IRS-1000 для измерения малых сигналов на фоне больших помех. Специальная техника. 2008.- № 3-4. – 274.
11. А. Завілопуло, Є. Ремета, О. Снігурський, О. Шпеник. Метастабільні атоми і молекули. – Львів: Євросвіт, 2001. – 440с.
12. І.І. Шафраньош, І.А. Грабова. Лабораторний практикум із спеціального курсу "Фізика електронних зіткнень". –Ужгород.- Рукопис, 2005. – 35с.
13. А. Завілопуло, Є. Ремета, О. Снігурський, О. Шпеник. Метастабільні атоми і молекули. – Львів: Євросвіт, 2001. – 440с.
14. Ю. Г. Юранов, В.Л Шутов // Об опыте использования измерительно-вычислительного комплекса IRS-1000 для измерения малых сигналов на фоне больших помех. Специальная техника. 2008.- № 3-4. – 274.
15. С.И Баскаков.// Радиотехнические цепи и сигналы (изд. 3-е)- М.: Высшая школа.- 2000. - 462с.
16. В.И. Двиденко, А.А. Иванов, Г. Вайсен. Экспериментальные методы диагностики плазмы. Новосибирск.-. 1999,- 148 с.
17. П.А.Иващенко, Ю.А. Калинин, Б.Н. Морозов. Измерение параметров лазеров. - М.: Изд. Стандартов, 1982. – С61-65; 125-131; 146-152; С.193.
18. О.К. Шуаїбов, Шевера І.В., Шимон Л.Л., Соснин Е.А. // Сучасні джерела ультрафіолетового випромінювання: розробка і застосування. Навчальний посібник. Ужгород-Томськ. 2006. Вид УжНУ "Говерла". 223 с.
19. Электронные приборы. (Под ред. Шишки Г.Г.) – М.: Энергоатомиздат, 1989  
С. Поп, І. Шароді. Фізична електроніка. – Львів: Євросвіт, 2001. – 250с.

#### Допоміжна

1. О.К. Шуаїбов, І.І. Опачко, І.Е. Качер, М.П. Чучман // «Лазерні джерела випромінювання та їх застосування в мікроелектроніці». Навчальний посібник. Ужгород. Видавництво ДВНЗ «УжНУ» «Говерла».2009. 234с.
2. Г.Н. Макаров // Спектроскопия кластеров интенсивными импульсами вакуумного ультрафиолетового излучения лазеров на свободных электронах // УФН. 2009. Т.179. №5. С.487-516.

#### 9. Інформаційні ресурси

[https://seltokphotonics.com/catalog/detektory-systemy-vidobrazhennya-/electron\\_tube\\_detectors/photomultiplier\\_tubes\\_pmt/](https://seltokphotonics.com/catalog/detektory-systemy-vidobrazhennya-/electron_tube_detectors/photomultiplier_tubes_pmt/),  
[https://stud.com.ua/83171/tovarovnavstvo/parametri\\_harakteristiki\\_fotoelektronni\\_pomnozhuvac\\_hi](https://stud.com.ua/83171/tovarovnavstvo/parametri_harakteristiki_fotoelektronni_pomnozhuvac_hi) , [https://seltokphotonics.com/catalog/detektory-systemy-vidobrazhennya-/electron\\_tube\\_detectors/electron\\_multipliers/](https://seltokphotonics.com/catalog/detektory-systemy-vidobrazhennya-/electron_tube_detectors/electron_multipliers/),  
<https://works.doklad.ru/view/XnQEtvYFxls/all.html> ,  
<https://stud.com.ua/83070/tovarovnavstvo/elektronika>

Передбачається використання комп'ютерних презентацій при читанні лекцій, а також використання розроблених комп'ютерних програм для обробки результатів.