



Технологія нанесення функціональних покриттів у радіоелектроніці

Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Статус освітнього компонента	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній
Обсяг освітнього компонента	4 кредити
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Лекція 2,4 години на тиждень, практичне заняття 1,2 години на тиждень за розкладом на rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника освітнього компонента / викладачів	Лектор: к.т.н., старший викладач, Ущачовський Дмитро Юрійович, ushchapovskyi.dmytro@ill.kpi.ua

Програма освітнього компонента

1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчення та результати навчання

Освітній компонент «Технологія нанесення функціональних покриттів у радіоелектроніці» є однією із вибірових освітніх компонент при підготовці фахівців із спеціалізації «Хімічні технології та інженерія». При засвоєнні освітнього компонента студенти знайомляться із способами нанесення та застосування металевих та неметалевих покриттів у приладобудуванні; знайомляться з будовою та способами виготовлення друкованих плат, вимогами, які до них ставлять та із сферою їх застосування, вивчають технологічні процеси виготовлення одношарових, багатшарових та гнучких друкованих плат.

Предмет освітнього компонента: способи нанесення функціональних металевих та неметалевих покриттів у приладобудуванні та при виробництві плат друкованого монтажу.

- ЗК 01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК03 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- ФК 01 Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач;
- ФК 04 Здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії.

Після засвоєння освітнього компонента студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі. ПРН 02.

Розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризику. ПРН 05.

Розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосовування в хімічній інженерії. ПРН 06.

Крім цього мають продемонструвати -

знання:

- технологій нанесення функціональних полімерних та неметалевих покриттів у радіоелектроніці;
- основних типів друкованих плат, які застосовують у промисловості;
- технологій виготовлення одношарових та багатошарових друкованих плат;
- технологій нанесення захисного рельєфу;
- технологій нанесення гальванічних покриттів на друковані плати;
- технологій металізації діелектриків при виготовленні друкованих плат;
- методів контролю якості гальванічних та хімічних покриттів на друкованих платах;
- основного обладнання для виготовлення плат друкованого монтажу;
- способів утилізації кольорових і коштовних металів із відпрацьованих електролітів і промивних вод.

уміння:

- проводити обґрунтований вибір неметалевих покриттів згідно умов експлуатації виробів та вимог споживача;
- здійснити контроль якості металевих покриттів в радіоелектроніці;
- вибрати склад електроліту та режим електролізу для нанесення електролітичних покриттів;
- розрахувати тривалість процесу нанесення гальванічного покриття, струмове навантаження на електролізері, товщину осаджуваного покриття;
- виявити причину браку при нанесенні захисного рельєфу, гальванічних та хімічних покриттів на друковані плати та вміти визначити заходи для їх усунення.

досвід:

- організації технологічних процесу нанесення функціональних металевих та неметалевих покриттів у радіоелектроніці;
- застосування процесів нанесення функціональних покриттів при виробництві плат друкованого монтажу.
-

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

Пререквізити. Зазначається перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння даної освітнього компонента:

Основи теоретичної електрохімії	Термодинамічні характеристики електрохімічних систем. Електродні потенціали. Види перенапруги. Кінетичні параметри електродних процесів.
---------------------------------	--

<p>Основи процесів осадження і розчинення металів</p>	<p>Теорія електрохімічної кристалізації металів. Вплив складу розчину та режиму електролізу на структуру та властивості осадів металів.</p>
---	---

Постреквізити. Даний освітній компонент є необхідною для засвоєння наступних освітніх компонент: «Переддипломна практика», «Дипломне проектування».

3. Зміст освітнього компонента

Тема 1. Конструкційні матеріали для виготовлення друкованих плат у приладобудуванні

Призначення друкованих плат. Вимоги, які ставлять до друкованих плат. Терміни та визначення. Типи друкованих плат: одно- і двобічні, з підвищеною густиною монтажу, багатошарові, гнучкі друковані плати, Класи точності друкованих плат.

Вимоги, які ставлять до матеріалів. Склотекстоліт, гетинакс. Матеріали для виготовлення багатошарових друкованих плат та гнучких друкованих плат. Металева фольга, вимоги до неї, методи одержання.

Тема 2. Способи виготовлення друкованих плат

Загальна порівняльна характеристика способів виготовлення друкованих плат, їх переваги та недоліки. Вибір технології виготовлення друкованих плат у залежності від їх призначення.

Хімічний (субтрактивний) спосіб виготовлення друкованих плат. Технологічні операції при негативному і позитивному способах одержання друкованих плат, обладнання, що застосовують.

Електрохімічний (напівадитивний) спосіб виготовлення друкованих плат. Технологічна схема процесу. Підготовка поверхні нефольгованих діелектриків. Застосування електрохімічного методу для виготовлення плат на металевій основі. Устаткування, яке використовують в електрохімічному способі виготовлення друкованих плат.

Комбінований спосіб виготовлення друкованих плат. Технологічні процеси в негативному і позитивному методах. Переваги і недоліки позитивного і негативного методів. Застосування комбінованого позитивного методу для виготовлення друкованих плат із підвищеною густиною монтажу. Устаткування для виготовлення друкованих плат комбінованим способом.

Адитивний спосіб виготовлення друкованих плат, його переваги та недоліки. Технологічна схема процесу і можливі варіанти. Устаткування, яке використовується. Виготовлення друкованих плат способом переносу. Застосування струмопровідних паст для нанесення провідного рисунку на друковані плати. Виготовлення гнучких друкованих плат з використанням фольгованих і нефольгованих діелектриків.

Конструктивні особливості багатошарових друкованих плат (БДП). Матеріали для виготовлення БДП. Способи виготовлення БДП. Спосіб металізації наскрізних отворів, технологічна схема виробництва. Складання і пресування пакета БДП, обладнання, яке застосовують. Хімічне і плазмове травлення діелектрика в отворах БДП. Особливості виготовлення БДП на діелектрику з тонкомірною фольгою.

Тема 3. Хімічні способи нанесення функціональних покриттів в приладобудуванні та технології виготовлення друкованих плат

Хімічне міднення. Призначення процесу. Основні закономірності хімічного міднення. Сенсibilізація і активація поверхні діелектрика; розчини, які застосовують. Пряме активування діелектрика в суміщеному розчині. Регенерація паладію із відпрацьованих розчинів активування.

Технологічний процес хімічного міднення. Параметри процесу. Причини нестабільності розчинів хімічного міднення і способи їх усунення. Приготування і коректування розчинів. Основні неполадки процесу хімічного міднення. Устаткування для хімічної металізації. Регенерація міді із відпрацьованих розчинів хімічного міднення.

Безпаладієві способи металізації друкованих плат. Термохімічна металізація.

Технологія травлення друкованих плат. Устаткування для струминного травлення. Утилізація металів із відпрацьованих травильних розчинів. Призначення процесу. Вимоги до травильних розчинів. Способи травлення друкованих плат. Травильні розчини на основі хлорного заліза, хлорної міді (кислі та лужні), персульфатів, перекису водню, їх порівняльна характеристика. Регенерація травильних розчинів.

Призначення захисного рельєфу у виробництві друкованих плат. Вимоги, які пред'являють до захисного рельєфу. Способи нанесення захисного рельєфу. Нанесення захисного рельєфу способом фотохімічного друку. Нанесення захисного рельєфу з використанням сухих плівкових фоторезистів (СПФ). Склад СПФ, їх маркування. Технологічна схема нанесення захисного рельєфу із застосуванням СПФ, устаткування, яке використовується. Переваги СПФ.

Нанесення захисного рельєфу методом трафаретного друку. Технологічна схема. Фарби для трафаретного друку, їх класифікація.

Устаткування дільниць трафаретного друку. Заходи з усунення статичної електрики.

Нанесення захисної маски методом трафаретного друку. Нанесення захисної маски методом фотохімічного друку.

Тема 4. Способи електроосадження функціональних гальванічних покриттів в приладобудуванні

Електрохімічне міднення. Вимоги, які пред'являють до мідних покриттів. Електроліти, які використовують, їх порівняльна характеристика. Аноди, які використовують для нанесення покриття. Основні неполадки при мідненні із кислих електролітів. Контроль якості мідних покриттів.

Електрохімічне осадження олова та сплаву олово-свинець. Призначення покриття. Електроліти і режими процесів, які застосовуються. Основні неполадки при осажденні сплаву олово-свинець. Контроль якості покриття. Оплавлення сплаву олово-свинець. Видалення сплаву з кінцевих друкованих контактів плат.

Нанесення легкоплавких сплавів на струмопровідний рисунок друкованих плат. Гальванічне покриття контактів і роз'ємів друкованих плат золотом, паладієм, родієм, сріблом. Устаткування для нанесення гальванічних покриттів на кінцеві друковані контакти плат. Регенерація коштовних металів із промивних вод і відпрацьованих електролітів.

Конструктивні особливості гальванічних ванн та супутнього обладнання у виробництві плат друкованого монтажу

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології електрохімічних виробництв. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Базова:

1. Гальванічні покриття. Аспекти вибору, функціональні властивості і технологія одержання: навч. посібник / Г. Я. Якименко, В. М. Артеменко ; за ред. Б. І. Байрачного. — Х. : НТУ «ХПІ», 2009. — 148 с.

2. *Технологія нанесення неметалевих покриттів та виробництво плат друкованого монтажу [Електронний ресурс] : підручник / Л. А. Яцюк, О. В. Косогін, Д. Ю. Ущатовський, О. В. Лінючева, Ю. Ф. Фатеев; Електронні текстові дані (1 файл: 6,9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – 330 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/24954>*

Додаткова:

1. *Технічна електрохімія : підручник / Г. Я. Якименко, В. М. Артеменко ; за ред. Б. І. Байрачного. — Х. : НТУ «ХПІ», 2006. — Ч. 3. : Гальванічні виробництва. — 272 с.*
2. *Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. – Київ: Либідь, 1993. - 568 с.*
3. *Якименко Г.Я. Технологія виробництва друкованих плат: Навч. посібник. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2001. - 152с.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

При читанні лекцій застосовуються засоби для проведення відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій та слайдів також використовуються наочні експонати зразків матеріалів та друкованих плат. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, призначеними для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	1 тиждень	<u>Типи друкованих плат та матеріали для виготовлення друкованих плат.</u> Призначення друкованих плат. Вимоги, які ставлять до друкованих плат. Терміни та визначення. Типи друкованих плат: одно- і двобічні, з підвищеною густиною монтажу, багатошарові, гнучкі друковані плати, Класи точності друкованих плат. Конструкційні матеріали для виготовлення друкованих плат. Вимоги, які ставлять до матеріалів. Склотекстоліт, гетинакс. Матеріали для виготовлення багатошарових друкованих плат та гнучких друкованих плат. Металева фольга, вимоги до неї, методи одержання. Основні визначення терміни і поняття.
2	2 тиждень	<u>Способи виготовлення друкованих плат: фізичні, хімічні та електрохімічні.</u> Загальна порівняльна характеристика способів виготовлення друкованих плат, їх переваги та недоліки. Вибір технології виготовлення друкованих плат у залежності від їх призначення.
3	3 тиждень	<u>Хімічний (субтрактивний) спосіб виготовлення друкованих плат.</u> Технологічні операції при негативному і позитивному способах одержання друкованих плат, обладнання, що застосовують. Електрохімічний (напівадитивний) спосіб виготовлення друкованих плат. Технологічна схема процесу. Підготовка поверхні нефольгованих діелектриків. Застосування електрохімічного методу для виготовлення плат на металевій основі. Устаткування, яке використовують в електрохімічному способі виготовлення друкованих плат.
4	4 тиждень	<u>Способи виготовлення друкованих плат: комбінований, адитивний, спосіб виготовлення багатошарових плат.</u> Комбінований спосіб виготовлення друкованих плат. Технологічні процеси в негативному і позитивному методах. Переваги і недоліки позитивного і негативного методів.

		<i>Застосування комбінованого позитивного методу для виготовлення друкованих плат із підвищеною густиною монтажу. Тентінг метод. Устаткування для виготовлення друкованих плат комбінованим способом. Адитивний спосіб виготовлення друкованих плат, його переваги та недоліки. Технологічна схема процесу і можливі варіанти. Виготовлення друкованих плат способом переносу. Застосування струмопровідних паст для нанесення провідного рисунку на друковані плати. Виготовлення гнучких друкованих плат з використанням фольгованих і нефольгованих діелектриків.</i>
5	5 тиждень	<i><u>Виготовлення багатошарових друкованих плат.</u> Конструктивні особливості багатошарових друкованих плат (БДП). Спосіб металізації наскрізних отворів, технологічна схема виробництва. Складання і пресування пакета БДП, обладнання, яке застосовують. Хімічне і плазмове травлення діелектрика в отворах БДП. Особливості виготовлення БДП на діелектрику з тонкомірною фольгою.</i>
6	6 тиждень	<i><u>Процеси активації нефольгованих діелектричних матеріалів.</u> Сенсibilізація і активація поверхні діелектрика; розчини, які застосовують, теоретичні основи процесів. Пряме активування діелектрика в суміщеному розчині. Регенерація паладію із відпрацьованих розчинів активування.</i>
7	7 тиждень	<i><u>Хімічне міднення.</u> Призначення процесу. Основні закономірності хімічного міднення. Технологічний процес хімічного міднення. Параметри процесу. Причини нестабільності розчинів хімічного міднення і способи їх усунення. Приготування і коректування розчинів. Основні неполадки процесу хімічного міднення. Устаткування для хімічної металізації. Регенерація міді із відпрацьованих розчинів хімічного міднення.</i>
8	8 тиждень	<i><u>Травлення міді у виробництві струмопровідного рисунку.</u> Порівняльна характеристика травильних розчинів міді. Призначення процесу. Вимоги до травильних розчинів. Способи травлення друкованих плат. Травильні розчини на основі хлорного заліза, хлорної міді (кислі та лужні), персульфатів, перекису водню, їх порівняльна характеристика. Регенерація травильних розчинів. Технологія травлення друкованих плат. Устаткування для струминного травлення. Утилізація міді із відпрацьованих травильних розчинів.</i>
9	9 тиждень	<i><u>Нанесення захисного рельєфу та захисної маски.</u> Нанесення захисного рельєфу способом фотохімічного друку. Призначення захисного рельєфу у виробництві друкованих плат. Вимоги, які пред`являють до захисного рельєфу. Нанесення захисного рельєфу з використанням сухих плівкових фоторезистів (СПФ). Склад СПФ, їх маркування. Технологічна схема нанесення захисного рельєфу із застосуванням СПФ, устаткування, яке використовується. Переваги СПФ.</i>
10	10 тиждень	<i><u>Нанесення захисного рельєфу методом трафаретного друку.</u> Технологічна схема. Фарби для трафаретного друку, їх класифікація. Устаткування дільниць трафаретного друку. Заходи з усунення статичної електрики. Нанесення захисної маски методом фотохімічного друку.</i>

11	11 тиждень	<u>Гальванічні процеси у виробництві друкованих плат. Електрохімічне міднення.</u> Вимоги, які пред`являють до мідних покриттів. Електроліти, які використовують, їх порівняльна характеристика. Аноди, які використовують для нанесення покриття. Основні неполадки при мідненні із простих електролітів. Контроль якості мідних покриттів.
12	12 тиждень	<u>Особливості формування осадів металу при електроосажденні в отворах друкованих плат.</u> Заходи з поліпшення рівномірності розподілу металу в отворах друкованої плати, що металізуються. Металізація глухих отворів міжшарових з'єднань.
13	13 тиждень	<u>Електроосадження металорезистів.</u> Електрохімічне осаждення олова, сплавів олово-свинець та олово-нікель. Призначення покриттів. Електроліти і режими процесів, які застосовуються. Основні неполадки при осажденні сплаву олово-свинець. Контроль якості покриття. Оплавлення металорезистів. Видалення металорезисту із струмопровідного рисунку друкованих плат.
14	14 тиждень	<u>Допоміжні гальванічні процеси у виробництві друкованих плат.</u> Гальванічне покриття контактів і роз'ємів друкованих плат золотом, паладієм, родієм, сріблом. Регенерація коштовних металів із промивних вод і відпрацьованих електролітів.
15	15 тиждень	<u>Технологічні особливості гальванічних процесів у виробництві друкованих плат</u> Допоміжне обладнання гальванічних ванн. Заходи з поліпшення рівномірності розподілу металу по поверхні струмопровідного рисунку в процесі електроосаждення.
16	16 тиждень	<u>Фінішні покриття друкованих плат</u> Нанесення покриттів на основі олова на контактні площадки гарячим способом. Імерсійне лудіння, золотіння. Захисні неметалеві покриття. <u>Способи контролю якості та види дефектів друкованих плат.</u> Контроль якості мідних покриттів. Контроль якості готової плати.
17	17 тиждень	Модульна контрольна робота.
18	18 тиждень	Заключне заняття. Залік.

Практичні заняття

Метою практичних занять є закріплення здобутих студентом теоретичних знань здобутих на лекційних заняттях. На практичних заняттях студенти розв'язують технологічні задачі та роблять доповіді, складають контрольні опитування.

№	Тиждень	Опис заняття
1	1 тиждень	Тема. 1. Вступне заняття. Будова друкованих плат різних типів. Матеріали для виробництва друкованих плат. Оголошення тем доповідей.
2	2 тиждень	Тема. 2. Вибір основного обладнання для електроосаждення металів при виробництві друкованих плат. Контрольне опитування 1 за темою лекційних занять 1-2.

3	3 тиждень	Тема.3. Допоміжне обладнання для електроосадження металів при виробництві друкованих плат. Контрольне опитування 2 за темою лекційних занять 3-4.
4	4 тиждень	Тема.4. Гальванічне міднення у виробництві друкованих плат. Контрольне опитування 3 за темою лекційних занять 5-6.
5	5 тиждень	Тема.5. Баланс напруги на гальванічній ванні. Контрольне опитування 4 за темою лекційних занять 7-8.
6	6 тиждень	Тема 6. Особливості технологічних процесів попереднього та основного міднення друкованих плат. Контрольне опитування 5 за темою лекційних занять 9-10
7	7 тиждень	Тема 7. Методи контролю якості гальванічних покриттів. Контрольне опитування 6 за темою лекційних занять 11-12.
8	8 тиждень	Тема 8. Навісні радіоелементи та способи їх монтажу. Контрольне опитування 7 за темою лекційних занять 13-14.
9	9 тиждень	Тема 9. Захист розрахунково-графічної роботи. Контрольне опитування 8 за темою лекційних занять 15-16.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, виконання РГР, підготовка до контрольних опитувань на практичних заняттях, підготовка до написання МКР, підготовка до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, підготовка до опитувань на лекціях	3 години на тиждень
Виконання РГР	7 годин
Підготовка до МКР	7 годин
Підготовка до заліку	7 години

Політика та контроль

7. Політика освітнього компонента

У звичайному режимі роботи університету лекції проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному та дистанційному режимах лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій є обов'язковим.

На практичних заняттях проводиться письмове опитування за матеріалами попередніх лекцій безпосередньо в навчальній аудиторії або у випадку дистанційного навчання в он-лайн режимі із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, телеграм тощо).

Правила написання контрольного опитування:

1. У звичайному або змішаному режимі роботи університету контрольна робота пишеться студентом на практичному занятті і повинна бути подана викладачу на перевірку до кінця заняття.
2. У випадку дистанційної форми роботи університету студент має у письмовій формі надіслати відповіді на запитання через Google Classroom, Телеграм тощо.

3. У випадку дистанційної роботи університету контрольне опитування зараховується, якщо відповіді надіслані у визначений викладачем час, але не пізніше ніж 23:59 поточного дня опитування.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів.

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: робота на практичних заняттях - написання контрольних опитувань, підготовка доповідей із презентаціями на практичних заняттях; розрахунково-графічна робота; модульна контрольна робота.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

8.1. Рейтинг студента з освітнього компонента розраховується виходячи із 100-бальної шкали.

Рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- 1) контрольні опитування на практичних заняттях;
- 2) робота на практичних заняттях — доповідь із презентацією на практичному занятті;
- 3) виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- 4) написання модульної контрольної роботи.

8.2. Критерії нарахування балів:

8.2.1. Контрольні опитування на практичних заняттях

Вагомий бал – 5. Максимальна кількість балів за контрольні опитування: 5 бали x 8 = 40 балів. Контрольні опитування проводяться у вигляді тестування. Кожне контрольне опитування містить 10 запитань, вірна відповідь на яке оцінюється у 0,5 бала.

8.2.2. Робота на практичних заняттях

Вагомий бал – 20. У якості роботи на практичному занятті студент повинен підготувати усну доповідь із презентацією за тематикою практичних занять, погодженою із викладачем. Допповідь може бути оцінена максимум у 10 балів, кожен студент може підготувати не більше двох доповідей 2x10 балів=20 балів.

Критерії оцінювання доповіді:

<u>9-10 балів «відмінно»:</u> (не менше 90 % потрібної інформації)	Повне викладення матеріалу. Оформлення повністю відповідає поставленим вимогам. Студент повністю володіє викладеною інформацією при відповідях на питання
---	---

	<i>захисту. Матеріал взято не з кафедральних джерел інформації.</i>
<i><u>7 - 8 балів «добре»:</u> (не менше 75 % потрібної інформації)</i>	<i>Повне викладення матеріалу. Студент достатньо повно володіє викладеною інформацією. Є незначні невідповідності теми матеріалу, часткове запозичення матеріалу з кафедральних джерел.</i>
<i><u>4 - 6 балів «задовільно»:</u> (не менше 60 % потрібної інформації)</i>	<i>Неповне викладення матеріалу. Є значні невідповідності теми матеріалу, значне запозичення матеріалу з кафедральних джерел.</i>
<i><u>0 - 3 бали</u> <u>«незадовільно»:</u></i>	<i>Матеріал доповіді відповідає темі. Матеріал повністю запозичено із кафедральних джерел. Матеріал майже не викладено.</i>

8.2.3. Розрахунково-графічна робота

Вагомий бал – 20. Максимальна кількість балів за розрахунково-графічну роботу дорівнює: 20 балів. Захист роботи полягає у відповідях студента на питання викладача щодо використаних алгоритмів розрахунків, теоретичних основ вирішуваних завдань.

Критерії оцінювання виконання розрахунково-графічної роботи:

<i><u>17-20 балів «відмінно»:</u> (не менше 90 % потрібної інформації)</i>	<i>Повне викладення матеріалу. Оформлення повністю відповідає поставленим вимогам. Студент повністю володіє викладеною інформацією при відповідях на питання захисту.</i>
<i><u>13 - 16 балів «добре»:</u> (не менше 75 % потрібної інформації)</i>	<i>Повне викладення матеріалу. Оформлення із незначними недоліками. Студент достатньо повно володіє викладеною інформацією при відповідях на питання захисту.</i>
<i><u>10 - 12 балів «задовільно»:</u> (не менше 60 % потрібної інформації)</i>	<i>Неповне викладення матеріалу. Оформлення із значними недоліками. Студент не повністю володіє викладеною інформацією при відповідях на питання захисту.</i>
<i><u>0 - 9 балів</u> <u>«незадовільно»:</u></i>	<i>Матеріал РГР не відповідає темі. Оформлення не відповідає вимогам. Наявний плагіат. Студент не володіє викладеним матеріалом при відповідях на питання захисту.</i>

8.2.4. Модульна контрольна робота(МКР)

Ваговий бал – 20. Модульна контрольна проводиться у вигляді тестування. Студентам видається 40 тестових завдань, вірна відповідь на кожне оцінюється в 0,5 бала. Сумарно $0,5 \cdot 40 = 20$ балів.

8.3. Календарний контроль

Умовою отримання позитивної оцінки «атестовано» за перший календарний контроль є позитивна оцінка мінімум з трьох контрольних опитувань та виконання однієї роботи на практичному занятті $3 \times 5 = 15$ балів.

Умовою отримання позитивної оцінки «атестовано» за другий календарний контроль є позитивна оцінка мінімум з шести контрольних опитувань та однієї доповіді $5 \times 6 + 10 = 40$ балів.

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з освітнього компонента (RD):

Сума вагових балів контрольних заходів (R_c) протягом семестру складає:

$$R = \sum_k r_k + \left(\sum_s r_s \right) = 40 + 20 + 20 + 20 = 100 \text{ балів} + \left(\sum_s r_s \right);$$

$$R = \sum_k r_k = 100 \text{ балів}$$

Сума як штрафних, так і заохочувальних балів (r_s) не повинна перевищувати, як правило, $0,1R$ (тобто 10 балів).

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів.

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою отримання заліку є позитивна оцінка за контрольних опитувань, роботи на практичних заняттях, виконання та захисту розрахунково-графічної роботи, написання модульної контрольної роботи. Для отримання заліку з освітнього компонента «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів. Умовою допуску до складання заліку є виконання розрахунково-графічної роботи та написання модульної контрольної роботи.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. При цьому до рейтингових балів з розрахунково-графічної роботи та написання модульної контрольної роботи додаються бали за залікову контрольну роботу. Завдання залікової контрольної роботи складається з **чотирьох** питань різних розділів силябусу. Кожне питання контрольної роботи оцінюється у 20 балів відповідно до системи оцінювання. Загалом за залікову контрольну роботу студент максимально отримує $4 \times 20 = 80$ балів.

Критерії оцінювання питань залікової контрольної роботи:

<p><u>18-20 бали «відмінно»:</u> (не менше 90 % потрібної інформації)</p>	<p>повні і безпомилкові відповіді на усі запитання залікового завдання, абсолютно вірні вирішення розрахункових вправ з елементами оригінального, творчого підходу до пояснення прийнятих рішень, бездоганне обґрунтування цих рішень на основі демонстрації вмінь залучати фундаментальні знання</p>
<p><u>14 -17 балів «добре»:</u> (не менше 75 % потрібної інформації)</p>	<p>повні і взагалі вірні відповіді на усі запитання і розрахункові завдання з 1–5 незначними помилками або зауваженнями математичного, хімічного, методичного характеру або з зауваженнями щодо наукової і літературної грамотності оформлення і викладення залікового матеріалу.</p>

<u>10-13 балів «задовільно»:</u> (не менше 60 % потрібної інформації)	взагалі вірна відповідь на запитання з 5–6 незначними помилками та 1–2 зауваженнями принципового характеру, пов'язаного з неповнотою знань з фундаментальних основ хімії
<u>0-9 балів «незадовільно»:</u>	Невірна відповідь, повністю не відповідає поставленому питанню.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Вимоги до оформлення реферату, перелік запитань до залікової роботи видаються студентам викладачем через систему «Електронний кампус», або розміщуються у Google Classroom «**Технологія нанесення функціональних покриттів у радіоелектроніці**» (платформа Sikorsky-distance).
- Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час написання контрольних заходів: власноруч написаний конспект лекцій.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри технології електрохімічних виробництв:

к.т.н., доц. Ущাপовський Д.Ю.

Ухвалено кафедрою ТЕХВ (протокол № 15 від 23.06.2025)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.05.2025)