

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра квантової електроніки**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан фізичного факультету,  
проф. Лазур В.Ю.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«КВАНТОВА ЕЛЕКТРОНІКА І СВІЛОТЕХНІКА»**

Рівень вищої освіти	<b>перший (бакалаврський)</b>
Галузь знань	<b>16 Хімічна та біоінженерія</b>
Спеціальність	<b>163 Біомедична інженерія</b>
Освітня програма	<b>Біомедична інженерія</b>
Статус дисципліни	<b>ОК 1.2.20 обов'язкова</b>
Мова навчання	<b>українська</b>

**Ужгород 2021 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «**Квантова електроніка і світлотехніка**» для здобувачів четвертого рівня вищої освіти галузі знань **16 Хімічна та біоінженерія** спеціальності **163 Біомедична інженерія**.

**Розробник:**

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

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри квантової електроніки: протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2021р.

Завідувач кафедри квантової електроніки,

проф. Шафраньош І.І.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № \_\_\_\_ від «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р.

Голова науково-методичної комісії

доц. Карбованець М. І.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 150	4-й	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання -5: аудиторних- 3 самостійної роботи студента - 2	7-й	
	Лекції:	
	34	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:	
	40	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	76	

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Квантова електроніка і світлотехніка**» є отримання студентами ґрунтовних знань про: методи генерації вимушеного випромінювання і техніку лазерів та про будову, характеристики і застосування ламп; апаратурне забезпечення діагностики лазерного випромінювання і випромінювання технологічних ламп.

– Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у студентів 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:**

ЗК1 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.;

ЗК5 - Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.;

ЗК6 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.;

ЗК9 - Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК10 - Навики здійснення безпечної діяльності.;

ЗК11 – Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**фахові компетентності:**

ФК4 - Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації);

ФК5 - Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем;

ФК6 - Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг;

ФК9 - Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами;

## 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Квантова електроніка і світлотехніка**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

- ОК 1.2.5 Електрика і магнетизм, оптика;
- ОК 1.2.6 Квантова фізика;
- ОК 1.2.12 Вступ у спеціальність;
- ОК 1.2.18 Елементна база сучасної електроніки.

#### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми **Біомедична інженерія**, вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення студентами програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.	ПРН1.
Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.	ПРН8.
Надавати рекомендації щодо вибору обладнання для забезпечення проведення діагностики та лікування.	ПРН12
Вміти аналізувати сигнали, які передаються від органів на прилади, та проводити обробку діагностичної інформації.	ПРН13
Вміти вибирати та рекомендувати відповідне медичне обладнання і біоматеріали для оснащення медичних закладів та забезпечення основних стадій технологічного процесу діагностики, профілактики та лікування.	ПРН16

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Квантова електроніка і світлотехніка**»

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на	ПРН1.

рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.	
Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.	ПРН8.
Надавати рекомендації щодо вибору обладнання для забезпечення проведення діагностики та лікування.	ПРН12
Вміти аналізувати сигнали, які передаються від органів на прилади, та проводити обробку діагностичної інформації.	ПРН13
Вміти вибирати та рекомендувати відповідне медичне обладнання і біоматеріали для оснащення медичних закладів та забезпечення основних стадій технологічного процесу діагностики, профілактики та лікування.	ПРН16

### 5. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

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

- стандартизовані тести;
- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- реферати;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- ректорська контрольна робота;
- залік.

#### Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

##### Форми поточного контролю:

- індивідуальне та групове опитування;
- контрольна робота;
- розрахункові завдання;
- тести;
- підготовка реферату;
- захист виконаних завдань.

##### Форма модульного контролю:

Модульний контроль здійснюється в формі виконання студентом модульного контрольного завдання (контрольної роботи, тесту, колоквиуму тощо) згідно затвердженого кафедрою графіку.

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен.

#### Розподіл балів, які отримують студенти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	60	100
4	5	5	4	5	4	4	4	5		

**Розподіл балів, які отримують студенти (модуль II) T1, T2 ... – теми**

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		60	100
5	5	7	8	5	5	5			

**Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни**

**Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни**

Вид діяльності здобувана вищої освіти	Кількість	Модуль 1	Модуль 2	
		Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття	4	30	4	30
Презентація			1	5
Реферат	1	10	1	5
Модульна контрольна робота	1	60	1	60
<b>Разом</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

**Критерії оцінювання модульної контрольної роботи**

Виконання модульних контрольних робіт здійснюється в письмовій (або електронній) формі. Модульний контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу змістового модуля.

Виконання практичного завдання передбачає перевірку рівня оволодіння студентом теоретичними знаннями та практичними навичками стосовно якісного і кількісного аналізу електромагнітних процесів у різних середовищах.

При оцінюванні знань враховується в першу чергу повнота, правильність і вичерпність відповідей на поставлені в модульних контрольних роботах запитання. Оцінка виставляється за 100-бальною шкалою та національною 5-бальною шкалою. Відомість результатів оформлюється за системою ECTS.

Оцінка «відмінно» виставляється, якщо під час проведення контролю було виявлено:

1. Наявність у студента всебічних, повних, глибоких інтегрованих знань програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання запропонованого варіанту.
2. Вміння студента в письмовій та усній формі чітко, вичерпно і правильно викласти відповіді на питання запропонованого варіанту.
3. Глибоке розуміння студентом взаємозв'язку головних понять і положень предмета, розуміння значення цих положень і понять для майбутньої професії.

4. Високий рівень підготовленості студента з питань курсу до подальшої роботи над вдосконаленням рівня своєї професійної кваліфікації.

У відповідях студентів не має бути значних помилок. Відмінно виконана робота демонструє наявність у студента творчих здібностей.

Оцінка «добре» виставляється, коли студент письмово відповів на всі запитання, засвоїв всю навчальну програму курсу. У відповідях, які оцінені на «добре», можлива не більш як одна незначна помилка або виявлено декілька неточностей. Студент спроможний з допомогою літератури ліквідувати всі недоліки у відповідях.

Оцінка «задовільно» виставляється, коли студент дав відповіді на питання всіх завдань, але при цьому можуть проявитися певні прогалини у засвоєнні програми курсу. У відповідях, які оцінені на «задовільно», можуть зустрітися не більше як одна груба помилка або декілька значних та істотних неточностей.

Оцінка «незадовільно» виставляється за роботу, яка засвідчує про наявність у студента великих та суттєвих прогалин у знаннях основного матеріалу курсу, а у наявних його письмових відповідях є як принципові, так і грубі помилки. Студенти, які не представили письмові відповіді на модульних контрольних роботах, вважаються такими, що одержали оцінку «незадовільно».

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

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни **«Взаємодія фізичних полів з біооб'єктами»** здійснюється у формі заліку.

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 студент достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу викладеного у рамках лекційних занять, може показати та обгрунтувати 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 студент викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зв'язків у рамках викладеного матеріалу, студент 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 студента результуюча підсумкова залікова 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
0-34	незараховано	F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

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

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

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової книжки та екзаменаційної відомості..

## **6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **6.1. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1. Основи квантової електроніки.**

**Тема 1.** Вступ до квантової електроніки і лазерної техніки.

**Тема 2.** Параметри лазерних променів і основні елементи будови лазерів.

**Тема 3.** Твердотільні лазери: лазери на іонах рубіну і неодиму; лазери на F – центрах. Напівпровідникові лазери.

**Тема 4.** Газові лазери на атомах та іонах.

**Тема 5.** Молекулярні газові лазери.

**Тема 6.** Хімічні і газодинамічні лазери.

#### **Модуль 2. Елементи світлотехніки.**

**Тема 1.** Вступ до світлотехніки. Фотометричні і світлові величини. Одиниці вимірювання.

**Тема 2.** Штучне освітлення. Джерела оптичного випромінювання. Характеристики джерел штучного світла.

**Тема 3.** Приймачі оптичного випромінювання.

**Тема 4.** Оптичні прилади і основи колориметрії.

### **6.2. Структура навчальної дисципліни**

№ Теми	Т е м и	Кількість годин усього годин	Лекції, годин	Практичі (семінарські)	Лабораторні, годин	Індивідуальна робота, годин	Самостійна робота, годин	Самостійна робота, годин
-----------	---------	------------------------------	---------------	------------------------	--------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------------------

## Семестр 5-й

## Модуль 1

1	Вступ до квантової електроніки і особливості дії лазерів на організм людини.	10	2		4			4
2	Фізичні властивості лазерних променів.	10	2		4			4
3	Формування лазерного випромінювання у відкритих оптичних резонаторах.	12	2		4			6
4	Твердотільні лазери і лазери на центрах забарвлення.	16	2		4			10
5	Газорозрядні лазери на атомах та іонах.	18	2		12			4
6	Газорозрядні лазери на стійких (CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> ) і нестійких (ексіплексних) молекулах.	14	2					2
7	Фізичні основи застосування лазерів в медицині.		2					
8	Напівпровідникові лазери.		2					
9	Вступ до нелінійної оптики.		2					
10	Генерація другої гармоніки.	20	2		8			10
	<b>Всього за модуль I</b>	<b>96</b>	<b>20</b>		<b>36</b>			<b>40</b>

## Модуль 2

1	Вступ до світлотехніки. Фотометричні і світлові величини та їх одиниці вимірювання.	2	2					8
2	Основні фотометричні і світлові величини. Одиниці вимірювання.	2	2		4			8
3	Джерела оптичного випромінювання	2	2					10
4	Ультрафіолетові лампи на хлоридах Аргону і Криптону з накачуванням наносекундним бар'єрним розрядом	6	2					
5	Газорозрядні лампи, які використовуються в рослинництві	2	2					
6	Приймачі оптичного випромінювання	6	2					
7	Вибір і вимоги до систем електричного освітлення сільсько-господарських приміщеннях	2	2					10
	<b>Всього за модуль II</b>	<b>54</b>	<b>14</b>		<b>4</b>			<b>36</b>
	<b>Всього годин за курс</b>	<b>150</b>	<b>34</b>		<b>40</b>			<b>76</b>

### 6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вивчення роботи напівпровідникового лазера на гетероструктурах.	4
2.	Вимірювання вихідних характеристик газорозрядного гелій – неонових лазера.	4
3.	Дослідження вихідних характеристик газорозрядного імпульсно-періодичного ультрафіолетового лазера на молекулах азоту.	4
4.	Дослідження характеристик УФ-лазера з накачуванням поперечним розрядом.	4
5.	Генерація другої гармоніки неодимового лазера.	4

6.	Дослідження розбіжності лазерного випромінювання.	4
7.	Визначення довжини хвилі лазерного випромінювання за допомогою дифракційної ґратки.	4
8.	Дослідження поляризації лазерного випромінювання.	4
9.	Дослідження емісійних характеристик газорозрядної точкової УФ – лампи на парах міді.	4
10.	Дослідження оптичних характеристик газорозрядного плазмо-хімічного реактора з електролітичним катодом.	4
Сума:		40

#### 6.4. Самостійна робота

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

##### МОДУЛЬ 1

1.	Історія розвитку квантової електроніки і її зв'язок з оптикою.	6
2.	Оптичні резонатори лазерів.	8
3.	Механізм роботи і вихідні характеристики лазера на алесандриті. Напівпровідникові лазери видимого діапазону на гетероструктурах.	6
4.	Системи передіонізації потужних УФ- лазерів високого тиску на ексиплексних молекулах.	6
5.	Будова, механізм генерації і вихідні характеристики газорозрядних лазерів на атомах міді.	6
6.	Будова принцип дії і вихідні характеристики плазмодіамічних лазерів.	8
<b>РАЗОМ</b>		<b>40</b>

##### МОДУЛЬ 2

1.	Освітлювачі на основі твердотільних гетероструктуру і їх	5
----	--	---

	використання біології та медицині.	
2.	Газорозрядні експлексні та ексимерні лампи видимого, УФ- і ВУФ – діапазонів спектру.	6
3.	Застосування ламп в нано- і біотехнологіях	6
4.	Калориметрія штучного випромінювання	6
5.	Основні оптичні прилади	6
	<b>РАЗОМ</b>	<b>29</b>

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

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

Power Point

**8. Рекомендована література**

**Базова**

1. О.К. Шуаїбов Квантова електроніка і світлотехніка (курс лекцій). Електронний начальний посібник. 2021. 233 с.; 14,5 ум. друк. арк.
2. О.К. Шуаїбов Методичні вказівки до навчальної дисципліни «Квантова електроніка і світлотехніка». Електронний начальний посібник. 2021. 105 с.; 6,5 ум. друк. арк.
3. О.К. Шуаїбов, Грицак Р.В. Ультрафіолетові лампи на радикалах гідроксилу та експлексних молекулах з накачуванням бар'єрним наносекундним розрядом: Монографія.- Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Видавництво «Говерла», 2018 р. – 114 с.
- 4.
5. Формування поля випромінювання в резонаторах лазера. Навчальний посібник. // Малініна А.О., Малінін О.М., Шуаїбов О.К. –Ужгород,

Ужгородський національний університет, 2019, –126 с.

6. А.Я. Лейви, А.А. Шульгинов Основы светотехники. Уч. Пособие. Ч. Изд. Центр ЮУрГУ. 2016. – 71 с.

## 2. Допоміжна

1. Газорозрядні УФ–ВУФ ексиплексні і галогенні лампи низького тиску. Монографія. //Шуаїбов О.К., Грабова І.А., Шевера І.В. – Ужгород, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Видавництво «Говерла». 2018. – 261 с.
2. О.К. Шуаїбов, А.О. Малініна, О.М. Малінін Характеристики і параметри перенапруженого наносекундного розряду в парогазових сумішах та розробка нових газорозрядних ламп // Монографія. Ужгород. 2021. Видавництво «Говерла» ДВНЗ «Ужгородський національний університет», – 290 с. ISBN 978-617-7825-32-5
3. А.А. Malinina, А.К. Shuaibov, А.Н. Malinin Optical Characteristics and Plasma Parameters of Gas-Discharge Radiation based on a Mixture of Cadmium Diiodide Vapor and Helium // Ukr. J. Phys. 2021. Vol. 66, No. 2. pp.141-150.
4. О.К. Shuaibov and А.О. Malinina Overstressed Nanosecond Discharge in the Gases at Atmospheric Pressure and Its Application for the Synthesis of Nanostructures Based on Transition Metals // Progress in Physics of Metals. 2021. vol.22. Issue 3. pp.382 - 439.
5. Шуаїбов О.К., Миня О.Й., Гомокі, Шевера І.В., Данило В.В. Спосіб запалювання просторово однорідного розряду атмосферного тиску в системах // Опис до патенту на винахід. UA 122118 C2. Номер заявки а 2016 05314. Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності 26.09. 2020.
6. Малініна А. О., Шуаїбов О.К., Малінін О.М. Спосіб створення одночасного селективного випромінювання у видимому, інфрачервоному та ультрафіолетовому спектральних діапазонах в

ексиплексній лампі червоного спектрального діапазону // Опис до патенту на корисну модель. UA 144790 U. Номер заявки u 2020 03040. Дата, з якої є чинними права на корисну модель 27.10. 2020.

## 9. Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. О.К. Шуаїбов, Грицак Р.В. Ультрафіолетові лампи на радикалах гідроксилу та ексиплексних молекулах з накачуванням бар'єрним наносекундним розрядом: Монографія.- Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Видавництво «Говерла», 2018 р. – 114 с.  
<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/19631>
2. Газорозрядні УФ–ВУФ ексиплексні і галогенні лампи низького тиску. Монографія. //Шуаїбов О.К., Грабова І.А., Шевера І.В. – Ужгород, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Видавництво «Говерла». 2018. – 261 с. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/19767>.

## Додаток 2

**Результати перегляду  
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 2019 / 2020 н.р. без змін; зі змінами  
(Додаток \_\_\_\_).

(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р. Завідувач кафедри  
Шафраньош І.І.

(підпис)

(Прізвище ініціали)