ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

_____ Метеленко Н.Г.
(підпис) (ініціали та прізвище)

«___» _____ 202___

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
____ СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ КВАНТОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ
(назва навчальної дисципліни)

підготовки _____бакалавра_____
(назва освітнього ступеня)

денної форми здобуття освіти

освітньо-професійна програма____ Мікро- та наносистемна техніка____
(назва)

спеціалізації / предметної спеціальності _____
(за наявності) (шифр і назва)

спеціальності _____176 Мікро- та наносистемна техніка_____
(шифр, назва спеціальності)

галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
(шифр і назва)

ВИКЛАДАЧ (-ЧІ): Критська Т.В. , доктор технічних наук, професор кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри електроніки,
інформаційних систем та програмного
забезпечення

Протокол № 1 від " 26 " серпня 2024 р.
Завідувач кафедри електроніки,
інформаційних систем та програмного
забезпечення
_____ Т.В. Критська
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми
_____ М.В.Світанько
(підпис) (ініціали, прізвище)

2024 р.

Зв`язок з викладачем: *доктор технічних наук, професор Критська Тетяна Володимирівна*
E-mail: krytskaja2017@gmail.com
Сезн ЗНУ повідомлення: *https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id*=13379
Телефон: *+ 38(068) 9098154*, (061) 227-12-41
Інші засоби зв'язку: *Viber,Moodle (форум курсу, приватні повідомленн), Zoom*
Кафедра: *електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення*,
просп. Соборний, 226: *IX корпус ЗНУ, ауд. Л 506*

1. Опис навчальної дисципліни

Метою *вивчення курсу «Спеціальні розділи квантової електроніки» є оволодіння теоретичними та практичними знаннями в галузях науки та техніки, які використовують елементи квантової електроніки, нелінійної оптики, пристрої керування лазерним випромінюванням.*

Останні десятиліття розвитку електроніки показали, що без використання джерел лазерного випромінювання та компонент, які управляють його параметрами, подальший розвиток новітніх технологій практично неможливий. Тому, актуальним для подальшого розвитку ринку електронних технологій постає питання у підготовці фахівців відповідного профілю.

Основними ***завданнями*** *вивчення курсу «Спеціальні розділи квантової електроніки» є:*

- *отримати знання із фізичних основ функціювання пристроїв квантової електроніки,*
- *розуміти принципи конструювання та технології виготовлення квантових систем на основі нових матеріалів;*
- *уміти використовувати фізичні та математичні моделі при проєктуванні систем керування та обробки інформаційних сигналів квантових систем;*
- *отримати навички із застосування приладів квантової електроніки в сучасних інформаційних системах.*
-

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	**денна форма здобуття освіти**	
1	*2*	*3*
Статус дисципліни	**Вибіркова**	
Семестр	5 -й	
Кількість кредитів ECTS	**4**	
Кількість годин	120	
Лекційні заняття	14 год.	
Лабораторні заняття	28 год.	
Самостійна робота	78 год.	
Консультації	*Адреса розміщення розкладу проведення консультацій,* https://www.znu.edu.ua/ukr/university/11929/12619 *Формат проведення - /дистанційно, Zoom)*	

Вид підсумкового семестрового контролю:	**залік**
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13379

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	**Методи навчання**	**Форми і методи оцінювання**
1	*2*	*3*
Інтегральні компетентності: **ІК1.** Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі професійної діяльності з мікро- та наносистемної техніки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.	Методи: Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (практичні лабораторні завдання, контрольні заходи, складання схем). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, моделювання ситуацій практичного характеру).	Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування, письмове тестування). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; надання звіту із виконання лабораторної роботи; підсумкове розрахункове завдання; підсумкове тестування
Загальні компетентності: ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.	Методи: Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (практичні лабораторні завдання, контрольні заходи, складання схем). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).	Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування, письмове тестування). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; надання звіту із виконання лабораторної роботи; підсумкове розрахункове завдання; підсумкове тестування

	Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, моделювання ситуацій практичного характеру).	
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності: СК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів,концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. СК5. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у мікро- та наносистемній техніці за допомогою побудови і аналізу їх фізичних і математичних моделей. СК12 Здатність використовувати знання з оптичної аналогової та цифрової схемотехніки, оптоелектроніки, фотовольтаїки та геліоелектроніки.	Методи: Дослідницький (самостійна робота, проекти). Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Практичні методи (практичні роботи, складання схем і алгоритмів). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, моделювання ситуацій практичного характеру).	Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування, письмове тестування). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; надання звіту із виконання лабораторної роботи; підсумкове розрахункове завдання; підсумкове тестування
Програмні результати навчання: Р3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки. Р4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.	.	Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; надання звіту із виконання лабораторної роботи; підсумкове розрахункове завдання; підсумкове тестування

Р16. Застосовувати знання з оптосхемотехніки, фотовольтаїки та геліоелектроніки при проектуванні та розробці інформаційних систем мікро- та наноелектроніки.		

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. **Елементи квантової теорії випромінювання світла**
Квантові характеристики електромагнітного випромінювання та його взаємодії із речовинами. Рівняння Ейнштейна. Спонтанне випромінювання. Вимушене (стимульоване) випромінювання. Властивості спектральних ліній квантових систем. Поняття активного середовища. Поняття квантового резонатора. Зворотній зв'язок в квантовому резонаторі. Поняття мод квантового резонатора. Добротність квантового резонатора.

Змістовий модуль 2. **Квантові генератори**
Поняття мазера та лазера. Лазерні системи з оптичним накачуванням. Режими роботи лазерів та характеристики лазерного випромінювання. Газові лазери. Молекулярні лазери. Ексімерні лазери. Напівпровідникові лазери.

Змістовий модуль 3. **Компоненти та прилади квантової електроніки**
Світлодіоди. Фотодіоди. Фоторезистори. Фототранзистори та фототиристори. Оптоелектронні пари.

Змістовий модуль 4. **Елементи волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ).**
Елементи волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ). Голографічні запам'ятовуючі пристрої. Рідинно-кристалічні індикатори та індикаторні панелі.

Змістовий модуль 5. **Методи управління параметрами світлового випромінювання**
Модуляція світлового випромінювання: електрооптична модуляція, акустооптична модуляція, магнітооптична модуляція. Пасивна модуляція випромінювання.

Змістовий модуль 6. **Нелінійні компоненти квантової електроніки**
Параметричне підсилення, генерація та перетворення частоти випромінювання. Вимушене комбінаційне розсіювання (ВКР).

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин	Згідно з розкладом
		о/д.ф.	
1	*2*	*3*	*4*
Змістовий модуль 1			
Лекція 1	Квантові характеристики електромагнітного випромінювання та його взаємодії із речовинами. Рівняння Ейнштейна. Спонтанне випромінювання. Вимушене (стимульоване) випромінювання	2	*1 раз на 2 тижні*
Лабораторне заняття 1	Дослідження законів теплового випромінювання	4	*щотижня*
Лекція 2	Поняття активного середовища. Поняття квантового резонатора. Зворотній зв'язок в квантовому резонаторі. Поняття мод квантового резонатора. Добротність квантового резонатора	2	*1 раз на 2 тижні*
Лабораторне заняття 2	Дослідження спектру інертних газів	4	*щотижня*
Лабораторне заняття 3	Визначення сталої Планка	4	*щотижня*
Самостійна робота	. Властивості спектральних ліній квантових систем.і	13	
Змістовий модуль 2			
Лекція 3	Поняття лазера. Лазерні системи з оптичним накачуванням. Режими роботи лазерів та характеристики лазерного випромінювання. Газові лазери. Молекулярні лазери. Ексімерні лазери. Напівпровідникові лазери.	2	*1 раз на 2 тижні*
Лабораторне заняття 4	Дослідження потужності лазерного випромінювання	4	*щотижня*
Самостійна робота	Принцип роботи та властивоті мазерів	13	
Змістовий модуль 3			
Лекція 4	Світлодіоди. Фотодіоди. Фоторезистори. Фототранзистори та фототиристори. Оптоелектронні пари.	2	*1 раз на 2 тижні*
Лабораторне заняття 5	Дослідження ВАХ світлодіодів	4	*щотижня*
Самостійна робота	Голографічні запам’ятовуючі пристрої. Рідинно-кристалічні індикатори та індикаторні панелі.	13	
Змістовий модуль 4			
Лабораторне заняття 6	Дослідження випромінювальних елеменів ВОЛЗ- напіпровідникових лазерів	4	*щотижня*

Лекція 5	Елементи волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ)..	2	*1 раз на 2 тижні*
Самостійна робота	Технології отримання оптичних волокон	13	
Змістовий модуль 5			
Лекція 6	Модуляція світлового випромінювання: електрооптична модуляція, акустооптична модуляція, магнітооптична модуляція. Пасивна модуляція випромінювання	2	*1 раз на 2 тижні*
Лабораторне заняття 7	Дослідження електрооптичних властивостей кристалів	4	*щотижня*
Самостійна робота	Модуляція надкоротких лазерних імпульсів	13	
Змістовий модуль 6			
Лекція 7	Параметричне підсилення, генерація та перетворення частоти випромінювання. Вимушене комбінаційне розсіювання (ВКР).	2	*1 раз на 2 тижні*
Самостійна робота	Яввище нелінійного самофокусування	13	

5.Види і зміст поточних контрольних заходів

Вид заняття/ роботи	**Вид контрольного заходу**	**Зміст контрольного заходу**	**Критерії оцінювання та термін виконання**	**Усього балів**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1 **Проміжний контроль**	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Квантові характеристики електромагнітного випромінювання та його взаємодії із речовинами. Рівняння Ейнштейна. Спонтанне випромінювання. Вимушене (стимульоване) випромінювання. Властивості спектральних ліній квантових систем.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**4**
Проміжний	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів	Питання для підготовки: Поняття активного середовища. Поняття квантового	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4.	**4**

контроль	(*тест в Moodle*)	резонатора. Зворотній зв'язок в квантовому резонаторі. Поняття мод квантового резонатора. Добротність квантового резонатора	Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	
Практичне заняття	**Лабораторна робота 1** «Дослідження спектру інертних газів»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 5 балів; 2) допущено несуттєві помиилки, оформлення звіту відповідає стандартам – 4 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 2 бали; 4) завдання не виконане - 0 балів	**5**
Практичне заняття	**Лабораторна робота 2** «Дослідження спектру інертних газів»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 5 балів; 2) допущено несуттєві помиилки, оформлення звіту відповідає стандартам – 4 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 2 бали; 4) завдання не виконане - 0 балів	**5**
Практичне заняття	**Лабораторна робота 3** «Визначення сталої Планка»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 5 балів; 2) допущено несуттєві помиилки, оформлення звіту відповідає стандартам – 4 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 2 бали; 4) завдання не виконане - 0 балів	**5**
Усього за ЗМ 1	**5**			**23**
2	Теоретичне завдання - контрольне	Питання для підготовки:	Тестові питання оцінюються:	**4**

Проміжний контроль	тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Поняття лазера. Лазерні системи з оптичним накачуванням. Режими роботи лазерів та характеристики лазерного випромінювання. Газові лазери. Молекулярні лазери. Ексімерні лазери. Напівпровідникові лазери.	правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	
Практичне заняття	**Лабораторна робота 4** Виконання та оформлення практичної роботи «Дослідження потужності лазерного випромінювання»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 5 балів; 2) допущено несуттєві помиилки, оформлення звіту відповідає стандартам – 4 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 2 бали; 4) завдання не виконане - 0 балів	**5**
Усього за ЗМ 2	**2**			**9**
3 Проміжний контроль	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Світлодіоди. Фотодіоди. Фоторезистори. Фототранзистори та фототиристори. Оптоелектронні пари.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**4**
Практичне заняття	**Лабораторна робота 5** Практичне завдання - Виконання та оформлення практичної роботи «Дослідження ВАХ світлодіодів»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 5 балів; 2) допущено несуттєві помиилки, оформлення звіту відповідає стандартам – 4 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 2 бали; 4) завдання не виконане - 0 балів	**5**
Усього за ЗМ 3	**2**			**9**
4	Теоретичне завдання -	Питання для	Тестові питання	**4**

Проміжний контроль	контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	підготовки: Елементи волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ)..	оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	
Практичне заняття	**Лабораторна робота 6** Практичне завдання - Виконання та оформлення практичної роботи «Дослідження випромінювальних елеменів ВОЛЗ-напівпровідникових лазерів»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 2 бали; 2) оформлення звіту відповідає стандартам – 1 бал; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 0,5 балів 4) завдання не виконане - 0 балів	**2**
Усього за ЗМ 4	**2**			**6**
5 Проміжний контроль	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Модуляція світлового випромінювання: електрооптична модуляція, акустооптична модуляція, магнітооптична модуляція. Пасивна модуляція випромінювання	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**4**
Практичне заняття	**Лабораторна робота 7** Практичне завдання - Виконання та оформлення практичної роботи «Дослідження електрооптичних властивостей кристалів»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 5 балів; 2) допущено несуттєві помиилки, оформлення звіту відповідає стандартам – 4 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 2 бали; 4) завдання не виконане - 0 балів	**5**
Усього за ЗМ 4	**2**			**9**
6 Проміжний контроль	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Параметричне підсилення, генерація та перетворення частоти випромінювання. Вимушене	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**4**

		комбінаційне розсіювання (ВКР).		
	1			**4**
Усього за змістові модулі	**9**			**60**

Підсумковий семестровий контроль

Таблиця 5.2

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Залік	Теоретичне завдання: контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки у вигляді файлу PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ. У разі дистанційної форми навчання залік проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 2 бали	**20**
	Практичне завдання: Розрахункова задача за матеріалом вивчення курсу	Розрахункова задача, яка передбачає розрахунок квантової діагностичної системи згідно обраної теми, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1 – постановка проблеми (6 балів); 2 – аналітичний розвязок (8 балів); 3 – оформлення звіту згідно стандартів – 6 балів	**20**
Усього за підсумковий семестровий контроль	**2**			**40**

Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою ECTS	**За шкалою університету**	**За національною шкалою**	
		Екзамен	**Залік**
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

6. Основні навчальні ресурси

Рекомендована література

Основна:

Підручники

1. *Мінакова К. О. Квантова електроніка : підручник / К. О. Мінакова, Р. В. Зайцев, М. В. Кіріченко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Дніпро : Середняк Т. К., 2023. 187.*
2. *Шмирьова Л. М. Квантова електроніка : Навчальний посібник Частина 1. Для студентів факультету електроніки КПІ ім. Ігоря Сікорського усіх форм навчання / Л. М. Шмирьова, О. М. Бевза, Н. В. Слободян. Київ :: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 98 с.*
3. *Чадюк В. О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання : навч. посіб. : у 2 кн. Кн. 1. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського : "Політехніка", 2018. 398 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0053972.pdf.*

Навчально-методичні праці

1. *Світанько М. В., Веровкін Л. Л., Хрипко С. Л. Лазерна техніка та технології : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 41 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/ZII/metodychky/2018/f359430.pdf.*
2. *Дмитрієва Л. Б., Дмитрієв В. С. Оптоелектроніка : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗДІА, 2013. 51 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/ZII/metodychky/do2018/f353391.pdf.*

Додаткова:

1. *Богомолов М. Ф., Максименко В. Б., Шликов В. В. Методи та засоби діагностики. Основи лазерних лабораторних методів біомедичних досліджень : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 150 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0054689.pdf.*
2. *Вакарчук І. О. Квантова механіка : підручник. Вид. 4-е, доп. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2012. 872 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0054955.pdf.*
3. *Венгер Є. Ф., Грибань В. М., Мельничук О. В. Основи квантової механіки : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2002. 286 с.*
4. *Григорук В. І., Коротков П. А., Хижняк А. І. Лазерна фізика : підручник. 2-е вид. Київ : Леся, 1999. 528 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0054957.pdf.*
5. *Колесник Ю. І., Кіпенський А. В. Елементи та пристрої квантової електроніки : навч. посіб. Харків : НТУ "ХПІ", 2016. 320 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0054953.pdf.*
6. *Кривець О. С., Шматько О. О., Ющенко О. В. Квантова електроніка : навч. посіб. Суми : СумДУ, 2013. 340 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0054954.pdf.*
7. *Курс загальної фізики : підручник : у 6 т. Т. 4 : Оптика / за заг. ред. В. А. Сминтини, Ю. Ф. Ваксман. Одеса : Астропринт, 2012. 276 с.*

8. *Однодворець Л. В., Пазуха І. М., Лукавенко І. М. Оптоелектронні і лазерні системи в електроніці та медицині : навч. посіб. Суми : СумДУ, 2022. 127 с URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0054690.pdf.*
9. *Пташенко О. О. Основи квантової електроніки : навч. посіб. Одеса : Астропринт, 2010. 392 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0054970.djvu.*
10. *Юхновський І. Р. Основи квантової механіки : навч. посіб. 2-е вид., перероб. й допов. Київ : Либідь, 2002. 392 с.*
11. *Бережной Ю. А. Лекції з квантової механіки : навч. посіб. Київ : Мастер-клас, 2008. 448 с.*
12. *Венгер Є. Ф., Грибань В. М., Мельничук О. В. Основи квантової механіки : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2002. 286 с.*
13. *Григорук В. І., Коротков П. А. Сучасний термінологічний словник з оптоелектроніки : Київ : Либідь, 2011. 400 с.*
14. *Косяченко Л. А. Основи інтегральної та волоконної оптики. Навчальний посібник. Чернівці : Рута, 2008. 347с.*
15. *Ульянов В. В. Вступ до квантової механіки. Харків : ХНУ, 2004. 164 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi20/0013305.pdf.*
16. *Курс загальної фізики. Оптика : хвилі, промені, кванти : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Б. К. Остафійчук [та ін.] ; за ред. чл.-кор. НАН України, проф. Б. К. Остафійчука. Вид. 3-е, переробл. і допов. Івано-Франківськ : Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2011. 664 с.*
17. *Навчальний посібник для студентів вищих технічних і педагогічних закладів освіти / Кучерук І. М., Горбачук І. Т.; за ред. Кучерука І. М. Київ : Техніка, 1999. Том 3: Оптика. Квантова фізика. 520 с.*
18. *Nenchev M., Deneva M., Yasser A., Suat T., Chassagne L., Himbert M., Quantum electronics and optical techniques and devices for applications inbiology, atmosphere monitoring, optical communications and sciences // Journal of the Technical University Sofia Plovdiv branch, Bulgaria "Fundamental Sciences and Applications" Vol. 19, 2013. 7 – 22.*
19. *Deneva M., M. Nenchev, Development of original, simple quantum electronics device with emission passively frequency locked at atomic absorption line, // Proc. Intern. Confer."Laser technology and Lasers", Bulg., 2005, 37-45.*
20. *Sizov F. F. Brief history of THz and IR technologies SPQEO, 2019. V. 22, N 1. P. 67-79.*
21. *Bashchenko S. M., Marchenko L. S., Negriyko A. M., Smirnova T. N., Matsnev I. V. // Spectral control of powerful diode lasers with enhanced output by external cavity based on volume holographic grating, SPQEO, 2018. V. 21, N 4. P. 424-428*

Інформаційні ресурси

1. *Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: http://library.znu.edu.ua/ (дата звернення: 01.08.2024)*
2. *Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: https://moodle.znu.edu.ua/(дата звернення: 01.08.2023)*
3. *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL : http://www.nbuv.gov.ua/(дата звернення: 01.08.2024)*

4. *AEÜ – International Journal of Electronics and Communications URL : https://www.journals.elsevier.com/aeu-international-journal-of-electronics-and-communications.*
5. *Optical Switching and Networking URL : https://www.journals.elsevier.com/optical-switching-and-networking (дата звернення: 01.08.204)*
6. *Optics & Laser Technology URL : https://www.journals.elsevier.com/optics-and-laser-technology(дата звернення: 01.08.2024)*
7. *Solid-State Electronics URL : https://www.journals.elsevier.com/solid-state-electronics (дата звернення: 01.08.2024)*
8. *EIE: Електротехніка і електромеханіка – науково-практичний журнал. 2019. URL: www.kpi.kharkiv.edu/eie(дата звернення: 01.08.2024)*
9. *RadioPartal: Сайт для радіоаматорів – підручники, довідники, схеми, журнали. 2019. URL: pradiopartal.tut.su(дата звернення: 01.08.2024)*
10. *Proteus URL: http://www.labcenter.com(дата звернення: 01.08.2024)*

7. Регуляції і політики курсу

Організація навчання на курсі здійснюється згідно наступних положень Запорізького національного університету:

1. *Положення про організацію освітнього процесу в ЗНУ (https://tinyurl.com/ymn4ca8d)*
2. *Порядок реалізації здобувачами освіти права на вільний вибір навчальних дисциплін в ЗНУ (https://is.gd/fvOTBX)*
3. *Положення про організацію освітнього процесу з використанням технологій дистанційного навчання(https://is.gd/lBfy0l)*
4. *Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ (https://is.gd/gKXVnR)*
5. *Положення про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ(https://is.gd/en6oSv)*

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Вивчення курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних та лабораторних занять. Студенти, які за певних обставин не можуть відвідувати заняття регулярно, мусять впродовж тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущенні завдання мають бути відпрацьовані на найближчій консультації впродовж тижня після пропуску. Відпрацювання занять здійснюється аудиторно з відпрацюванням на лабораторному обладнанні, або за допомогою виконання завдань через систему електронного навчання Moodle. Студенти, які станом на початок екзаменаційної сесії мають понад 70% невідпрацьованих пропущених занять, до відпрацювання не допускаються.

Політика академічної доброчесності

Дотримання норм академічної доброчесності на курсі здійснюється згідно Кодексу академічної доброчесності ЗНУ (https://is.gd/BWBwP0)

Індивідуальні завдання, що виконуються студентами під час проходження курсу, перевіряються на наявність плагіату. Відповідно до чинних правових норм, плагіатом вважатиметься: копіювання чужої наукової роботи чи декількох робіт та оприлюднення результату під своїм іменем; створення суміші власного та запозиченого тексту без належного цитування джерел; рерайт (перефразування чужої праці без згадування оригінального автора). Будь-яка ідея, думка чи речення, ілюстрація чи фото, яке ви запозичуєте, має супроводжуватися посиланням на першоджерело.

Наприклад:

Найбільшого використання знаходять тригери з роздільним запуском, які називаються RS – тригерами [1]. Їх умовне графічне позначення приведене на рисунку 4.3 [2].

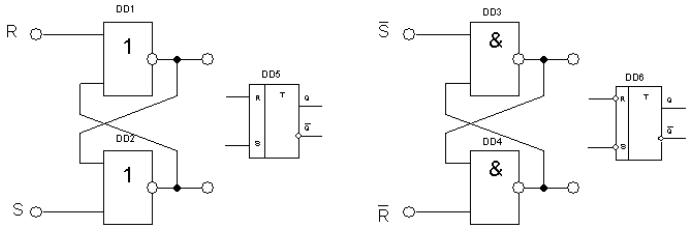

Рисунок 4.3 – RS – тригери та їх умовне графічне позначення (УГП)

Відповідно до таблиці істинності [3]:

$$Q^{n+1} = S\overline{R}\,\overline{Q^n} + \overline{S}\overline{R}Q^n + S\overline{R}Q^n$$

Перелік посилань

1. Гельжинський І.І., Голяка Р.Л., Готра З.Ю., Марусенкова Т.А. Мікросхемотехніка: підручник. Львів : Ліга-Прес, 2015. 492 с.
2. Верьовкін Л. Л., Світанько М. В., Кісельов Є. М., Хрипко С. Л. Цифрова схемотехніка : підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 214 с.
3. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я. Основи схемотехніки електронних систем: підручник. Київ. : Вища школа, 2004. 527 с

Роботи, у яких виявлено ознаки плагіату, до розгляду не приймаються і відхиляються без права перескладання. Якщо ви не впевнені, чи підпадають зроблені вами запозичення під визначення плагіату, будь ласка, проконсультуйтеся з викладачем.
Висока академічна культура та європейські стандарти якості освіти, яких дотримуються у ЗНУ, вимагають від дослідників відповідального ставлення до вибору джерел. Посилання на такі ресурси, як Wikipedia, бази даних рефератів та письмових робіт (Studopedia.org та подібні) є неприпустимим. Рекомендовані бази даних для пошуку джерел:
Електронні ресурси Національної бібліотеки ім. Вернадського: http://www.nbuv.gov.ua
Цифрова повнотекстова база даних англомовної наукової періодики JSTOR: https://www.jstor.org/

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті
Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час лекційних занять забороняється. Будь ласка, не забувайте активувати режим «без звуку» на мобільних телефонах до початку заняття.
При виконанні практичних та лабораторних робіт дозволяється використовувати техніку у навчальних цілях (для виконання розрахунків, побудови графіків, моделювання, тощо).
Під час виконання заходів контролю (письмових контрольних робіт, іспиту) використання гаджетів заборонено. У разі порушення цієї заборони роботу буде анульовано без права перескладання.

Комунікація
Базовою платформою для комунікації викладача зі студентами є Moodle.
Важливі повідомлення загального характеру – зокрема, оголошення про терміни проведення контрольних робіт, коди доступу до сесій у Zoom та ін. –регулярно розміщуються викладачем на форумі курсу та в групах Viber, Telegram. Для персональних запитів використовується сервіс приватних повідомлень та електронна пошта 0811oksana@gmail.com. У листі обов'язково вкажіть ваше прізвище та ім'я, курс та шифр

академічної групи. Відповіді на запити студентів подаються викладачем впродовж трьох робочих днів.
Для оперативного отримання повідомлень про оцінки та нову інформацію, розміщену на сторінці курсу у Moodle, будь ласка, переконайтеся, що адреса електронної пошти, зазначена у вашому профайлі на Moodle, є актуальною, та регулярно перевіряйте папку «Спам».

Неформальна та інформальна освіта.
Право на визнання результатів навчання у неформальній та/або інформальній освіті поширюється на здобувачів вищої освіти усіх рівнів вищої освіти Університету і реалізується відповідно до Положення ЗНУ про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/ або інформальної освіти

https://sites.znu.edu.ua/navchalnyj_viddil/normatyvna_basa/polozhennya_znu_pro_poryadok_viznannya_rezul__tat__v_navchannya.pdf

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2024-2025 н. р. доступний за адресою: https://tinyurl.com/yckze4jd.

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: https://tinyurl.com/y9tve4lk.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: https://tinyurl.com/y9pkmmp5. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: https://tinyurl.com/ycds57la.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: https://tinyurl.com/57wha734. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: https://tinyurl.com/yd6bq6p9; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: https://tinyurl.com/y9r5dpwh.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога **Марті Ірини Вадимівни** (061) 228-15-84, (099) 253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**
Електронна адреса: v_banakh@znu.edu.ua
Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: https://tinyurl.com/ydhcsagx.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА: http://library.znu.edu.ua. Графік роботи абонементів: понеділок-п`ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE): https://moodle.znu.edu.ua
Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою: moodle.znu@znu.edu.ua.
У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.
Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015.
ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ: http://sites.znu.edu.ua/child-advance/
ЦЕНТР НІМЕЦЬКОЇ МОВИ, ПАРТНЕР ГЕТЕ-ІНСТИТУТУ: https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim
ШКОЛА КОНФУЦІЯ (ВИВЧЕННЯ КИТАЙСЬКОЇ МОВИ): http://sites.znu.edu.ua/confucius