

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



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з наукової роботи
(Студеняк І.П./
Студеняк І.П. 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕКСИМЕРНІ ТА ЕКСИПЛЕКСНІ ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ: ФІЗИКА,
ТЕХНІКА І ЗАСТОСУВАННЯ

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 «Ексімерні та ексіплексні джерела випромінювання: фізика, техніка і застосування» 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: Малінін О.М., професор, доктор-фізико математичних наук, 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.

© Малінін О.М., 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:	
	40	16
	Практичні (семінарські):	
	44	8
Вид підсумкового контролю: залік, екзамен	Лабораторні:	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	126	186

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Ексімерні та ексіплексні джерела випромінювання: фізика, техніка і застосування» є формування цілісної системи знань та навиків в області ексімерних та ексіплексних джерел когерентного та спонтанного випромінювання, засвоєння методики досліджень, розробки і застосувань джерел емісії, що випромінюють за рахунок розпаду ексімерних та ексіплексних молекул, а також розрахунку параметрів робочого середовища досліджених джерел випромінювання та моделювання плазмових процесів у ексімерних та ексіплексних джерел випромінювання.

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення дисципліни «Ексімерні та ексіплексні джерела випромінювання: фізика, техніка і застосування» 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 «Ексімерні та ексіплексні джерела випромінювання: фізика, техніка і застосування» 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 «Ексимерні та ексиплексні джерела випромінювання: фізика, техніка і застосування»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знати основну термінологію в області теорії плазмових і оптичних явищ та спектроскопії плазмових середовищ (низькотемпературна плазма атмосферних парціальних тисків компонентів робочих сумішей).	ПРН 1.1.
Знати фізичні принципи основних методів дослідження плазмових та оптичних процесів.	ПРН 1.1
Знати мікроскопічні моделі плазмових та оптичних процесів у плазмі з різним компонентним складом.	ПРН 1.2
Знати особливості прояву плазмових та оптичних процесів у ексимерних та ексиплексних джерелах випромінювання на температурних, частотних, часових та інших залежностях їх фізичних параметрів.	ПРН 1.2
Вміти планувати проведення експериментальних робіт по дослідженню різних типів плазмових та оптичних явищ у ексимерних та ексиплексних джерелах випромінювання.	ПРН 2.2
Вміти розраховувати параметри плазмових та оптичних процесів на основі отриманих спектральних, температурних, баричних, часових та інших залежностей плазмових та оптичних параметрів у ексимерних та ексиплексних джерелах випромінювання.	ПРН 2.3
Володіти методами побудови моделей, що описують плазмові та оптичні явища у ексимерних та ексиплексних джерелах випромінювання.	ПРН 2.5
Вміти генерувати нові ідеї при вирішенні дослідницьких і практичних задач в області оптичних характеристик у ексимерних та ексиплексних джерел випромінювання.	ПРН 2.6
Вміти застосовувати фізичні теорії для опису та інтерпретації плазмових та оптичних процесів у робочому середовищі різного компонентного складу ексимерних та ексиплексних джерел випромінювання.	ПРН 2.6
Вміти аналізувати наукову літературу з плазмових та оптичних явищ у ексимерних та ексиплексних джерел випромінювання.	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:

- вибіркоче 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: залік, екзамен
результати якої оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форма 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
Разом	11	100	11	100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань та екзамену. 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 «Ексімерні та ексиплексні джерела випромінювання» 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.

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 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 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 заносяться до відомості обліку успішності.

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Ексимерні та ексиплексні лазери: фізика, техніка і застосування

Тема 1. Вступ. Принципи дії лазерних систем. Основні етапи розвитку. Лазери і науково-технічний прогрес. Порогова інверсна заселеність. Модовий склад випромінювання. Лазер с модульованою добротністю. Синхронізація мод. Моделювання лазерів. Створення збуджених станів. Кінетика збуджених станів. Спектроскопія збуджених станів і витяг лазерної енергії. Вимірювання лазерних параметрів.

Тема 2. Фізичні основи ексимерних та ексиплексних лазерів. Ексимерна та ексиплексна випромінювальна система. Димери інертних газів. Димери на основі галогенів. Системи на основі галогенідів інертних газів та металів другої групи таблиці Менделєєва.

Властивості ексимерів та ексиплексів, що визначаються принципом Франка-Кондона. Хімічні властивості збуджених станів. Кінетика утворення верхнього лазерного рівня при накачці електронним пучком та розрядом. Кінетика гасіння збуджених станів ексимерних та ексиплексних молекул.

Тема 3. Методи створення активного середовища. Лазери на інертних газах, галогенідах інертних газів та ртуті. Техніка пристроїв накачки робочих сумішей. Створення активного середовища при накачці робочих сумішах газів і парів галогенідів металів електронним пучком. Основні процеси в активному середовищі при накачці пучком електронів. Накачка розрядом, що управляється електронним пучком. Накачка розрядом (лавинним) з УФ-передіонізацією. Основні процеси в активному середовищі при комбінованій накачці. Вивід потужності. Xe_2^* , Kr_2^* , Ar_2^* , ArCl^* , ArF^* , KrCl^* , KrF^*KrF , XeBr^* , XeCl^* , XeF^* , HgBr^* , HgCl^* , HgI^* –лазери. Схеми і конструкції систем накачки.

Тема 4. Застосування ексимерних і ексиплексних лазерів. Фотолитографія, виготовлення свертхмніатюрних інтегральних схем (ІС) та дисплеїв, технології фото індукованої очистки тонких плівок і формування покриттів з заданими властивостями, ексимерне лазерне відділення від стеклянної підложки (laser lift-off process) як ключ до нового покоління гнучких дисплеїв, брэггівские решітки для телекомунікацій, зондирования та проектів волоконних лазерів, що створюються ексимерним лазерним випромінюванням (fiber Bragg gratings, FBG), хімічна технологія, медичнске застосування: в дерматології, корекції зору і інші, накачка лазерів на барвниках, контроль навколишнього середовища.

Модуль 2. Ультрафіолетові, вакуумні - ультрафіолетові та видимі ексилампи: фізика, техніка і застосування

Тема 1. Вступ. Фізичні основи. Техніка ексиламп. Ексилампи нове сімейство джерел світла. Принципи дії. Способи збудження ексиламп: бар'єрний розряд, високочастотний і понад високочастотний розряди, тліючий розряд, імпульсний об'ємний розряд, з перед іонізацією газового середовища, збудження розрядом в понад звуковому струмені, збудження пучком електронів, імпульсне збудження з високою щільністю потужності. Джерела живлення ексиламп. Визначення потужності та енергії збудження робочого середовища. Реєстрація енергетичних характеристик випромінювання. Оптичні матеріали.

Тема 2. Енергетичні, амплітудні – часові та спектральні характеристики ексиламп. Ексилампи на основі випромінювання димерів інертних газів. Ексилампи на елементах VII і VIII груп. Випромінювання димерів галогенів.: I_2^* , Br_2^* , Cl_2^* . Багато смугові ексилампи на елементах VII і VIII груп: БСЕ імпульсно об'ємного розряду, БСЕ тліючого розряду, БСЕ бар'єрного розряду. Ексилампи на елементах II і VII груп. Джерела з високою щільністю потужності випромінювання: джерела на основі бар'єрного розряду, джерела на основі об'ємного розряду, що ініційований пучком лавин електронів. Ресурсні характеристики ексиламп. Просторові характеристики випромінювання ексиламп: характеристики випромінювання, рівняння переносу випромінювання і інтегрування уздовж променя, моделювання випромінювання лампи методом пробних фотонів, моделювання циліндричної лампи. Коаксиальна ексилампа.

Тема 3. Моделювання процесів у ексилампах. Збудження імпульсним об'ємним розрядом: ArF (193 нм) ексиплексна лампа, KrCl (222 нм) ексиплексна лампа. Збудження бар'єрним розрядом: фізика бар'єрного розряду в інертно галоїдної суміші, KrCl (222 нм), HgI (444 нм), HgBr (502 нм), HgCl (557 нм), ZnI (602 нм), CdI (650 нм) ексиплексні лампи. Ексилампи з збудженням жорстким іонізатором: опис збудження жорстким іонізатором, ксенонова ексилампа на переходах димерів ксенону, XeCl - ексилампа в суміші Xe-NaCl . Ексилампи з збудженням тліючим розрядом: теоретичний опис, температура електронів, бінарні суміші, основні канали утворення ексиплексних молекул, потрібні суміші.

Тема 4. Области застосування ексиламп. Управління фотохімічними процесами: фотоліз і його варіанти, фотохімічні реактори, фотодимеризація, фотосинтез і “зелена хімія”, ексилампи в вивченні фото фізичних властивостей органічних речовин, застосування ексиламп в біотехнології з очищення стічних вод, аналітичні методи прилади. Управління фотобіологічними процесами: ВУФ- і УФ- інактивації мікроорганізмів і клітин, фотомедицина, фото регуляція рослин. Модифікація властивостей поверхні під дією УФ-випромінювання: очистка поверхні, фото стимульоване низькотемпературне окислення, осадження металічних плівок, осадження тонких діелектричних плівок, фото травлення полімерів, фотолітографія, виробництво оптичних матеріалів і оптоелектронних приладів.

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	
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Вступ. Принципи дії лазерних систем.	24	4	4			16
Тема 2. Фізичні основи ексимерних та ексиплексних лазерів.	24	4	6			14
Тема 3. Методи створення активного середовища. Лазери на інертних газах, галогенідах інертних газів та ртуті. Техніка пристроїв накачки робочих сумішей.	26	6	6			14
Тема 4. Застосування ексимерних і ексиплексних лазерів.	26	6	6			14
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	100	20	22			58
2-й семестр						
Модуль 2						
Тема 1. Вступ. Фізичні основи. Техніка ексиламп.	26	4	4			18
Тема 2. Енергетичні, амплітудні – часові та спектральні характеристики ексиламп.	28	4	6			18
Тема 3. Моделювання процесів у ексилампах.	28	6	6			16
Тема 4. Области застосування ексиламп	28	6	6			16
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	110	20	22			68
Разом за семестр	210	40	44			126

Заочна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин
-------------------------------	-----------------

	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
		Лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. . Вступ. Принципи дії лазерних систем.	24	2				22
Тема 2. Фізичні основи ексімерних та експлексних лазерів.	26	2	2			22
Тема 3. Методи створення активного середовища. Лазери на інертних газах, галогенідах інертних газів та ртуті. Техніка пристроїв накачки робочих сумішей.	26	2	2			22
Тема 4. Застосування ексімерних і експлексних лазерів..	24	2				22
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	100	8	4			88
2-й семестр						
Модуль 2						
Тема 1. Вступ. Фізичні основи. Техніка ексиламп.	28	2	2			24
Тема 2. Енергетичні, амплітудні – часові та спектральні характеристики ексиламп.	28	2	2			24
Тема 3. Моделювання процесів у ексилампах.	28	2				26
Тема 4. Області застосування ексиламп.	26	2				24
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	110	8	4			98
Разом за семестр	210	16	8			186

5.3. Темі практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Принцип дії лазера.	2	
2.	Порогова інверсна заселеність.	2	
3.	Дворівнева система функціонування робочих центрів.	2	
4.	Трирівнева схема функціонування робочих центрів.	4	2
5.	Чотирірівнева схема функціонування Лазер з модульованої добротністю.	4	2
6.	Модовий склад випромінювання.	2	
7.	Лазер з модульованої добротністю.	2	
8.	Синхронізація мод.	2	
9.	Вимірювання лазерних параметрів.	4	2
10.	Ексімерна та експлексна випромінювальна система.	2	
11.	Накачка розрядом (лавинним) з УФ-передіонізацією.	4	2
12.	Основні процеси в активному середовищі при комбінованій накачки.	4	

13.	HeCl** – лазери.	4	
14.	HgBr** – лазери.	4	
15.	Ексілампі нове сімейство джерел світла.	2	
Разом		44	8

5.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Кінетика утворення верхнього лазерного рівня при накачці електронним пучком та розрядом	4	6
2.	Кінетика гасіння збуджених станів ексимерних та ексиплексних молекул..	4	6
3.	He ₂ * – лазери.	4	6
4.	Виготовлення свержмінатюрних інтегральних схем (ІС) та дисплеїв ексиплексним лазером.	6	8
5.	Медицинске застосування: в дерматології ексиплексним лазером.	6	8
6.	Застосування ексимерних та ексиплексних лазерів в хімічній технології .	4	6
7.	Контроль навколишнього середовища ексиплексними лазерами.	4	6
8.	Джерела живлення ексіламп.	4	8
9.	Джерела на основі об'ємного розряду, що ініційований пучком лавин електронів.	4	6
10.	Збудження бар'єрним розрядом інертно галоїдної суміші випромінювання молекул CdI(650 нм) в ексілампі.	6	8
11.	Збудження бар'єрним розрядом випромінювання молекул в газопаровій суміші випромінювання молекул HgBr (502 нм) в ексілампі.	4	6
12.	Збудження бар'єрним розрядом інертно галоїдної суміші випромінювання молекул KrCl (222 нм) в ексілампі.	4	6
13.	Збудження імпульсним об'ємним розрядом випромінювання молекул ArF (193 нм) в ексілампі.	4	6
14.	Збудження імпульсним об'ємним розрядом випромінювання молекул ArF (193 нм).	4	6
15.	Основні канали утворення ексиплексних молекул в бінарних сумішах ексіламп.	4	6
16.	Основні канали утворення ексиплексних молекул в потрійній суміші ексіламп.	4	6
17.	Модифікація властивостей поверхні під дією УФ-випромінювання.	4	6
18.	Виробництво оптичних матеріалів і оптоелектронних приладів..	6	8
19.	ВУФ- і УФ- інактивації мікроорганізмів і клітин.	6	8
20.	Фотолітографія.	6	8
21.	Фотосинтез і “зелена хімія”.	4	6
22.	Фото регуляція рослин.	6	8
23.	Фотомедицина.	4	8
24.	Управління фотобіологічними процесами: ВУФ- і УФ- інактивації мікроорганізмів і клітин	4	8
25.	Основні процеси в плазмі, що приводять до утворення	6	8

	ексиплексних молекул		
26.	Кінетичного рівняння Больцмана для електронів в плазмовому середовищі на робочих сумішах ексиплексних ламп	6	8
27.	Методика визначення параметрів плазми, що збуджується в робочих сумішах ексиламп..	4	6
	Разом	126	186

7. 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.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Эксимерные лазеры / Под редакцией Ч. Роудза.-М.: Мир, 1981.
2. Газовые лазеры / Под редакцией И. Мак-Даниеля и У. Нигэна.- М.: Мир, 1986.
3. Дьюли У. Лазерная технология и анализ материалов: Пер. с англ.-М.: Мир, 1986.
4. Месяц Г.А., Осипов В.В., Тарасенко В.Ф. Импульсные газовые лазеры.-М.: Наука, 1991.
5. В.І. Григурок, П.А. Коротков, А.І. Хижняк. Лазерна фізика. - К.: МП “Леся”, 1999.
6. А. М. Бойченко, М.И.Ломаев, А.Н. Панченко и др., Ультрафиолетовые и вакуумно-ультрафиолетовые эксилампы: физика, техника и применение. -Томск, STT, 2011.
7. К.Смит, Р.Томсон. Численное моделирование газовых лазеров. - М.: Мир, 1981.
8. В.В. Дацюк, И.А. Измайлов, В.А. Кочелап. Колебательная релаксация эксимерных молекул // УФН. - 1998. – Т. 168, №4. – С.439-464.
9. Malinin A.N. The Main Characteristics of the Plasma of Pulse Glow Discharge in Mixtures of Mercury Dihalide and Rare Gases // Laser Physics.-1998.- V.8, N2 - P.395-406.
10. G. J. M. Hagelaar Solving the Boltzmann equation to obtain electron transport coefficients and rate coefficients for fluid models. Plasma Sources Sci. Techn. – 2005. – Vol. 14. – P. 722 – 733.
11. О.К.Шуаїбов, А.О.Малініна, О.М. Малінін. Нові газорозрядні методи одержання ультрафіолетового випромінювання та синтезу наноструктур оксидів перехідних металів. Ужгород: Говерла, 2019.
12. A. Malinina. Optical Characteristics of Gas-Discharge Plasma in Mixtures of Mercury Dibromide Vapor with Gases. Cambridge Scholars Publishing, 2020.

Допоміжна література

1. Атомные и молекулярные процессы / Под редакцией Д. Бейтса.- М.: Мир, 1964.-
2. Диагностика плазмы / Под редакцией Р. Хаддлстоуна и С. Леонарда.- М.: Мир, 1967.
3. Кондратьев В.Н. Кинетика и механизм газофазных реакций / В.Н. Кондратьев, Е.Е. Никитин. - М.: Наука, 1974.
4. Сапожников, Р. А. Теоретическая фотометрия . - М.: Энергия, 1977.
5. Месси Г. Отрицательные ионы . - М.: Мир, 1979. - 754 с.
6. Флайгер У. Строение и динамика молекул.- М. : Мир, 1982
7. Christophorov L.G. Electron-Molecule Interactions and Their Applications .- New York:Academic Press, 1984.
8. Райзер Ю.П. Физика газового разряда / Ю.П. Райзер. - М.: Наука, 1987
9. ФРЭЭ и взаимодействие электронов с многоатомными фторсодержащими газами / Д. И. Словецкий, А. А. Дерюгин . – В кн.: Химия плазмы. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – С. 240–277

10. Edward A. Sosnin, Oppenlander Thomas, Victor F. Tarasenko Applications of capacitive and barrier discharge excilamps in photoscience / Edward A. Sosnin, Oppenlander Thomas, Victor F. Tarasenko // Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews. – 2006. - V. 7.- P. 145-163
11. <https://www.laserfocusworld.com/lasers-sources/article/16548113/gas-lasers-excimer-lasers-40-never-looked-better>.
12. <https://cyberleninka.ru/article/n/zapis-reshetok-bregga-v-anizotropnom-opticheskom-voлокne-izlucheniem-eksimernogo-arf-lazera/viewer>.