

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра квантової електроніки



ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Проректор з наукової роботи ДВНЗ «УжНУ»

проф. Студеняк І.П./  
\_\_\_\_\_ 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ФІЗИКА, ТЕХНІКА І ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ РОЗРЯДІВ  
В ГАЗАХ**

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


Ужгород 2020

Робоча програма навчальної дисципліни «**Фізика, техніка і застосування електричних розрядів у газах**» для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії галузі знань **10 Природничі науки спеціальності 105 Прикладна фізика і наноматеріали** освітньої програми **Прикладна фізика і наноматеріали**.

**Розробник:** Шуаїбов О.К., доктор фіз.-мат. наук, професор, професор кафедри квантової електроніки

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.

© Шуаїбов О.К., 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	1	1
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи аспіранта – 4	1,2	1,2
	Лекції:	
	<b>40</b>	<b>16</b>
	Практичні (семінарські):	
	<b>44</b>	<b>8</b>
Вид підсумкового контролю: залік, іспит	Лабораторні:	
	-	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	<b>126</b>	<b>186</b>

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Фізика, техніка і застосування електричних розрядів у газах**» є володіння сучасними професійними знаннями в області фізики, техніки газового розряду і застосування цих знань для вирішення практичних завдань. Отримання навичок практичної роботи і досліджень процесів в електричних розрядах і характеристик їх випромінювання та знання про принципи дії, особливості конструкцій, потенційні можливості та застосування лазерів та ламп.

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення дисципліни «**Фізика, техніка і застосування електричних розрядів у газах**» 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 освітньої програми, вивчення навчальної дисципліни «**Фізика, техніка і застосування електричних розрядів у газах**» 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 «Фізика, техніка і застосування електричних розрядів у газах»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знати основу і основну термінологію фізики газового розряду.	ПРН 1.1.
Знати конструктивні особливості лазерів різних типів.	ПРН 1.1.
Знати методи дослідження характеристик електричних розрядів в газах.	ПРН 1.2.
Знати будову, принцип дії та особливості роботи ексиламп.	ПРН 1.2.
Вміти планувати вимірювання оптичних та електричних характеристик лазерів і ексиламп.	ПРН 2.2.
Вміти розраховувати та підбирати найбільш оптимальні режими роботи лазерів для найбільш типових застосувань в медицині і біології.	ПРН 2.3.
Вміти моделювати явища, які відбуваються в лазерах та ексилампах, удосконалювати їх характеристики та параметри.	ПРН 2.5.
Вміти прогнозувати шляхи покращення параметрів лазерів і ексиламп.	ПРН 2.6.
Вміти аналізувати наукову літературу по особливостям роботи лазерів та ексиламп.	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:

- модульний контроль;
- іспит;
- реферати;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

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

Форми поточного контролю: аудиторне опитування, розв'язування задач, реферати, оцінювання модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: 2 модульні контрольні роботи. Кожна модульна контрольна робота оцінюється в 50 балів.

Форма підсумкового семестрового контролю: іспит. До заліку, іспиту допускаються здобувачі, 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	T5	T6	T7	-	-	50	100
6	6	6	6	14	6	6	-	-		

T1, T2 ... – теми

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

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	-	-	-	50	100
12	6	6	14	6	6	-	-	-		

T1, T2 ... – 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 складається з трьох завдань: перше завдання оцінюється в 10 балів, друге – 20 балів, третє – 20 балів. Для отримання максимальної кількості балів здобувач повинен: повністю, однак лаконічно дати відповідь на поставлене питання, розкрити термінологію, охарактеризувати сутність проблеми, здійснити усі необхідні розрахунки.

### Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Контроль знань здійснюється за кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою, тобто за рейтинговою накопичувальною системою у відповідності з наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 29.03.2012 р. № 384 та відповідним наказом ректора ДВНЗ «УжНУ» від 15.10.2012 за №234/01-03.

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Для екзамену, курсової роботи, практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	
82-89	B	добре	

74-81	C		зараховано
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

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.

## 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 5.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1

Тема 1. Вступ. Основні особливості курсу. Проблемні питання. Загальні відомості про властивість газів. Рух заряджених частинок в плазмі.

Тема 2. Елементарні процеси і елементи розрядних процесів.

Тема 3. Методи теоретичного і експериментального дослідження розрядної плазми.

Різновиди розрядів. Тліючий розряд. Іскровий і коронний розряди. Бар'єрний розряд.

Тема 4. Спектральні характеристики, параметри плазми та фізичні процеси в імпульсному об'ємному розряді на сумішах інертних та галогенвмісних газів. Характеристики, параметри та фізичні процеси в лампах тліючого розряду на радикалах гідроксила.

#### Модуль 2

Тема 1. Багатоелектродний коронний розряд в робочих середовищах молекулярних джерел випромінювання високого тиску та повітрі.

Тема 2. Характеристики і параметри плазми перенапруженого наносекундного розряду між електродами з міді, цинку, заліза та халькопіритів в повітрі.

Тема 3. Ексімерні та ексиплексні лампи із збудженням ємнісним і бар'єрним розрядами.

Тема 4. Ексімерно-галогенні лампи з накачуванням високочастотним розрядом

Тема 5. Застосування лазерів і ексиламп. Керування фотохімічними і фотобіологічними процесами.

Тема 6. Газорозрядні лазери на атомах та іонах. Газорозрядні лазери на стійких молекулах: CO<sub>2</sub>, CO, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>.

### 5.2. Структура навчальної дисципліни

#### Денна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
лекції		практич	лабораторн	індивідуал ьна	самості йна	
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1. Вступ. Основні особливості курсу. Проблемні питання. Загальні відомості про властивість газів. Рух заряджених частинок в плазмі.	24	4	4			16
Тема 2. Елементарні процеси і елементи розрядних процесів.	24	4	6			14
Тема 3. Методи теоретичного і експериментального дослідження розрядної плазми. Різновиди розрядів. Тліючий розряд. Іскровий і коронний розряди. Бар'єрний розряд.	26	6	6			14
Тема 4. Спектральні характеристики, параметри плазми та фізичні процеси в імпульсному об'ємному розряді на сумішах інертних та галогенвмісних газів. Характеристики, параметри та фізичні процеси в лампах тліючого розряду на радикалах гідроксила.	26	6	6			14

Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	100	20	22			58
<b>Модуль 2</b>						
Тема 1. Багатоелектродний коронний розряд в робочих середовищах молекулярних джерел випромінювання високого тиску та повітрі.	26	4	4			18
Тема 2. Характеристики і параметри плазми перенапруженого наносекундного розряду між електродами з міді, цинку, заліза та халькопїритів в повітрі.	28	4	6			18
Тема 3. Ексімерні та ексіплексні лампи із збудженням ємнісним і бар'єрним розрядами. Ексімерно-галогенні лампи з накачуванням височастотним розрядом	28	6	6			16
Тема 4. Застосування лазерів і ексиламп. Керування фотохімічними і фотобіологічними процесами. Газорозрядні лазери на атомах та іонах. Газорозрядні лазери на стійких молекулах: CO <sub>2</sub> , CO, N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> .	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>Модуль 1</b>						
Тема 1. Вступ. Основні особливості курсу. Проблемні питання. Загальні відомості про властивість газів. Рух заряджених частинок в плазмі.	24	2				22
Тема 2. Елементарні процеси і елементи розрядних процесів.	26	2	2			22
Тема 3. Методи теоретичного і експериментального дослідження розрядної плазми. Різновиди розрядів. Тліючий розряд. Іскровий і коронний розряди. Бар'єрний розряд.	26	2	2			22
Тема 4. Спектральні характеристики, параметри плазми та фізичні процеси в імпульсному об'ємному розряді на сумішах інертних та галогенвмісних газів. Характеристики, параметри та фізичні процеси в лампах тліючого розряду на радикалах гідроксиду.	24	2				22

Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	100	8	4			88
<b>Модуль 2</b>						
Тема 1. Багатоелектродний коронний розряд в робочих середовищах молекулярних джерел випромінювання високого тиску та повітрі.	28	2	2			24
Тема 2. Характеристики і параметри плазми перенапруженого наносекундного розряду між електродами з міді, цинку, заліза та халькопіритів в повітрі.	28	2	2			24
Тема 3. Ексімерні та ексіплексні лампи із збудженням ємнісним і бар'єрним розрядами. Ексімерно-галогенні лампи з накачуванням височастотним розрядом	28	2				26
Тема 4. Застосування лазерів і ексиламп. Керування фотохімічними і фотобіологічними процесами. Газорозрядні лазери на атомах та іонах. Газорозрядні лазери на стійких молекулах: CO <sub>2</sub> , CO, N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> .	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	Вступне заняття	2	
2	Дослідження характеристик тліючого розряду в повітрі над поверхнею дистильованої води	2	
3	Дослідження характеристик і параметрів плазми перенапруженого наносекундного розряду між електродами з халькопіритів в повітрі	2	
4	Дослідження оптичних характеристик наносекундного бар'єрного розряду на сумішах аргону з парами води	4	2
5	Дослідження оптичних характеристик наносекундного бар'єрного розряду на сумішах гелія з парами води	4	2

6	Дослідження утворення галогенідів інертних газів, молекул галогенів та радикалів гідроксилу в наносекундному бар'єрному розряді	2	
7	Дослідження випромінювальних характеристик наносекундного бар'єрного розряду в суміші криптону, аргону і пари фреону	2	
8	Дослідження активного середовища.	2	
9	Визначення коефіцієнта підсилення гелій-неонового лазера	4	2
10	Резонатори квантових генераторів.	2	
11	Дослідження модової структури випромінювання.	4	2
12	Вимірювання параметрів і характеристик неперервного гелій – неонового лазера.	4	
13	Дослідження частотно-імпульсної генерації газового лазера.	4	
14	Дослідження характеристик УФ-лазера з накачуванням поперечним розрядом. Азотний лазер.	4	
15	Дослідження характеристик азотного лазера з накачуванням повздовжнім імпульсний розрядом.	2	
<b>Разом</b>		<b>44</b>	<b>8</b>

#### 5.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Вступ і загальний огляд питань.	6	2
2	Рух заряджених частинок під впливом електричного і магнітного полів. Взаємодія електронів іонізованого газу з електричним полем і електромагнітним випромінюванням.	10	12
3	Випромінювальні процеси в низькотемпературній плазмі.	10	16
4	Висоочастотний ємнісний розряд.	10	12
5	Електричні характеристики бар'єрного розряду. Числове моделювання бар'єрного розряду.	10	16
6	Негативний коронний розряд в робочих середовищах лазерів та ламп високого тиску на переходах атомів інертних газів і ексимерних молекул	10	16
7	Характеристики ширококугових УФ-ВУФ ламп тліючого розряду на сумішах інертних газів з молекулами галогенів	10	16
8	Характеристики ширококугових УФ-ВУФ ламп тліючого розряду на електронно-коливальних переходах молекул галогенів (X <sub>2</sub> )	10	16
9	Характеристики наноструктур оксиду міді, цинку і заліза, синтезованих з плазми перенапруженого наносекундного розряду в повітрі атмосферного тиску	10	16

10	Ексимерні і ексиплексні лазери.	10	16
11	Розряди в потужних СО <sub>2</sub> лазерах неперервної дії.	10	16
12	Взаємодія лазерного променя з речовиною.	10	16
13	Застосування лазерів в мікроелектроніці та медицині. Дія лазерного випромінювання на тверді біологічні тканини. Дія УФ- лазерів на біотканини	10	16
	<b>Разом</b>	<b>126</b>	<b>186</b>

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

Технічні засоби: Мультимедійне обладнання для презентацій лекційного матеріалу та самостійних презентацій здобувачів.

Обладнання: Для проведення практичних занять в лабораторії наявні He-Ne лазер з активним елементом, вимірювач потужності ИМО-2, поляризатор, осцилограф 6ЛОР-04, вакуумний монохроматор або монохроматор МДР-2, високовольтне джерело живлення, електронний потенціометр КСП-4, генератор імпульсів Г5-15, фотопомножувачі ФЭУ-142 і ФЭУ-106.

Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft Power Point, BOLSIG+.

## **7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **Основна література**

1. Арцимович Л.А. Элементарная физика плазмы М.: Госатомиздат, 1963. - 98 с.
2. Райзер Ю. П. Физика газового разряда. Изд. 2-ое, доп. и перераб. М.: Наука, 1992. -536 с.
3. Велихов Е.П., Ковалёв А.С., Рахимов А.Т. Физические явления в газоразрядной плазме М.: Наука, 1987. - 160 с.
4. Кондиленко И.И., Коротков П.А., Хижняк А.И. Физика лазеров. - Киев. «Высшая школа», 1984. -188 с.
5. Бойченко А.М., Ломаев М.И., Панченко А.Н., Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф. Ультрафиолетовые и вакуумно-ультрафиолетовые эксилампы: физика, техника и применения Томск : СТТ, 2011. - 512 с. - ISBN 978-5-93629-433-4.
6. Шуаїбов О.К., Грицак Р.В. Ультрафіолетові лампи на радикалах гідроксилу та ексиплексних молекулах з накачуванням бар'єрним наносекундним розрядом: Монографія. 2018. Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Видавництво «Говерла» - 114 с.- ISBN: 978-617-7333-63.
7. Шуаїбов О.К., Грабова І.А., Шевера І.В. Газорозрядні УФ–ВУФ ексиплексні і галогенні лампи низького тиску. Монографія. 2018. ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Видавництво «Говерла». - 260 с.- ISBN: 978-617-7333-63-9.
8. Шуаїбов О. К. Багатоелектродний розряд в газах високого тиску. Монографія. 2015. Ужгород, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Видавництво «Говерла». – 136 с.
9. Шуаїбов О.К., Малініна А.О., Малінін О.М. Нові газорозрядні методи одержання селективного ультрафіолетового і видимого випромінювання та синтезу наноструктур оксидів

перехідних металів. Монографія. 2019. Ужгород. Видавництво УжНУ «Говерла» – 188 с. - ISBN 978-617-7333-80-6.

10. Шуаїбов О.К., Шевера І.В., Шимон Л.Л., Соснин Е.А. Сучасні джерела ультрафіолетового випромінювання: розробка і застосування. Навчальний посібник. Ужгород-Томськ. 2006. Видавництво УжНУ «Говерла». – 223 с.

### **Допоміжна література**

1. Самойлович В.Г., Гибалов В.И., Козлов К.В. Физическая химия барьерного разряда М.: Изд-во МГУ, 1989. - 176 с.

2. Райзер Ю.П., Шнейдер М.Н., Яценко Н.А. Высокочастотный емкостный разряд Москва, Изд-во МФТИ; Наука - Физматлит, 1995 г. - 320 с.

3. Райзер Ю.П. Основы современной физики газоразрядных процессов Москва "Наука". Главная редакция физико-математической литературы, 1980. - 416 с.

4. Рохлин Г.Н. Разрядные источники света 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1991. - 720 с.

5. Автаева С.В. Барьерный разряд. Исследование и применение Монография. — Бишкек: Изд-во КРСУ, 2009. — 152 с. — ISBN 3845432888.

6. Автаева С.В., Жданова О.С., Пикулев А.А., Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф. Новые направления в научных исследованиях и применении эксиламп Томск : STT, 2013. - 246 с. (ISBN 978-5-93629-499-0).

7. Уэймаус Д. Газоразрядные лампы Пер. с англ. под ред. Г. Н. Рохлина и М. И. Фугенфирова. М., "Энергия", 1977.- 344 с.

### **Інформаційні ресурси в мережі Інтернет**

1. NIST Atomic Spectra Database: [https://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines\\_form.html](https://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html)  
BOLSIG+ 2005 CPAT: <http://www.codiciel.fr /plateforme/plasma/bolsig/bolsig.php>.