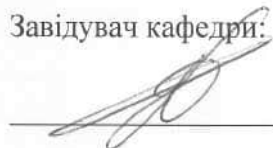


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій

Затверджено

На засіданні кафедри оптоелектроніки та
інформаційних технологій
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 6 від 29.08 2023 р.)

Завідувач кафедри:



Олег КУШНІР

Силабус з навчальної дисципліни
“Основи оптоелектроніки”,
що викладається в межах ОПП “Комп'ютерні науки”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 122 – Комп'ютерні науки

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Основи оптоелектроніки / Optoelectronics Fundamentals
Адреса викладання дисципліни	Корпуси факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка м. Львів, вул. Драгоманова, 50; м. Львів, вул. Тарнавського, 107
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 Інформаційні технології 122 Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Корчак Юрій Михайлович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент
Контактна інформація викладачів	yuriy.korchak@lnu.edu.ua, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/korchak-yu-m
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю): Ауд. 1, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, м. Львів, вул. Драгоманова, 50. Також можливі онлайн-консультації через MS Teams або Telegram. Для погодження часу онлайн-консультацій слід писати на електронну пошту викладача або на Telegram.
Сторінка дисципліни	https://electronics.lnu.edu.ua/course/fizychni-osnovy-optoelektroniky-ku https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Основи оптоелектроніки» є нормативною дисципліною зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньої програми «Комп'ютерні науки», яка викладається в 3 семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб ознайомити студента з принципами, методикою та апаратурою сучасної оптоелектроніки, а також з основними прийомами дослідження відповідних явищ. У курсі висвітлено основні віхи історії розвитку оптоелектроніки, основні оптичні явища, оптоелектронні прилади і системи та методи їхнього практичного використання. Розглядаються також системи технічного зору та базові принципи цифрової оптичної обробки інформації.
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета:</i> ознайомлення студентів з теоретичними основами оптоелектроніки та оптичної інформатики. <i>Цілі:</i> формування у студентів практичних навичок, які б дали змогу ефективно застосовувати засвоєні знання та методи для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем оптоелектроніки, проведення обчислювальних експериментів з обробкою й аналізом результатів.
Література для вивчення дисципліни	Основна: 1. Корчак Ю. Оптоелектронна інформатика. Том 1. Основні принципи та прилади: навчальний посібник / Ю. Корчак, Ю. Фургала, С. Рихлюк. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 312 с. 2. Кушнір О. С. Експериментальна оптика: Навчальний посібник / О. С. Кушнір, Ю. М. Корчак, Л. П. Луців-Шумський, С. В. Рихлюк – Львів: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2010. – 465 с. 3. Кушнір О. С. Лабораторний практикум з фізичних основ оптоелектроніки: навчальний посібник / О. С. Кушнір, І. М. Азарова, А. І. Кашуба, О. М. Крупич, М. Р. Мостова, Г. І. Паночко. – Львів: Левада, 2021. – 148 с. 4. Чадюк В. О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання: навч. посіб. У 2 кн. / В. О. Чадюк. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політех-

	<p>ніка», 2018. – Кн. 1. – 376 с.</p> <p>5. Lappin R. Handbook of Optoelectronics / R. Lappin. – Larsen and Keller Education, 2023. – 253 p.</p> <p>6. Barua P. Optoelectronics: Basics and Applications / P. Barua. – Kindle Edition, 2023. – 98 p.</p> <p>7. Черняков Е. І. Оптоелектроніка. Частина 2. Прилади та пристрої / Е. І. Черняков, Ю. П. Мачехін, М. П. Кухтін, С. М. Кухтін. – Х.: ХНУ-РЕ, 2016. – 292 с.</p> <p>8. Dakin J. P. Handbook of Optoelectronics. Second edition. Volume 1. Concepts, Devices and Techniques / Edited by J. P. Dakin, R. G. W. Brown. – CRC Press, 2018. – 859 p.</p> <p>9. Dakin J. P. Handbook of Optoelectronics. Second edition. Volume 2. Enabling Technologies / Edited by J. P. Dakin, R. G. W. Brown. – CRC Press, 2018. – 718 p.</p> <p>10. Dakin J. P. Handbook of Optoelectronics. Second edition. Volume 3. Applied Optical Electronics / Edited by J. P. Dakin, R. G. W. Brown. – CRC Press, 2018. – 445 p.</p> <p style="text-align: center;">Додаткова:</p> <p>11. Luther Z. Optoelectronics: Principles and Practices / Z. Luther. – Murphy & Moore Publishing, 2022. – 247 p.</p> <p>12. Naito H. Organic Semiconductors for Optoelectronics / H. Naito. – Wiley, 2021. – 384 p.</p> <p>13. Корчак Ю. Світловипромінюючі діоди: історія створення, сьогодення та перспективи / Ю. Корчак, Ю. Фургала, Н. Корчак // Електроніка та інформаційні технології. – 2021. – В. 15. – с. 124-143.</p> <p>14. Zimmermann H. Ultra-Sensitive PIN and Avalanche Photodiodes Receivers / H. Zimmermann. – Bristol: IOP Publishing, 2023. – 228 p.</p> <p>15. Schubert E. Fred. Light-Emitting Diodes. 3rd Edition / E. Fred Schubert. – New York: Rensselaer Polytechnic Institute Troy, 2018. – 672 p.</p> <p>16. Maity A. B. Optoelectronics and Optical Fiber Sensors / A. B. Maity. – PHI Learning, 2013. – 280 p.</p> <p>17. Nisoli M. Semiconductor Laser Photonics / M. Nisoli. – Cambridge University Press, 2022. – 350 p.</p>
Обсяг курсу	Аудиторні години – 64, з них лекції – 32 години, лабораторні роботи – 32 години і 86 годин самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p><i>знати:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - експериментальні схеми для вивчення та застосування інтерференції, дифракції, поляризації та поглинання світла, голограм, оптоволокон, цифрових фотокамер, компонент дисплеїв тощо; - основні експериментальні закономірності технічної оптики і оптоелектроніки; - теоретичні моделі та схеми, що пояснюють експериментальний матеріал; - проблеми і перспективи оптичної та оптоелектронної інформатики; - способи практичного застосування вивчених явищ. <p><i>вміти:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретично аналізувати явища оптики та оптоелектроніки, давати їм правильне тлумачення; - складати схеми для вивчення та застосування інтерференції, дифракції та поляризації світла, пристроїв формування зображень, генерування та реєстрування світла тощо; - працювати з оптоелектронними приладами; - системно мислити, застосовувати методології системного аналізу

	<p>для дослідження складних проблем у галузі оптоелектроніки, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики;</p> <ul style="list-style-type: none"> - застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем оптоелектроніки, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів. <p>Після вивчення даного курсу здобувачі набудуть таких Загальних (ЗК), Спеціальних/Фахових (СК) компетентностей та Програмних результатів навчання (ПР):</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>СК 4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.</p> <p>ПР 2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.</p> <p>ПР 3. Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.</p> <p>ПР 8. Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.</p>
Ключові слова	Світлодіод, лазерний діод, фоторезистор, фотодіод, фототранзистор, фототиристор, оптопара, прилад із зарядовим зв'язком, КМОН-приймач, рідкокристалічний дисплей, оптичне волокно, ЕО модулятор, система технічного зору, оптоелектронний сенсор.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік наприкінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Основи електроніки», «Вища математика», «Алгоритмізація та програмування».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекції, презентації, лабораторні роботи, написання рефератів, виконання індивідуальних завдань, робота у групі, командна робота, обговорення, консультації для поглибленого розуміння тем, бесіда, ілюстрація, демонстрація), евристичні методи (проблемна лекція), інтерактивні методи (дискусія).
Необхідне обладнання	<p>Для проведення лекційних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • монітор TFT 23"; • системний блок (процесор Intel i5-6500, 8GB оперативної пам'яті, HDD 256GB) ; • мультимедійне обладнання (проектор, проекційний екран, дошка настінна); • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet.

	<p>Для проведення лабораторних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторія з 12-14 робочими місцями та з експериментальними макетами для дослідження оптичних та оптоелектронних явищ і вимірювання характеристик оптоелектронних пристроїв; • монітори TFT 23"; • системні блоки (процесор Intel i5-6500, 8GB оперативної пам'яті, HDD 256GB); • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet (платформи Microsoft Teams, Moodle, Zoom). <p>Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Ubuntu 16 LTS, Microsoft Office 365, .NET, Python 3, JDK.</p>
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 20 балів за виконання письмового (або онлайн на платформі Moodle) модульного контролю – відповіді на білет із 10 питань за тематикою з переліку для ЗМ1. • Змістовий модуль 2: 20 балів за виконання письмового (або онлайн на платформі Moodle) модульного контролю – відповіді на білет із 10 питань за тематикою з переліку для ЗМ2. • Виконання лабораторних робіт: 60 балів. <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p>Змістовий модуль – підсумкове контрольне тестування може проводитися у двох формах: або у вигляді онлайн-тестування на платформі Moodle, або у вигляді письмового опитування очно. У першому випадку час для надання відповідей студентами обмежується 30 хвилинами, у другому випадку – однією годиною. Контрольний замір містить 10 питань. Теми для змістових модулів див. у розділі Питання до модульного контролю.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що студенти будуть відповідати на питання самостійно, використовуючи знання отримані під час відповідних лекційних та лабораторних занять. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності є підставою для незарахування викладачем відповідей на питання контрольного заміру, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів, визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали за виконання лабораторних робіт. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільни-</p>

ми пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

Оцінювання лабораторних робіт (11 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 60 (10 лабораторних робіт (0-5 балів) і 1 лабораторна робота (0-10 балів)) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі..

Бали оцінювання 10 лабораторних робіт (1 лабораторної роботи) нараховуються за таким співвідношенням:

5 (10) – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, отримав достовірні експериментальні результати, якісно оформив звіт за лабораторну роботу із відповідними графіками та розрахунками, надає правильні відповіді на запитання по темі;

4 (8) – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи отримання експериментальних результатів, наявні незначні похибки в отриманих розрахунках та результатах, оформлений звіт має несуттєві недоліки, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі;

3 (6) – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та процедуру отримання експериментальних результатів, у звіті відсутні важливі графіки та є помилки в розрахунках, студент вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі;

2 (4) – студент погано розуміє розглянутий матеріал, звіт є неповний (відсутнє виконання певних завдань за темою), студент переважно надає помилкові відповіді на питання по темі;

1 (2) - студент погано розуміє розглянутий матеріал, у звіті відсутнє виконання більшості експериментальних завдань, недостатньо обґрунтовано висновок, на питання по темі студент не відповідає правильно;

0 (0) - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал та не оформив звіт за лабораторну роботу.

Оцінювання змістових модулів (2 змістових модулі, 20 балів за кожний – 10 питань (0-2 бали)) — за результатами складених студентом контрольних замірів.

Бали оцінювання відповідей на питання змістових модулів у випадку письмового опитування нараховуються за таким співвідношенням:

2 – надана правильна і повна відповідь на поставлене питання;

1 – відповідь є неповною та містить певні помилки;

0 – відповідь відсутня або не відповідає змісту поставленого питання.

Бали оцінювання відповідей на питання змістових модулів у випадку онлайн-тестування нараховуються за таким співвідношенням:

2 – обрана правильна відповідь на поставлене питання;

0 – обрана неправильна відповідь на поставлене питання.

Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:

Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus

	<p>тощо), курсах на провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.</p> <p>Допускається отримання додаткових балів за виконання певних завдань для самостійної роботи (розміщені на веб-сторінці курсу в MOODLE https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575) (написання рефератів, опис термінів із галузі оптоелектроніки для глосарію і т. п.) (0-2 бали). Однак, у цьому випадку додавання цих балів не може спричинити перевищення сумарної 100-бальної оцінки за навчальний курс.</p>
<p>Питання до модульного контролю</p>	<p>Орієнтовні теми змістових модулів:</p> <p style="text-align: center;">ЗМ1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оптика та оптоелектроніка. Електромагнітна теорія світла. Складові частини оптоелектроніки. 2. Геометрична оптика. Основні оптичні пристрої та прилади. 3. Основні світлові ефекти та явища. Хвильові властивості електромагнітного випромінювання, методи його модуляції. 4. Оптоелектронні некогерентні джерела світла (світлодіоди), конструкція та робота. 5. Оптоелектронні когерентні джерела світла (лазерні діоди), конструкція та робота. 6. Дискретні оптоелектронні приймачі світла (фоторезистори, фотодіоди). 7. Прилад із зарядовим зв'язком (ПЗЗ) як багатоелементний приймач випромінювання. 8. Багатоелементний фотоприймач на основі комплементарних МОП-транзисторів (КМОП). <p>Перелік питань та завдань (усього 250) для проведення оцінювання знань за підсумками контрольного модульного заміру змістового модуля 1 розміщений на веб-сторінці курсу в MOODLE https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575 та у відповідній групі на платформі MicrosoftTeams.</p> <p style="text-align: center;">ЗМ2</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Оптопари, їхні переваги як елементів зв'язку. 10. Індикатори як системи відображення інформації. Різновиди сучасних дисплеїв. 11. Оптоелектронні сенсори механічних величин (місцезнаходження, кута повороту, швидкості, прискорення, сили, тиску). 12. Оптоелектронні сенсори: акустичні, електричних і магнітних полів, температури, тактильно-копічні, іонізуючих випромінювань. 13. Голографія, її фізичні основи та схеми реалізації. 14. Передача інформації по оптичному каналу зв'язку. Оптичні волокна. 15. Оптоволоконні лінії зв'язку. 16. Формування зображень в системах технічного зору. <p>Перелік питань та завдань (усього 250) для проведення оцінювання знань за підсумками контрольного модульного заміру змістового модуля 2 розміщений на веб-сторінці курсу в MOODLE https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575 та у відповідній групі на платформі MicrosoftTeams.</p>

Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “Основи оптоелектроніки”
для студентів спеціальності 122 – Комп’ютерні науки**

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття) (лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання *, год.	Термін виконання
1	Оптика та оптоелектроніка. Електромагнітна теорія світла. Складові частини оптоелектроніки. Вступне заняття. Академічна доброчесність. Предмет оптики, оптоелектроніки та квантової електроніки. Історія розвитку оптоелектроніки. Корпускулярна і хвильова теорії. Класифікація електромагнітних хвиль. Шкала електромагнітних хвиль. Електромагнітна теорія світла. Рівняння Максвелла. Фазова та групова швидкості світлової хвилі. Хвильове рівняння. Поляризація світла. Когерентність світлових хвиль. Складові частини оптоелектроніки.	Лекція	[1], [2], [3], [5], [6], [8], [11], Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
1	Вступне заняття. Техніка безпеки, перевірка обладнання та налаштування програмного забезпечення. Питання організації проведення лабораторних робіт.	Лабораторна робота	Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
2	Геометрична оптика. Основні оптичні пристрої та прилади. Головні принципи і закони геометричної оптики. Основні оптичні пристрої та прилади: плоскопаралельна пластинка, призма, танка та товста лінзи, плоске та сферичне дзеркала. Оптичні схеми мікроскопа і телескопів рефракторного та рефлекторного типів, їхні характеристичні особливості.	Лекція	[2], [3], [8], Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
2	Лаб. 1. Поляризація лазерного світла.	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
3	Основні світлові ефекти та явища. Хвильові властивості електромагнітного випромінювання, методи його модуляції. Інтерференція світла. Методи отримання когерентних світлових пучків. Дифракція оптичного випромінювання (дифракція Френеля, дифракція Фраунгофера). Вплив дифракції на роздільну здатність оптичних систем (критерій Релея). Дифракційна ґратка. Методи модуляції оптичного випромінювання: електрооптична, магнітооптична, акустооптична.	Лекція	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [8], [11], Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
3	Лаб. 2. Аберації лінз фотокамер.	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня

			learn- ing.lnu.edu.ua/course/ iew.php?id=4575		НОГО ТИЖНЯ
4	Оптоелектронні некогерентні джерела світла, конструкція та робота. Фізичні принципи роботи. Спонтанне та вимушене випромінювання. Люмінесценція, її види. Інжекційна люмінесценція як основний механізм генерування випромінювання в напівпровідникових джерелах світла. Гетеропереходи. Конструктивні особливості світлодіодів. Внутрішня та зовнішня квантові ефективності. Світлодіодні збірки. Керований світлодіод. Основні параметри світлодіодів і методи їх вимірювання. Особливості використання світлодіодів у системах зв'язку.	Лекція	[1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [15], Сайт курсу – https://e-learning- ing.lnu.edu.ua/course/ iew.php?id=4575	2	кінець поточ- ного тижня
4	Лаб. 3. Явища інтерференції та дифракції.	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e- learn- ing.lnu.edu.ua/course/ iew.php?id=4575	2	кінець поточ- ного тижня
5	Оптоелектронні когерентні джерела світла, конструкція та робота. Особливості напівпровідникових лазерів як джерел світла для оптоелектроніки. Умови підсилення. Порівняння гомо- та гетеролазерів. Смушкові лазери (з «хвилеводним підсиленням» та з «хвилеводним каналом»), переваги їхнього використання. Лазер із розподіленим зворотним зв'язком. Лазерні моди. Характеристики лазерів: вольт-амперні, вагт-амперні, спектральні, частотні. Джерела довгохвильового випромінювання. Надійність лазерів, механізми деградації.	Лекція	[1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [17] Сайт курсу – https://e- learn- ing.lnu.edu.ua/course/ iew.php?id=4575	2	кінець поточ- ного тижня
5	Лаб. 4. Фотометричні характеристики некогерентних джерел випромінювання.	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e- learn- ing.lnu.edu.ua/course/ iew.php?id=4575	2	кінець поточ- ного тижня
6	Дискретні оптоелектронні приймачі світла. Класифікація приймачів оптичного випромінювання. Ефективність напівпровідникових приймачів. Особливості поглинання світла різними структурами. Фоторезистори, їх характеристики. Фотодіоди, режими їхньої роботи. Вольт-амперна характеристика фотодіода. Різновиди фотодіодів: <i>p-i-n</i> -фотодіоди, фотодіоди з бар'єром Шотткі, гетероструктурні фотодіоди, лавинні фотодіоди. Їхні характеристики та особливості роботи, переваги та недоліки.	Лекція	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [14] Сайт курсу – https://e- learn- ing.lnu.edu.ua/course/ iew.php?id=4575	2	кінець поточ- ного тижня
6	Лаб. 5. Характеристики випромінювання лазерів.	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e- learn- ing.lnu.edu.ua/course/ iew.php?id=4575	2	кінець поточ- ного тижня
7	ПЗЗ як багатоелементний приймач випромінювання.	Лекція	[1], [4], [5], [6], [7], [8], [10], [11]	2	кінець поточ-

	Конструкція та робота лінійного приладу із зарядовим зв'язком. Формування зарядового пакету та методи його передавання вздовж структури. ПЗЗ-матриці, їх різновиди та особливості роботи. Основні характеристики фотоприймачів ПЗЗ: нижня та верхня межі тактової частоти, ефективність передачі заряду, спектральна чутливість. Затвор антиблумінгу, його призначення та реалізація.		Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575		НОГО ТИЖНЯ
7	Лаб. 6. Електрофізичні характеристики напівпровідникових приймачів оптичного випромінювання.	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
8	КМОН як багатоелементний приймач випромінювання. Польовий транзистор. Поняття КМОН-технології. Переваги мікросхем із використанням комплементарних МОН-транзисторів. КМОН-фотоприймач, його використання для отримання зображень. Схеми організації зчитування інформації з чорнобілої та кольорової світлочутливих МДН-матриць. Переваги використання технології ХЗ для розділення білого світла на кольори. Особливості організації роботи КМОН-сенсорів, їх архітектура. Технології КМОН-фотоприймачів з активним стовпцем та з цифровим пікселем. Порівняння фотосенсорів ПЗЗ та КМОН.	Лекція	[1], [4], [5], [6], [7], [8], [10], [11] Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
8	Підсумкове заняття ЗМ1.	Лабораторна робота (контрольний модульний замір)	Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
9	Оптопари, їхні переваги як елементів зв'язку. Поняття «оптрон», «оптопара». Оптопари з прямим оптичним зв'язком: резисторні, діодні, транзисторні, тиристорні. Види оптичних каналів в оптопарах та вимоги до них. Характеристики та параметри оптопар: коефіцієнт спектрального узгодження, передавальна характеристика, коефіцієнт передачі за струмом, швидкодія. Реалізація оптопарою математичних операцій. Оптопари з електрооптичним та зовнішнім оптичним зв'язками. Інтегральне виконання оптопар. Перспективні напрями розвитку і застосування оптопар.	Лекція	[1], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
9	Лаб. 7. Вимірювання та аналіз вольт-амперної та яскравісної характеристик джерел світла для оптоелектроніки.	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
10	Індикатори як системи відображення інформації. Різновиди сучасних дисплеїв. Системи відображення інформації.	Лекція	[1], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], Сайт курсу – https://e-learn-ing.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня

	Індикатори, їх класифікація. Особливості роботи напівпровідникових індикаторів. Рідкокристалічний стан речовини. Електрооптичні ефекти у рідких кристалах (ефект динамічного розсіювання, Твіст-ефект) та їх використання в дисплейній техніці. Пасивні та активні комірки. Особливості конструкції РК-панелей <i>TN, IPS, VA</i> . Газорозрядні та плазмові індикатори. Дисплей з електролюмінесцентним індикатором та з емісією полем.		learn- ing.lnu.edu.ua/course/ view.php?id=4575		
10	Лаб. 8. Властивості випромінювання теплових джерел.	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e-learning- ing.lnu.edu.ua/course/ view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
11	Оптоелектронні сенсори. Частина 1. Оптоелектронні сенсори та підходи до їхньої класифікації. ОЕ сенсори місцезнаходження і переміщення, принципи їхньої роботи та приклади застосувань. Особливості роботи абсолютних та інкрементних енкoderів як сенсорів кута повороту. ОЕ сенсори швидкості та прискорення: лазерні доплерівські вимірювачі з опорним світлом та диференційного типу, волоконно-оптичний гіроскоп на ефекті Саньяка. Конструкція та робота оптоелектронних сенсорів сили і тиску.	Лекція	[1], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [14], [16], Сайт курсу – https://e-learning- ing.lnu.edu.ua/course/ view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
11	Лаб. 9. Спектральна чутливість фотоприймачів (I частина).	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e-learning- ing.lnu.edu.ua/course/ view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
12	Оптоелектронні сенсори. Частина 2. Оптоволоконний інтерферометричний мікрофон та лазерний мікрофон як приклади оптоелектронних акустичних сенсорів. Принципи роботи оптоелектронних сенсорів електричних та магнітних полів. Оптоелектронні сенсори температури. Приклади застосувань оптоелектронних сенсорів у хімічних, біохімічних та медичних системах. Дактилоскопічні оптоелектронні сенсори. Лазерний принтер. Оптоелектронні сенсори іонізуючих випромінювань.	Лекція	[1], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [14], [16], Сайт курсу – https://e-learning- ing.lnu.edu.ua/course/ view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
12	Лаб. 9. Спектральна чутливість фотоприймачів (II частина).	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e-learning- ing.lnu.edu.ua/course/ view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
13	Голографія, її фізичні основи та схеми реалізації. Поява та розвиток голографії. Її переваги. Фізичні основи голографії. Амплітуда та фаза коливання у випадку накладання хвиль. Пучності та вузли стоячої хвилі. Обладнання для проведення запису і відтворення голограм, вимоги до нього. Основні голографічні схеми: Габора, Лейта, Денисюка.	Лекція	[2], [3], [6], [8], [10], [11], Сайт курсу – https://e-learning- ing.lnu.edu.ua/course/ view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня

	Поділ світлового потоку за амплітудою та за хвильовим фронтом як основні методи створення опорних та предметних пучків. Властивості голограм.				
13	Лаб. 10. Запис і відтворення голографічних зображень.	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
14	Передача інформації по оптичному каналу зв'язку. Оптичні волокна. Особливості оптичного каналу зв'язку. Еквівалентна потужність шуму. Формула Шеннона. Рівняння зв'язку. Поширення світла по двошаровому сходячому хвилеводу. Хвилеводні, витікаючі та радіаційні моди. Характеристичне рівняння. Причини загасання випромінювання в хвилеводі. Метод часового ущільнення каналів передачі оптичним волокном. Типи оптичних волокон. Характеристики оптичних волокон: дисперсія (міжмодова, хроматична, поляризаційна), пропускна здатність.	Лекція	[2], [3], [5], [6], [8], [9], [10], [16], Сайт курсу – https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
14	Лаб. 11. Визначення фокусної відстані об'єктів фотокамер за фотоелектричним методом.	Лабораторна робота	[2], [3], Сайт курсу – https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
15	Оптоволоконні лінії зв'язку. Багатомодові і одномодові оптичні волокна. Структурні елементи волоконно-оптичної лінії зв'язку. Будова оптичних кабелів різноманітного призначення. Волоконно-оптичні підсилювачі. Сучасний стан ВОЛЗ. Принцип спектрального ущільнення каналів зв'язку. Сучасні вимоги до джерел світла, оптичних підсилювачів та волоконних світловодів.	Лекція	[2], [3], [5], [6], [8], [9], [10], [16], Сайт курсу – https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
15	Підсумкове заняття по лабораторних роботах (захисне заняття).	Лабораторна робота	Сайт курсу – https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
16	Формування зображень в системах технічного зору. Зображення, основні поняття та характеристики. Алгоритми формування зображень. Попередня обробка зображень. Методи стиску зображень: <i>RLE</i> та <i>LZW</i> . Елементи колористики. Тризонна кольорова схема. Отримання зображень. Методи сканування та приклади скануючих систем. Збереження зображень у файлах растрових та векторних форматів.	Лекція	[1], [4], [5], [6], [10], [11] Сайт курсу – https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня
16	Підсумкове заняття ЗМ2.	Лабораторна робота (контрольний модульний замір)	Сайт курсу – https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575	2	кінець поточного тижня

* Типові завдання самостійної роботи містяться на сторінці навчальної дисципліни в MOODLE:
<https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4575>