


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет електроніки та комп'ютерних технологій**  
**Кафедра фізичної та біомедичної електроніки**

**Затверджено**  
на засіданні КФБМЕ  
факультету електроніки та  
комп'ютерних технологій  
Львівського національного  
університету імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 28 серпня 2024 р.)

Завідувач кафедри, професор  
  
Олег БОРДУН

**Силабус**  
**з навчальної дисципліни**  
**«Засоби відображення інформації»,**  
**що викладається в межах**  
**ОП «Електроніка та комп'ютерні системи»**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**  
**для здобувачів зі спеціальності**  
**171 «Електроніка»**

<b>Назва дисципліни</b>	Засоби відображення інформації
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	м. Львів, вул. Драгоманова, 50
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра фізичної та біомедичної електроніки
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	Галузь знань 17 – Електроніка та телекомунікації, спеціальність 171 Електроніка
<b>Викладачі дисципліни</b>	Медвідь Іванна Іванівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:ivanna.medvid@lnu.edu.ua">ivanna.medvid@lnu.edu.ua</a> <a href="https://electronics.lnu.edu.ua/employee/medvid-ivanna-i/">https://electronics.lnu.edu.ua/employee/medvid-ivanna-i/</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекційних та лабораторних занять, а також можливі онлайн консультації через платформу MS Teams або електронну пошту.
<b>Сторінка дисципліни</b>	<a href="https://electronics.lnu.edu.ua/course/zasoby-vidobrazhennia-informatsii/">https://electronics.lnu.edu.ua/course/zasoby-vidobrazhennia-informatsii/</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна «Засоби відображення інформації» є вибірковою навчальною дисципліною зі спеціальності 171 «Електроніка» для освітньої програми «Електроніка та комп'ютерні системи», яка викладається у 6-му семестрі в обсязі 7,5 кредити (за Європейською КредитноТрансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	В курсі «Засоби відображення інформації» розглядаються такі питання: основи сприйняття інформації людиною, фізичні ефекти, які використовуються в засобах відображення інформації, будову і принцип роботи різних типів індикаторів, дисплеїв (таких як LCD, OLED, електронний папір, сенсорні дисплеї), технології тривимірного відображення та мультимедійні пристрої відображення інформації.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Засоби відображення інформації» є надання студентам теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для розуміння принципів роботи різноманітних засобів відображення інформації (різних типів індикаторів та дисплеїв), ознайомити студентів з основами колориметрії та кольорними моделями і сприйняття інформації людиною.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	Основна література: 1. Д. А. Миколаєць, <i>Пристрої відображення та реєстрації інформації</i> : [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка», спеціалізації «Електронні системи» (Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019) 387 с. 2. Л. В. Крилик, О. О. Селецька, І. В. Сухоцька, <i>Засоби відображення інформації. Частина 1: навчальний посібник</i> (Вінниця: ВНТУ, 2018) 82 с. 3. З. Ю. Готра, В. П. Кожем'яко, З. М. Микитюк та ін., <i>Засоби відображення інформації. Електронні дисплеї: навчальний посібник</i> (Вінниця: ВНТУ, 2014) 162 с. 4. М. М. Сіренко, <i>Технології і засоби візуалізації вимірювальної інформації: навчальний посібник</i> (Харків: НТУ «ХПІ», 2023) 126 с.

	<p>5. В. М. Рябенський, О. О. Ушкаренко, Т.б. <i>Апаратно-програмні засоби відображення інформації</i> (Миколаїв: Іліон, 2013) 464 с.</p> <p>6. Peng Fei Bai, Robert A. Hayes, Ming Liang Jin, Ling Ling Shui, Zi Chuan Yi, L. Wang, Xiao Zhang and Guo Fu Zhou. Review of Paper-Like Display Technologies, <i>Progress in Electromagnetics Research</i>, Vol. 147, 116 (2014).</p> <p>7. Hainich R. Rolf, Oliver Bimber, <i>Displays: Fundamentals and Applications</i> (A K Peters CRC Press, 2017) p. 524.</p> <p>8. Jeremy Gurski &amp; Lee Ming Quach, <i>Display Technology Overview</i>. 2005, p. 37.</p> <p>9. Achintya K. Bhowmik, <i>Interactive Displays. Natural Human-Interface Technologies</i> (Wiley, 2014,) p. 425.</p> <p>Додаткова література:</p> <p>1. M. Koden, <i>OLED Displays and Lighting</i> (2017), 230 p.</p> <p>2. P. Drzaic, I. Kymissis, R. Ma, I. Underwood, M. Wittek, Q. Yan, <i>Flexible Flat Panel Displays</i> (2023), 416 p.</p> <p>3. E. Lueder, <i>3D Displays</i> (2012), 272 p.</p> <p>4. Bo-Ru Yang, <i>E-Paper Displays</i> (2022), 308 p.</p> <p>5. J. Lee, I. Cheng, H. Hua, S.-T. Wu, <i>Introduction to Flat Panel Displays</i> (2020), 363 p.</p> <p>6. O. M. Bordun, B. O. Bordun, I. M. Kofliuk, I. I. Medvid, M. V. Protsak, Thin oxide films for transparent electronics and full color displays, <i>IEEE 12th International Conference on Electronics and Information Technologies, ELIT 2021 - Proceedings</i>, 2021, pp. 33–36</p> <p>7. J. Lei, H. Zhu, X. Huang, J. Lin, Y. Zheng, Y. Lu, Zh. Chen and W. Guo, Mini-LED Backlight: Advances and Future Perspectives, <i>Crystals</i> 2024, 14, p. 922</p>
<b>Обсяг курсу</b>	Загальний обсяг 225 год. 96 годин аудиторних занять, з них 48 годин лекцій та 48 годин лабораторних робіт. Самостійна робота– 129 годин.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>В результаті вивчення даного курсу студент повинен знати:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принципи роботи різних типів дисплеїв.</li> <li>2. Фізичні ефекти, що лежать в основі роботи засобів відображення інформації.</li> <li>3. Основи колориметрії та колірні моделі.</li> <li>4. Спектральні та фотометричні характеристики елементів відображення інформації.</li> <li>5. Технології, що використовуються для відображення тривимірної інформації.</li> <li>6. Основи людського сприйняття інформації за допомогою зору.</li> </ol> <p>вміти:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Застосовувати знання для вибору засобів відображення інформації для різних задач.</li> <li>2. Проводити дослідження електричних та оптичних характеристик елементів засобів відображення інформації.</li> <li>3. Використовувати стандартні інтерфейси для підключення дисплеїв до мікроконтролерів.</li> <li>4. Застосовувати методи колориметрії для точного відображення кольорів.</li> </ol>
<b>Ключові слова</b>	Дисплей, LCD, OLED, світлодіоди, вакуумні люмінесцентні індикатори, колориметрія, мультимедійні пристрої
<b>Формат курсу</b>	Очний

	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій для кращого розуміння тем.
<b>Теми</b>	Див. СХЕМА КУРСУ
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з таких навчальних дисциплін: «Фізичні основи електроніки», «Матеріали та компоненти сучасної електроніки», «Мережі та інтерфейси», «Цифрова обробка сигналів», «Напівпровідникова електроніка».
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентації, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусії.
<b>Необхідне обладнання</b>	Мультимедіа, платформа Teams, платформа Moodle, ПК, мультиметри, блоки живлення, міліамперметри, вимірювальний стенд із вакуумним люмінесцентним індикатором, вольтметри, генератори сигналів, вимірювальний стенд зі світлодіодами різних кольорів свічення, монохроматори, ФЕП, перетворювачі напруги, ЛАТР, мікроамперметри, неонові лампи, плати Arduino; дисплей LCD, провідники; макетні плати; кабелі USB, OLED дисплей, вимірювальний стенд із напівпровідниковим лазером.
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторні роботи: 40 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів 40.</li> <li>• два контрольні заміри знань (2 модулі): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20 (2×10 = 20 балів).</li> <li>• залік (підсумковий модуль): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20 (проводиться відповідно до графіку заліків).</li> <li>• індивідуальне завдання (самостійна робота студента): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20.</li> </ul> <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p> <p>Контрольні заміри знань проводяться у письмовій формі або з використанням платформи Moodle. Підсумковий модуль проводиться у письмовій формі.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти</p>

мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

**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.

**Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані під час семестру за виконання лабораторних робіт, виконання самостійної роботи (виконання індивідуального завдання) та бали за контрольні заміри. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання та ін.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

**Оцінювання лабораторних робіт** (8 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 40) відбувається шляхом оцінки підготовки до виконання лабораторної роботи, безпосереднього її виконання та захисту лабораторної роботи. Кожна лабораторна робота оцінюється у межах 5 балів (8 лабораторних робіт × 5 балів = 40 балів). Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

**5 балів** – всі завдання лабораторної роботи виконані повністю та правильно; студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, повністю самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, надає правильні відповіді на запитання по темі;

**4 бали** – лабораторна робота виконана з незначними помилками, які суттєво не впливають на результат; студент достатньо розуміє розглянутий матеріал, повністю самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі;

**3 бали** – лабораторна робота виконана, але з грубими помилками в обчисленнях, оформленні або аналізі результатів; студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, частково самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи;

**2 бали** – студент погано розуміє розглянутий матеріал, частково самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, та в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, демонструє використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання з суттєвими недоліками;

	<p><b>1 бал</b> – студент погано розуміє розглянутий матеріал та використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання не функціонують належним чином, не в змозі самостійно реалізувати завдання для виконання роботи, лише при допомозі викладача;</p> <p><b>0 балів</b> – завдання роботи не виконані, студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, не в змозі при допомозі викладача реалізувати завдання для виконання роботи.</p> <p>Всі бали за лабораторні роботи сумуються.</p> <p>Кожний <b>контрольний модуль</b> оцінюється за 10 бальною системою згідно з наступними критеріями (результати підсумкового модулю множаться на 2):</p> <table border="1" data-bbox="493 622 1473 1189"> <thead> <tr> <th>Бали</th> <th>Критерії оцінювання</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8–10</td> <td>Відповіді, в яких навчальний матеріал відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом.</td> </tr> <tr> <td>5–7</td> <td>Відповіді, в яких відтворюється значна частина навчального матеріалу. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни.</td> </tr> <tr> <td>2–4</td> <td>Відповіді, в яких основні положення навчального матеріалу відтворено на рівні заучування без достатнього його розуміння.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Відповіді, які засвідчують, що навчальний матеріал не засвоєно. Відсутність чіткого і логічного формулювання.</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Не виконав.</td> </tr> </tbody> </table>	Бали	Критерії оцінювання	8–10	Відповіді, в яких навчальний матеріал відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом.	5–7	Відповіді, в яких відтворюється значна частина навчального матеріалу. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни.	2–4	Відповіді, в яких основні положення навчального матеріалу відтворено на рівні заучування без достатнього його розуміння.	1	Відповіді, які засвідчують, що навчальний матеріал не засвоєно. Відсутність чіткого і логічного формулювання.	0	Не виконав.
Бали	Критерії оцінювання												
8–10	Відповіді, в яких навчальний матеріал відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом.												
5–7	Відповіді, в яких відтворюється значна частина навчального матеріалу. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни.												
2–4	Відповіді, в яких основні положення навчального матеріалу відтворено на рівні заучування без достатнього його розуміння.												
1	Відповіді, які засвідчують, що навчальний матеріал не засвоєно. Відсутність чіткого і логічного формулювання.												
0	Не виконав.												
<p><b>Питання до контрольних модулів</b></p>	<p>Перелік питань та завдань для проведення контрольних робіт (модулів) та індивідуального завдання будуть розміщені на платформі Moodle.</p>												
<p><b>Опитування</b></p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>												

#### СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
1	Вступ до курсу Засоби відображення інформації. Історія розвитку дисплейних технологій. Класифікація засобів відображення інформації. Основні параметри дисплеїв.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 7	Вступне заняття. Інструктаж з техніки безпеки. Основні вимоги до виконання лабораторних робіт. 3 год.	1-й тиж. семестру

2	Людські аналізатори. Загальна характеристика органів відчуття. Основи людського зорового сприйняття інформації.	Лекція	1, 7	Дослідження характеристик вакуумного люмінесцентного індикатора. 3 год	2-й тиж. семестру
3	Фізичні ефекти, що використовуються в ЗВІ. Фотометричні характеристики ЗВІ.	Лекція	2, 4, 5, 7	Дослідження випромінювальної рекомбінації в р-п-переходах та характеристик світлодіодів. 3 год	3-й тиж. семестру
4	Основи колориметрії. Колірні моделі.	Лекція	5, 7	Дослідження спектральних характеристик світлодіодів. 3 год	4-й тиж. семестру
5	Будова і принцип роботи різних типів індикаторів. Вакуумні люмінесцентні, електролюмінесцентні та газорозрядні індикатори.	Лекція	1, 2, 4, 5	Проміжний контроль. 3 год.	5-й тиж. семестру
6	Дисплеї на електронно-променевиx трубках	Лекція	2, 3, 5, 7	Модульний контроль (написання та аналіз) 3 год.	6-й тиж. семестру
7	Плазмові дисплеї. Дисплеї на польовій емісії (FED)	Лекція	3, 4, 5, 7, 8	Дослідження спектральних характеристик випромінювання напівпровідникового лазера. 3 год	7-й тиж. семестру
8	LCD дисплеї. Принцип роботи LCD дисплеїв.	Лекція	1, 2, 4, 5, 7, 8	Дослідження електричних й оптичних характеристик тліючого розряду. 3 год	8-й тиж. семестру
9	Світлодіодні екрани. Mini/Micro LED. Принципи побудови світлодіодних екранів.	Лекція	1, 3, 4, 5, 7, 8	Проміжний контроль. 3 год.	9-й тиж. семестру

10	OLED дисплеї. Принцип роботи OLED. Матеріали для OLED дисплеїв.	Лекція	3, 4, 7	Фотометричні характеристики засобів відображення інформації. 3 год	10-й тиж. семестру
11	Гнучкі OLED дисплеї. Характеристики OLED дисплеїв. Квантові точки в дисплейних технологіях.	Лекція	4, 5, 7	Робота з LCD. 3 год	11-й тиж. семестру
12	Електронний папір: принцип роботи	Лекція	3, 6, 8	Модульний контроль (написання та аналіз) 3 год.	12-й тиж. семестру
13	Сенсорні дисплеї	Лекція	4, 5, 9	Робота з OLED. 3 год	13-й тиж. семестру
14	Технології тривимірного відображення. 3D дисплеї. Голограми.	Лекція	5, 7, 9	Проміжний контроль 3 год.	14-й тиж. семестру
15	Near-Ееу дисплеї (NED). Дисплеї для медичних застосувань.	Лекція	4, 7	Здача індивідуального завдання 3 год.	15-й тиж. семестру
16	Мультимедійні пристрої відображення інформації. Підсумковий модульний контроль	Лекція	1, 5	Заключне заняття. Узагальнення семестрових підсумків. 3 год	16-й тиж. семестру