Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра
Мікроелектроніки

МАТЕРІАЛИ І КОМПОНЕНТИ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	***Перший (бакалаврський)***
Галузь знань	*15 Автоматизація та приладобудування*
Спеціальність	*153 Мікро- та наносистемна техніка*
Освітня програма	*Електронні мікро- і наносистеми та технології,* *Мікро- та наноелектроніка*
Статус дисципліни	*Нормативна*
Форма навчання	*очна(денна)/дистанційна/змішана*
Рік підготовки, семестр	*1 курс, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*120 годин / 4 кредити ECTS*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*залік*
Розклад занять	*roz.kpi.ua*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: *доцент, к.т.н., Обухова Т.Ю., t.obukhova-me@lll.kpi.ua* Лабораторні: *старший викладач, к.т.н., Осінов С.М., s.osinov-me@lll.kpi.ua*
Розміщення курсу **Код курсу**	Google Classroom: jxubxt4

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Навчальна дисципліна «Матеріали і компоненти мікро- наносистемної техніки» є складовою нормативної освітньої програми та належить до циклу загальної підготовки.

Набуття знання про будову, структуру і властивості матеріалів, а також про основні процеси, які відбуваються в матеріалі під впливом зовнішніх чинників та відтворення на їх основі елементної бази є *метою предмета*.

Для розвитку уміння кваліфіковано обирати матеріал та використовувати його відповідно до призначення та властивостей; а також набуття загальних знань (класифікація, призначення, основні характеристики) про найбільш використовувані електронні компоненти та матеріали є предмет навчальної дисципліни.

Дисципліна формує у здобувачів вищої освіти такі **загальні та фахові компетенції**:

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 10. Навички здійснення безпечної діяльності.

ФК 8. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.

В результаті успішного засвоєння дисципліни здобувачі вищої освіти досягають таких програмних результатів навчання:

ПРН4. 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.

ОП Мікро- та наноелектроніка:

ПРН16. Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та наноелектроніки.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Навчальна дисципліна забезпечує підготовку до вивчення таких освітніх компонентів:

- Згідно зі структурно-логічною схемою ОП «Мікро- та наноелектроніка»: Фізика конденсованого стану (ПО10); Напівпровідникова електроніка (ПО11); Наноелектроніка (ПО14);
- Згідно зі структурно-логічною схемою ОП «Електронні мікро- і наносистеми та технології»: Твердотільна електроніка (ПО11), Основи технологій мікро- та наносистемної техніки (ПО16).

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна містить два змістовні модулі:

- Матеріалознавчі аспекти курсу. Напівпровідникові матеріали їх основні властивості. Розділ 1,2.
- Призначення та основні характеристики компонент мікро- та наносистемної техніки. Розділ 3,

РОЗДІЛ 1. *МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ КУРСУ. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ І КЛАСИФІКАЦІЯ МАТЕРІАЛІВ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ*

Тема 1.1. Предмет, зміст та основні задачі курсу. Основні визначення.

Предмет матеріалознавства. Матеріали мікро-та наносистемної техніки: класифікація, основні види та загальні відомості про властивості матеріалів.

Будова матеріалів, види зв'язку в речовині, поняття про кристалічну структуру та елементи симетрії в кристалі, кристалічні та аморфні тверді тіла.

Елементи зонної моделі твердого тіла, висновки зонної теорії.

Огляд найважливіших фізичних явищ у матеріалах, що виникають при дії електричного та магнітного полів.

Явище електропровідності в матеріалах, класифікація видів електропровідності. Основні поняття та параметри, загальне рівняння електропровідності.

РОЗДІЛ 2. *ВИДИ МАТЕРІАЛІВ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ ТА ЇХ ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ І ЗАСТОСУВАННЯ*

Тема 2.1. ПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ.

Природа електропровідності в металах. Електричні властивості металевих матеріалів .

Механічні властивості та теплопровідність металевих матеріалів.

Контактні явища в металах, вплив середовища на металеві матеріали, корозія.

Особливості електропровідності в тонких плівках та на високих частотах.

Класифікація провідникових матеріалів. Основні групи металевих провідникових матеріалів (металів та сплавів) для електронної техніки.

Неметалеві провідникові матеріали. Композиційні резистивні матеріали.

Тема 2.2. НАПІВПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ.

Загальні властивості напівпровідників, види електропровідності, вплив температури.

Фотоелектричні явища у напівпровідниках. 2.2.3.Особливості властивостей напівпровідників різної структури.

Класифікація напівпровідникових матеріалів, основні параметри.

Основні напівпровідникові матеріали та напрямки їх застосування.

Тема 2.3. ДІЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ.

Загальні фізико-хімічні властивості діелектричних матеріалів.

Основні явища в діелектричних матеріалах: поляризація, електропровідність.

Діелектричні втрати, види втрат, схеми заміщення діелектрика.

Явище електричного пробою у діелектрику. Види пробою у твердих діелектриках.

Класифікація діелектричних матеріалів.

Властивості і застосування важливих пасивних діелектричних матеріалів (органічних та неорганічних).

Активні діелектричні матеріали та компоненти на їх основі.

Тема 2.4. МАГНІТНІ МАТЕРІАЛИ.

Основні явища в матеріалах при дії магнітного поля. Загальна класифікація матеріалів по відношенню до магнітного поля.

Властивості та характеристики феромагнетиків. Методи вимірювань основних параметрів і характеристик магнітних матеріалів.

Особливості властивостей ферімагнетиків.

Класифікація технічних магнітних матеріалів.

Магнітном'які та магнітнотверді матеріали та їх застосування. Магнітні матеріали спеціального призначення.

РОЗДІЛ 3. *ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ*

КОМПОНЕНТІВ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Тема 3.1. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОНЕНТІВ.

Класифікація та загальні характеристики.

Впливи зовнішніх факторів на характеристики компонентів.

Тема 3.2. РЕЗИСТОРИ.

Загальна будова. Конструкції резисторів та матеріали для їх виготовлення.

Класифікація резисторів. Особливості застосування резисторів.

Основні технічні характеристики резисторів, еквівалентна схема заміщення.

Маркування та умовні графічні позначення резисторів в електричних схемах.

Резистори спеціального призначення.

Напівпровідникові пасивні компоненти – лінійні та нелінійні резистори та датчики.

Тема 3.3. КОНДЕНСАТОРИ.

Загальна будова. Конструкції конденсаторів та матеріали для їх виготовлення.

Класифікація конденсаторів. Особливості застосування конденсаторів різних типів

Основні технічні характеристики конденсаторів, еквівалентна схема заміщення.

Маркування та умовні графічні позначення конденсаторів в електричних схемах.

Конденсатори у мікровиконанні, основні характеристики та використання.

Тема 3.4. ІНДУКТИВНІ КОМПОНЕНТИ.

Загальна будова котушки індуктивності. Принцип роботи й основні властивості.

Види конструкцій та основні матеріали, розрахунок величини індуктивності.

Основні технічні характеристики котушки індуктивності, еквівалентна схема заміщення та частотна характеристика котушки індуктивності.

Високочастотні дроселі, особливості конструкції та використання.

Класифікація, маркування та умовні графічні позначення індуктивних компонентів.

Електромагнітні трансформатори, загальна будова, основні параметри.

Деталі і напівфабрикати для створення індуктивних компонентів, інтегральні індуктивності для мікросистем.

Тема 3.5. ФУНКЦІОНАЛЬНІ КОМПОНЕНТИ.

Ознайомлення з поняттям "функціональний компонент", класифікація компонентів за фізичним принципом роботи.

Акустоелектронні прилади, класифікація. Характеристики та застосування деяких видів акустоелектронних компонентів.

Тема 3.6. КОМУТАЦІЙНІ ДРУКОВАНІ ПЛАТИ ТА МАТЕРІАЛИ ДЛЯ НИХ.

Загальні відомості про комутаційні плати. Комутаційні друковані плати.

Основні конструкційні матеріали та захисні матеріали для комутаційних плат.

Припаї та інші матеріали для пайки та монтажу компонентів на плату.

Проблема використання свинцю та інших токсичних речовин у виробах техніки.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Робота №1. Дослідження характеристик сигналів

Робота №2. Дослідження температурної чутливості термісторів

Робота №3. Дослідження температурної залежності металів

Робота №4. Дослідження характеристик діелектричних матеріалів

Робота №5. Визначення температури Кюрі ферромагнетика

Робота №6. Дослідження ідеального р-п переходу

Робота №7. Вимірювання ВАХ діоду

Робота №8. Дослідження діоду Шоттки.

Робота №9. Дослідження випрямного діоду в режимі зворотного включення

Робота№10. Дослідження електронної моделі тунельного діоду

Самостійна робота студентів.

Розподіл часу на виконання самостійної роботи:

1. Підготовка до виконання лабораторних робіт(по 1 годині на кожну роботу.
2. Підготовка до контрольної роботи 1 – 2години.
3. Підготовка до контрольної роботи 2 -2 години.
4. Звіт з СРС- 20 годин.
5. 5.Підготовка до заліку -10 годин.

Теми реферативних завдань для самостійну роботу студентів.

**Типи кубічних і гексагональних просторових ґраток, основні кристалографічні площини і напрямки.

**Неметалеві провідникові та резистивні матеріали.

**Опір провідників на високих частотах.

**Основні параметри та властивості металів – міді, срібла, вольфраму.

**Явища фотопровідності в напівпровідниках, спектральні характеристики матеріалів.

**Види люмінесценції в напівпровідникових матеріалах.

** Властивості основних термопластичних полімерних матеріалів.

** Рідинні кристали.

** Характеристики промислових магнітном'яких феритів та їх застосування.

** Магнітнотверді промислові матеріали та їх застосування.

** Маркування та умовні позначення резисторів в технічній документації.

** Види електролітичних конденсаторів. Полярні та неполярні конденсатори.

** Маркування та умовні позначення конденсаторів в технічній документації.

**Деталі і напівфабрикати для створення електромагнітних дроселів і трансформаторів.

**Конструкції високочастотних котушок індуктивності.

**Типи безсвинцевих припаїв та їх технологічні характеристики.

**Захисні діелектричні матеріали для комутаційних плат.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Борисов О.В. Основи твердотільної електроніки: навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2011. – 462с. Режим доступу: https://me.kpi.ua/downloads/Borysov_Osnovy_TTE_2011.pdf
2. +Бондаренко І.М., Бородін О.В., Карнаушенко В.П., Васильев Ю.С. Прилади та пристрої інтегральної електроніки. Частина 1: навчальний посібник для студентів ЗВО. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 228с.

Режим доступу: https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/14061/3/NP_ch1_2020.pdf.

3. Огородник К.В., Книш Б.П., Ратушний П.М., Лазарев О.О. Моделювання в електроніці: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 118с.

Режим доступу: https://core.ac.uk/download/pdf/199457864.pdf

4. . Елементна база радіоелектронної апаратури: В 4 ч. Ч. 2. Напівпровідники та діоди: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.О. Піддубний, І.О.Товкач. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 117 с.

Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41347/1/EBRA_2.pdf

5. Осадчук В.С., Осадчук О.В. Напівпровідникові діоди \ Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2002. –162с.

Режим доступу: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7852/Np_diod.pdf?sequence=1&isAllowed=y

6. Макаренко В.В., СпивакВ.М. Цифрова і імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз \ Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. –314 с. Режим доступу: https://cutt.ly/JZSKUDm
7. Надкерничний С. П. Матеріали і компоненти електроніки. Практикум. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 78 с. Режим доступу: http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/423/4/9-10-407.pdf

Додаткова література

1. Електронний ресурс : [Інтернет-портал]. – Електронні дані.- Wide Bandgap. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Wide-bandgap_semiconductor
2. Rainer Waser (Ed.), Nanoelectronics and Information Technology. Advanced Electronic Materials and Novel Devices. WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA, 2003 -1002c.

3. Головко Ю.В., Червоний І.Ф., Швець Є.Я., Матеріали і компоненти електроніки: навчальний посібник / – Запоріжжя, ЗДІА, 2011. – 278 с.
4. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Програмне забезпечення інформаційно-вимірювальних систем»\ Укл.: Івашко В.В. – Чернівці: ЧНУ ім. Юрія Федьковича, 2021. – 80с.
5. Царенко О.М. Основи фізики напівпровідників і напівпровідникових приладів \ Навчальний посібник. – Кіровоград.: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2011. –243 с. Режим доступу: https://phm.cuspu.edu.ua/images/doc/navch_material/charenko/3.pdf
6. Проектування та аналіз електричних схем в програмному середовищі Multisim\ Укл.: Медвідь В.З., Пісьціо В.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2181. – 26с. Режим доступу: https://cutt.ly/pZtqYN6.
7. ДСТУ 3008-95.Державний стандарт України. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. – К.: Держстандарт України, 1995. –38с. Режим доступу: https://www.dnu.dp.ua/docs/ndc/standarts/DSTU_3008-95.pdf.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В умовах модульно-кредитної технології навчання заняття відбуваються в активних і творчих формах. Це проблемні й оглядові лекції лабораторні заняття, заняття із застосуванням комп'ютерної та телекомунікаційної техніки. Використовується проблемно-орієнтований та міждисциплінарний підходи до навчання з використанням інформаційних технологій навчання, консультацій з викладачами.

Методи навчання, які застосовуються на заняттях спрямовані на формування активної позиції того, хто навчається, в освітньому процесі (не його вчать, а він вчиться). Перевагу мають продуктивні методи: проблемний виклад, частково-пошукові та дослідницькі методи, презентації, бесіди і дискусії, робота в інтернет- класі – електронні лекції, лабораторні роботи, дистанційні консультації та ін., спрямовані на активізацію і стимулювання навчально-пізнавальної діяльності студентів. Формами організації освітнього процесу є різні типи занять для формування компетентності: тематичні відео матеріали, заняття-семінари, конференції, інтерактивні заняття (заняття дискусійна група, заняття з навчанням одних студентів іншими), інтегровані заняття, проблемні заняття, тощо.

Для формувань уміння та навичок застосовуються такі методи навчання:

- ***вербальні/словесні*** *(лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж);*
- ***наочні*** *(спостереження, ілюстрація, демонстрація);*
- ***практичні*** *(виконання лабораторних робіт, проведення експерименту, практики);*
- ***пояснювально-ілюстративний*** *або* ***інформаційно-рецептивний****, який передбачає пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами;*
- ***репродуктивний****, в основу якого покладено виконання різного роду завдань за зразком;*

- ***метод проблемного викладу.***
- ***частково-пошуковий*** *або* ***евристичний****.*
- ***дослідницький****.*

Самостійна робота студента

Одне із завдань модульно-кредитної технології навчання полягає в розвитку здатності студентів до самоосвіти. На самостійну роботу відведено години для підготовки до аудиторних занять, проведення розрахунків отриманими на лабораторних заняттях, виконання домашньої контрольної роботи (звіту\реферату) .

В умовах модульно-кредитної технології навчання частина самостійної роботи студента (СРС) обов'язково повинна виконуватися під керівництвом викладача- це консультації щодо питань навчальної програми.

Завдання для СРС можуть бути найрізноманітнішими: робота з підручником, довідковою літературою, першоджерелами, тобто робота з книгою з оформленням результату у вигляді реферату або аналітичного огляду. Кількість годин з СРС встановлюєтся відповідно до навчального плану.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчального курсу як система вимог до формування компетентності

Відвідування занять (як лекцій так і лабораторних) є обов’язковим, пропущені заняття та невиконані завдання потребують самостійного доопрацювання та подальшого успішного тестування.

Перед лабораторними роботами студент має ознайомитись. із завданням .Виконане завдання надається на перевірку. Невиконання завдання знижує рейтингові бали згідно вимог РСО.

Звітування з виконання самостійної роботи збільшує рейтингові бали згідно РСО. Звіт виконується відповідно ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки»

Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає:

- ✓ Самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- ✓ Посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- ✓ Дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- ✓ Надання достовірної інформації про результати власної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

Форми контролю

Для перевірки рівня засвоєння студентами знань, умінь і навичок з навчальної дисципліни використовують наступні методи і форми для поточного та підсумкового контролю:

1) метод усного контролю: основне запитання, додаткові, допоміжні; запитання у вигляді проблеми; індивідуальне, фронтальне опитування і комбіноване при викладанні лекцій.
2) опитування при оцінюванні лабораторних робіт
3) метод тестового контролю під час атестацій та під час лекцій по матеріалам попередньої лекції. (поточний контроль). Тестовий контроль виконуєтся за 100 бальною шкалою відповідно до РСО.

Поточний контроль успішності студентів – це систематична перевірка знань студентів, яка проводиться викладачем на поточних заняттях відповідно до розкладу та відповідно до робочої програми. Проводиться викладачем, що веде дисципліну, безпосередньо під час її вивчення. Його мета – систематична перевірка розуміння та засвоєння теоретичного навчального матеріалу, уміння використовувати теоретичні знання при виконанні практичних завдань тощо.

Календарний контроль відбувається двічі на семестр Для проходження першого контролю студент має набрати 20% від максимального рейтингу, для другого -40%.

Підсумковий або семестровий контроль – контроль навчальних досягнень студентів з метою оцінки якості освоєння ними програми навчальної дисципліни. Мета підсумкового контролю – виявити засвоєння навчальної дисципліни в цілому, розуміння навчального матеріалу. Підсумковий контроль здійснюється у формі складання заліку відповідно до освітньої програми та визначаються можливості переходу до наступного етапу навчання.

Підсумковий контроль у формі заліку здійснюється на останньому занятті учбового семестру.

Для Оцінювання рівня засвоєння дисципліни застосовується рейтингова система оцінювання успішності студентів. Семестровим контролем є залік. Умовою допуску до заліку є: виконання та захист запланованих лабораторних робіт, при цьому попередній рейтинг має складати не менше 60% (умова отримання заліку в режимі «автомат»)

Студенти виконують підсумкову залікову роботу (тест), якщо вони не отримали достатньої оцінки для заліку за рейтингом, або якщо бажають підвищити рейтингову оцінку.

Оцінювання залікової контрольної роботи проводиться за критеріями правильності та повноти відповіді на запитання та вирішення завдань, що поставлені студенту за 100 бальною шкалою.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Семестровий контроль здійснюється у вигляді заліку. Студенти, які набрали протягом семестру необхідну для позитивної оцінки кількість балів мають можливості:

- не складати залік, а отримати оцінку „автоматом” відповідно до набраного рейтингу з дисципліни;

- складати залік з метою підвищення оцінки.

У разі отримання на заліку оцінки нижчої, ніж за рейтингом, за студентом не зберігається оцінка отримана „автоматом”.

Студенти, семестровий рейтинг яких відповідає оцінці „незадовільно”, зобов’язані складати залік.

Студенти, які за семестровим рейтингом не допущені до заліку з цієї дисципліни, зобов’язані підвищити його до рівня не менше 60%. Оцінка визначається за сумою набраних рейтингових балів відповідно до системи розрахунку шкали рейтингу.

Рейтинговий бал студента нараховується за наступними правилами:

1. Виконання оцінюваних лабораторних робіт Ваговий бал 1. Максимальна кількість балів 1х20=20. Бали нараховуються в разі правильного виконання завдань передбачених лабораторними роботами. 2. Захист лабораторних робіт Ваговий бал
2. Максимальна кількість балів 2х20=40. Бали нараховуються за результатами захисту робіт. Захист полягає у відповіді на запитання викладача.
3. Модульна контрольна робота. Розділена на дві контрольні роботи. Максимальна кількість балів 2х15=30.

4. СРС – максимальний бал 10.

Система рейтингових (вагових)балів.

№пп	Заняття, що підлягають рейтиноговій оцінки	Загальна кількість	Макс бал	Число балів на відмінно
1	Оцінка лабораторних робіт виконання захист	20 20	1 2	20 40
2	Контрольна робота	2	15	30
3	СРС	1	10	10

Рейтинг за курс -100 балів

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	*Оцінка*
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: ст.викладач каф. МЕ, к.т.н. , Осіновим С.М., доц. каф. МЕ, к.т.н., Обухова Т.Ю.

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки ФЕЛ (протокол № 27 від 21.06.2024р.)

Погоджено Методичною комісією ФЕЛ (протокол № 06/2024 від 27.06.2024 р.)