



Технологія нанесення функціональних покриттів у радіоелектроніці

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

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

Програма освітньої компоненти

1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Освітня компонента «Технологія нанесення функціональних покриттів у радіоелектроніці» є однією із спеціальних дисциплін при підготовці фахівців із спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних і органічних матеріалів». При засвоєнні освітньої компоненти 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, багатошарових та гнучких друкованих плат.

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

Метою освітньої компоненти є формування у студентів здатностей:

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- K03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- K10. Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції;

- K11. Здатність проектувати хімічні процеси з урахуванням технічних, законодавчих та екологічних обмежень;
- K12. Здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ПРО2. Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництва хімічних речовин та матеріалів на їх основі.

ПРО3. Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості.

ПРО6. Розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосовування в хімічній інженерії.

ПРО7. Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

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 освітньої компоненти (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 освітньої компоненти:

Теоретична електрохімія	Термодинамічні характеристики електрохімічних систем. Електродні потенціали. Види перенапруги. Кінетичні параметри електродних процесів.
Основи процесів осадження і розчинення металів	Теорія електрохімічної кристалізації металів. Вплив складу розчину та режиму електролізу на структуру та властивості осадів металів.

Постреквізити. Дана освітня компонента є необхідною для засвоєння наступних освітніх компонент: «Переддипломна практика», «Дипломне проектування».

3. Зміст освітньої компоненти

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 достоїнства 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. Достоїнства 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.

Аддитивний 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 маркірування. 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 діляниць 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. Ущаповський, О. В. Лінючева, Ю. Ф. Фатєєв; 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 термінів і поняття.
2	2 тиждень	<u>Способи виготовлення друкованих плат: фізичні, хімічні та електрохімічні.</u> Загальна порівняльна характеристика способів виготовлення друкованих плат, їх достоїнства 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.

		<i>Устаткування, яке використовують в електрохімічному способі виготовлення друкованих плат.</i>
4	4 тиждень	<i><u>Способи виготовлення друкованих плат: комбінований, адитивний, спосіб виготовлення багатошарових плат.</u> Комбінований спосіб виготовлення друкованих плат. Технологічні процеси в негативному і позитивному методах. Достойнства і недоліки позитивного і негативного методів. 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 маркірування. 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</i>

		<i>дільниць трафаретного друку. Заходи з усунення статичної електрики. Нанесення захисної маски методом фотохімічного друку. Нанесення легкоплавких сплавів на струмопровідний рисунок друкованих плат. Захисні неметалеві покриття.</i>
11	11 тиждень	<i><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 кислих електролітів. Контроль якості мідних покриттів.</i>
12	12 тиждень	<i><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.</i>
13	13 тиждень	<i><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.</i>
14	14 тиждень	<i><u>Допоміжні гальванічні процеси у виробництві друкованих плат.</u> Гальванічне покриття контактів і роз`ємів друкованих плат золотом, паладієм, родієм, сріблом. Регенерація кошовних металів із промивних вод і відпрацьованих електролітів.</i>
15	15 тиждень	<i><u>Технологічні особливості гальванічних процесів у виробництві друкованих плат</u> Допоміжна оснастка гальванічних ванн. Заходи з поліпшення рівномірності розподілу металу по поверхні струмопровідного рисунку в процесі електроосаждення.</i>
16	16 тиждень	<i><u>Способи контролю якості та види дефектів друкованих плат.</u> Контроль якості мідних покриттів. Контроль якості готової плати.</i>
17	17 тиждень	<i>Написання МКР</i>
18	18 тиждень	<i>Заключне заняття. Залік.</i>

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	8 годин
Підготовка до МКР	8 годин
Підготовка до заліку	8 години

7. Політика освітньої компоненти

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 експрес контрольної роботи:

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 скан (фото) відповідей 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: написання контрольних опитувань на лекціях, виконання розрахунково-графічна робота, написання модульної контрольної роботи.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.
3. Семестровий контроль: залік.
- 4.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

8.1. Рейтинг студента з освітньої компоненти розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- 1) опитування на лекціях;
- 3) виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- 4) написання модульної контрольної роботи.

8.2. Критерії нарахування балів:

8.2.1. Опитування на лекціях

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів на всіх лекційних заняттях дорівнює: 5 бали x 8 = 40 балів.

Критерії оцінювання

<u>5 балів</u> «відмінно»: (не менше 90 % потрібної інформації)	повна і вичерпно вірна відповідь на запитання лектора;
<u>4 бали</u> «добре»: (не менше 75% потрібної інформації)	вірна, в цілому, відповідь з незначними погрішностями, або формулювання вірної відповіді після невеликої навідної допомоги викладача чи іншого студента
<u>3 бали</u> «задовільно»: (не менше 60 % потрібної інформації)	відповідь з помилками принципового характеру як наслідок слабких знань фундаментальних положень хімії; високий процент плагіату
<u>0-2 бали</u> «незадовільно»:	дуже неповна відповідь; наявний плагіат або повне копіювання чужих відповідей

8.2.2. Розрахунково-графічна робота

Вагомий бал – 40. Максимальна кількість балів за РГР дорівнює: $4 \times 10 = 40$ балів. Кількість балів за РГР розраховується як сума балів за 4 завдання, при оцінюванні яких враховується: якість оформлення; актуальність (новизну інформації); відповідність матеріалу темі; правильність розрахунків; наявність посилань на новітні науково-технічні літературні джерела. Захист роботи полягає у відповідях студента на питання викладача щодо використаних алгоритмів розрахунків, теоретичних основ вирішуваних завдань.

Критерії оцінювання питання РГР:

<u>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 захисту.
<u>8-9 бали «добре»:</u> (не менше 75 % потрібної інформації)	Повне викладення матеріалу. Оформлення із незначними недоліками. Студент достатньо повно володіє викладеною інформацією при відповідях на питання захисту.
<u>5-7 бали «задовільно»:</u> (не менше 60 % потрібної інформації)	Неповне викладення матеріалу. Оформлення із значними недоліками. Студент не повністю володіє викладеною інформацією при відповідях на питання захисту.
<u>0 - 4 бали «незадовільно»:</u>	Матеріал РГР не відповідає темі. Оформлення не відповідає вимогам. Наявний плагіат. Студент не володіє викладеним матеріалом при відповідях на питання захисту.

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 $0,5 \times 40 = 20$ балів.

8.3. Календарний контроль

Умовою отримання позитивної оцінки «атестовано» за перший календарний контроль є позитивна оцінка мінімум з 3 експрес контрольних робіт $3 \times 5 = 15$ балів.

Умовою отримання позитивної оцінки «атестовано» за другий календарний контроль є позитивна оцінка мінімум з 6 опитувань на лекціях $6 \times 5 = 30$ балів.

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з освітньої компоненти (RD):

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

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

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

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 експрес контрольні роботи, розрахунково-графічну роботу та модульну контрольну роботу. Для отримання позитивної оцінки із заліку з освітньої компоненти потрібно мати рейтинг не менше 60 балів. Умовою допуску до складання заліку є виконання розрахунково-графічної 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 за виконану розрахунково-графічну роботу додаються бали за залікову контрольну роботу. Завдання залікової контрольної роботи складається з **трьох** питань різних розділів силабусу з переліку. Кожне питання контрольної роботи оцінюється у 20 балів відповідно до системи оцінювання. Загалом за залікову контрольну роботу студент максимально отримує $3 \times 20 = 60$ балів.

Критерії оцінювання питань залікової контрольної роботи:

<u>18-20 бали «відмінно»:</u> (не менше 90 % потрібної інформації)	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
<u>14-17 балів «добре»:</u> (не менше 75 % потрібної інформації)	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.
<u>7-13 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>0-7 балів «незадовільно»:</u>	Незадовільна відповідь

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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 РГР, 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., ст. викл. Ущাপовський Д.Ю.

Ухвалено кафедрою **ТЕХВ** (протокол №18 від 24.06.2024р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 21.06.2024р)