

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

(повне найменування закладу вищої освіти)

**Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва**

(назва кафедри, яка відповідає за дисципліну)

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Ректор (перший проректор)



**В.Г. Прушківський**

2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Інженерія поверхні»**

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) **«Відновлення та підвищення зносостійкості деталей та конструкцій»**

(назва спеціалізації)

інститут, факультет **Фізико-технічний ін-т ЗНТУ, інженерно-фізичний фак-т**

(назва інституту, факультету)

мова навчання **Українська**

Робоча програма «Інженерія поверхні» для студентів

(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 131 Прикладна механіка,

освітня програма (спеціалізація) «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей та конструкцій».

(назва спеціалізації)

„\_\_\_” \_\_\_\_\_, 2020 року – 20 с.

Розробники: Бережний С.П., доцент, канд. техн. наук.

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол від “19” 02 \_\_\_\_\_ 2020 року № 7

Завідувач кафедри ОТЗВ

(підпис)



О.В. Овчинников  
(прізвище та ініціали)

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 року

Схвалено науково-методичною комісією ІФ факультету

Протокол від. “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 року № \_\_\_

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 року Голова

(підпис)



О.В. Климов  
(прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми\*

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 року

Керівник групи \_\_\_\_\_

(\_\_\_\_\_)

ініціали)

(підпис)

(прізвище та

\*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

\_\_\_\_\_, 2020 рік

## Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 6	Галузь знань 13 "Механічна інженерія (шифр і назва)	обов'язкова	
Модулів – 4	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) <u>131 "Прикладна механіка"</u> освітня програма: <u>«Відновлення та підвищення зносостійкості деталей та конструкцій»</u>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 16		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання : <u>курсний проект</u>		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 180		2-й	2-й
	<b>Лекції</b>		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,3 самостійної роботи студента – 6,4	Освітній ступінь: <u>магістр</u>	30 год.	4 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		8 год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		8 год.	6 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		89 год.	125 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b> курсний проект - 45 год.			
Вид контролю: залік, захист КП			

**Примітка.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 0,34 (46/134)

для заочної форми навчання – 0,07 (10/170)

## Мета навчальної дисципліни

Мета – поглиблення знань студентів щодо фізико-хімічних процесів, механізмів, закономірностей при створенні та нанесенні поверхневих шарів та формуванні властивостей поверхневих шарів...

Завдання - опанувати методики інженерних розрахунків режимів технологічних процесів створення та формування поверхневих шарів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати **загальні компетентності:**

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК10. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК12. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

КІ-1 Здатність використовувати сучасні засоби автоматичного проектування технологій та устаткування для інженерії поверхні

### **фахові компетентності:**

ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК2. Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

ФК4. Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.

ФК9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

КСП-1 Здатність використовувати базові уявлення про різноманітність технологічних процесів інженерії поверхні.

КСП-2 Здатність використовувати сучасні уявлення про методологію проектування технологічних процесів інженерії поверхні.

КСП-3 Здатність розробляти сучасні технологічні процеси інженерії поверхні.

КСП-4 Здатність використовувати сучасні уявлення про методологію модернізації технологій та технологічного оснащення методів інженерії поверхні.

КСП-5 Здатність розробляти технологічні процеси методами інженерії поверхні інноваційного характеру.

## Очікувані програмні результати навчання:

PH2) використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань;

PH6) створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин;

PH7) застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам;

PH9) знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми;

PH14) здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів;

01.ПФ.Д.01.ПР.О.01 Використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової документації, розробляти можливі варіанти технологічних процесів формування покриття.

01.ПФ.Д.01.ПР.О.02 Використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової документації, розробляти можливі варіанти технологічних процесів модифікування поверхні.

01.ПФ.Д.02.ПР.О.03 Використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової літератури, вибирати оптимальний варіант технологічного рішення формування покриття.

01.ПФ.Д.02.ПР.О.04 Використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової літератури, вибирати оптимальний варіант технологічного рішення модифікування поверхні.

02.ПФ.Д.02.ПР.О.05 Використовуючи знання з побудови технологічних процесів, за допомогою джерел з науково-технічної інформації визначати можливі шляхи інноваційного характеру для удосконалення технологій інженерії поверхні.

02.ПФ.Д.02.ПР.О.06 Використовуючи знання з технологій інженерії поверхні за допомогою визначених можливих шляхів інноваційного характеру створювати методологію встановлення критеріїв інноваційності науково-технічного рішення.

02.ПФ.Д.02.ПР.О.07 Використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою встановлених критеріїв інноваційності приймати науково-технічне рішення з удосконалення технологій інженерії поверхні.

02.ПФ.Д.03.ПР.О.08 Використовуючи знання з технологій інженерії поверхні за допомогою нормативної та технологічної документації, сучасних засобів автоматичного проектування технологічних процесів, проектувати технологічний процес інженерії поверхні інноваційного характеру.

01.ПФ.Д.01.ПР.О.02 Використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової документації, розробляти можливі варіанти технологічних процесів модифікування поверхні.

01.ПФ.Д.02.ПР.О.03 Використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової літератури, вибирати оптимальний варіант технологічного рішення формування покриття.

01.ПФ.Д.02.ПР.О.04 Використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової літератури, вибирати оптимальний варіант технологічного рішення модифікування поверхні.

02.ПФ.Д.02.ПР.О.06 Використовуючи знання з технологій інженерії поверхні за допомогою визначених можливих шляхів інноваційного характеру створювати методологію встановлення критеріїв інноваційності науково-технічного рішення.

02.ПФ.Д.02.ПР.О.07 Використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою встановлених критеріїв інноваційності приймати науково-технічне рішення з удосконалення технологій інженерії поверхні.

03.ПФ.Д.02.ПР.О.04 Використовуючи знання з проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою техніко-економічних норм на технологічні операції, обирати оптимальний варіант інженерного рішення.

04.ПФ.Д.01.ПР.О.01 Використовуючи знання з технологічної підготовки виробництва за допомогою відповідних нормативних документів розробляти схеми управління виробничими процесами.

01.ПФ.Д.01.ПР.О.02 Використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової документації, розробляти можливі варіанти технологічних процесів модифікування поверхні.

01.ПФ.Д.02.ПР.О.03 Використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової літератури, вибирати оптимальний варіант технологічного рішення формування покриття.

01.ПФ.Д.02.ПР.О.04 Використовуючи основні принципи і методи проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою довідкової літератури, вибирати оптимальний варіант технологічного рішення модифікування поверхні.

02.ПФ.Д.02.ПР.О.06 Використовуючи знання з технологій інженерії поверхні за допомогою визначених можливих шляхів інноваційного характеру



створювати методологію встановлення критеріїв інноваційності науково-технічного рішення.

02.ПФ.Д.02.ПР.О.07 Використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою встановлених критеріїв інноваційності приймати науково-технічне рішення з удосконалення технологій інженерії поверхні.

03.ПФ.Д.02.ПР.О.04 Використовуючи знання з проектування технологічних процесів інженерії поверхні за допомогою техніко-економічних норм на технологічні операції, обирати оптимальний варіант інженерного рішення

04.ПФ.Д.01.ПР.О.01 Використовуючи знання з технологічної підготовки виробництва за допомогою відповідних нормативних документів розробляти схеми управління виробничими процесами.

01.ПФ.Д.03.ПР.О.05 Використовуючи знання з вимог до технологій інноваційного характеру за допомогою методик проектування технологічних процесів, модернізувати технології та технологічне оснащення методів інженерії покриття.

01.ПФ.Д.03.ПР.О.06 Використовуючи знання з вимог до технологій інноваційного характеру за допомогою методик проектування технологічних процесів, модернізувати технології та технологічне оснащення методів модифікування поверхні.

01.ПФ.Д.03.ПР.О.05 Використовуючи знання з вимог до технологій інноваційного характеру за допомогою методик проектування технологічних процесів, розробляти технології інженерії покриття інноваційного характеру

01.ПФ.Д.03.ПР.О.06 Використовуючи знання з вимог до технологій інноваційного характеру за допомогою методик проектування технологічних процесів, розробляти технології модифікування поверхні інноваційного характеру.

02.ПФ.Д.02.ПР.О.05 Використовуючи знання з побудови технологічних процесів, за допомогою джерел з науково-технічної інформації визначати можливі шляхи інноваційного характеру для удосконалення технологій інженерії поверхні.

02.ПФ.Д.02.ПР.О.06 Використовуючи знання з технологій інженерії поверхні за допомогою визначених можливих шляхів інноваційного характеру створювати методологію встановлення критеріїв інноваційності науково-технічного рішення.

02.ПФ.Д.02.ПР.О.07 Використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою встановлених критеріїв інноваційності приймати науково-технічне рішення з удосконалення технологій інженерії поверхні.

02.ПФ.Д.03.ПР.О.08 Використовуючи знання з технологій інженерії поверхні за допомогою нормативної та технологічної документації, сучасних засобів автоматичного проектування технологічних процесів, проектувати технологічний процес інженерії поверхні інноваційного характеру.

## 2 Програма навчальної дисципліни

### **Модуль 1 ПП.03.01 Характеристики поверхневих шарів.**

#### **Змістовий модуль 1. КСП.101 Будова поверхневих шарів.**

**Тема 1.** Вступ. Мета, завдання й порядок вивчення курсу.

Будова поверхневих шарів.

#### **Змістовий модуль 2 КСП.-1.02. Функціональні покриття.**

**Тема 2.** Умови роботи деталей. Функціональні покриття.

#### **Змістовий модуль 3 КСП.-1.03. Критерії вибору конструкції покриттів.**

**Тема 3** Типи покриттів. Критерії вибору конструкції покриття.

#### **Змістовий модуль 4 КСП.-1.04. Вибір способу модифікування поверхонь.**

**Тема 4** Аналіз способів модифікування поверхонь.

### **Модуль 2 ПП.03.02 Технології інженерії поверхні.**

#### **Змістовий модуль 5 КСП.-3.01. Класифікація технологічних процесів.**

**Тема 5** Класифікація технологічних процесів інженерії поверхні.

#### **Змістовий модуль 6 КСП.-3.02. Основні показники технологічного процесу.**

**Тема 6.** Процеси вакуумного осадження матеріалів. Технології та параметри.

**Тема 7.** Характеристика способів наплавлення та плакування. Обробка наплавлених деталей.

**Тема 8.** Технології модифікування поверхні концентрованими потоками енергії. Закономірності лазерного зміцнення та легування. Модифікування електронним променем. Іонна імплантація, властивості поверхні. Плазмові та комбіновані способи зміцнення поверхні. Методика розрахунку температури нагрівання поверхні.

**Тема 9.** Електроіскрове легування. Критерії ерозійної стійкості матеріалів. Формування і властивості покриттів.

**Тема 10.** Технології деформаційного зміцнення поверхневих шарів. Розрахунок глибини поширення деформації поверхневого пластичного деформування. Технологічні параметри ультразвукового та дробострумінного зміцнення.

**Тема 11.** Технології гальванічного нанесення покриття. Структура і властивості. Хімічне осадження.

**Тема 12.** Технології дифузійного насичення. Технологічні параметри методів хіміко-термічної обробки.

**Змістовий модуль 7 КСП.-3.03.** . Правила забезпечення технологічності деталей, що підлягають обробці методами інженерії поверхні.

**Тема 13.** Технологічність деталей.

**Змістовий модуль 8 КСП.-3.04.** Стадії і послідовність розроблення технологічних процесів.

**Тема14.** Стадії і послідовність розроблення технологічних процесів.



**Модуль 3 ПП.03.03 Основи оптимізації технологій.**

**Змістовий модуль 9 КСП.-4.01.** Основні напрямки удосконалення технологічних процесів.

**Тема 15.** Напрямки удосконалення технологічних процесів.

**Змістовий модуль 10 КСП.-4.02.** Методологія вибору раціонального варіанта технологічного рішення.

**Тема 16.** Вибір раціонального варіанта технологічного рішення.

**Змістовий модуль 11 КСП.-4.03.** Методи діагностики та контролю функціональних властивостей поверхонь.

**Тема 17.** Методи діагностики та контролю функціональних властивостей поверхонь.

**Змістовий модуль 12 КСП.-4.04** Техніко-економічне порівняння варіантів технологічного процесу.

**Тема 18.** Техніко-економічне порівняння варіантів технологічного процесу.

**Модуль 4 ПП.03.04 Методологія проектування технологічних процесів інженерії поверхні.**

**Змістовий модуль 13 - КСП.-2.01** Задачі та основні етапи створення керованих автоматизованих технологічних процесів.

**Тема 19.** Етапи створення керованих автоматизованих технологічних процесів.

**Змістовий модуль 14 - КСП.-2.02** Використання ЕОМ для керування процесами інженерії поверхні.

**Тема 20.** Керування процесами інженерії поверхні.

**Змістовий модуль 15 - КСП-5.01** Технології інженерії поверхні інноваційного характеру.

**Тема 21.** Технології інженерії поверхні інноваційного характеру.

**Змістовий модуль 16 - КІ-1.01** Засоби автоматичного проектування в інженерії поверхні.

**Тема 22.** Засоби автоматичного проектування в інженерії поверхні.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усь ого	у тому числі					усно-го	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1 ПП.03.01 Характеристики поверхневих шарів</b>												
Змістовий модуль 1 - КСП.101 Будова поверхневих шарів												
Тема 1. Вступ. Мета, завдання й порядок вивчення курсу. Будова поверхневих шарів.	3	1				2	4,1	0,1				4
Змістовий модуль 2 КСП.-1.02. Функціональні покриття.												
Тема 2. Умови роботи деталей. Функціональні покриття.	6	1	2			3	5,1	0,1	1			4
Змістовий модуль 3 КСП.-1.03. Критерії вибору конструкції покриттів.												
Тема 3 Типи покриттів. Критерії вибору конструкції покриття.	4	1				3	4.1	0.1				4
Змістовий модуль 4 КСП.-1.04. Вибір способу модифікування поверхонь.												
Тема 4 Аналіз способів модифікування поверхонь.	7	2				5	4.1	0.1				4
<b>Разом по модулю 1</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>2</b>			<b>13</b>	<b>17.4</b>	<b>0.4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>16</b>
<b>Модуль 2 ПП.03.02 Технології інженерії поверхні</b>												
Змістовий модуль 5 КСП.-3.01. Класифікація технологічних процесів.												
Тема 5 Класифікація технологічних процесів інженерії поверхні.	6	2				4	8.4	0.4				8
Змістовий модуль 6 КСП.-3.02. Основні показники технологічного процесу.												
Тема 6. Процеси вакуумного осадження матеріалів. Технології та параметри.	16	4	2	2		8	13.6	0.6	0.5	0.5		12

<b>Тема 7.</b> Характеристика способів наплавлення та плакування. Обробка наплавлених деталей. Напилення покриття.	5	1				4	4.1	0.1				4
<b>Тема 8.</b> Технології модифікування поверхні концентрованими потоками енергії. Закономірності лазерного зміцнення та легування. Модифікування електронним променем. Іонна імплантація, властивості поверхні. Плазмові та комбіновані способи зміцнення поверхні. Методика розрахунку температури нагрівання поверхні.	15	3	2	2		8	13.4	0.4	0.5	0.5		1 2
<b>Тема 9.</b> Електро-іскрове легування. Критерії ерозійної стійкості матеріалів. Формування і властивості покриттів.	5	1				4	8.1	0.1				8
<b>Тема 10.</b> Технології деформаційного зміцнення поверхневих шарів. Розрахунок глибини поширення деформації поверхневого пластичного деформування. Технологічні параметри ультразвукового та дробострумінного зміцнення.	8	2				6	12.4	0.4				1 2

Тема 11. Технології гальванічного нанесення покриття. Структура і властивості. Хімічне осадження.	16	2	2	4		8	13.4	0.4	1	2		10
Тема 12. Технології дифузійного насичення. Технологічні параметри методів хіміко-термічної обробки.	10	2				8	10.6	0.6				10
Змістовий модуль 7 КСП.-3.03. Правила забезпечення технологічності деталей, що підлягають обробці методами інженерії поверхні.												
Тема 13 Технологічність деталей.	4	1				3	5.1	0.1				5
Змістовий модуль 8 КСП.-3.04 . Стадії і послідовність розроблення технологічних процесів.												
Тема14 Стадії і послідовність розроблення технологічних процесів.	4	1				3	4.1	0.1				4
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>83</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>8</b>		<b>52</b>	<b>84.8</b>	<b>2.8</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>77</b>
<b>Модуль 3 ПП.03.03 Основи оптимізації технологій</b>												
Змістовий модуль 9 КСП.-4.01. Основні напрямки удосконалення технологічних процесів.												
Тема 15 Напрямки удосконалення технологічних процесів	4	1				3	4.1	0.1				4
Змістовий модуль 10 КСП.-4.02. Методологія вибору раціонального варіанта технологічного рішення.												
Тема16 Вибір раціонального варіанта технологічного рішення.	4	1				3	4.1	0.1				4
Змістовий модуль 11 КСП.-4.03. Методи діагностики та контролю функціональних властивостей поверхонь.												
Тема 17 Методи діагностики та контролю функціональних властивостей поверхонь	4	1				3	4.1	0.1				4

Змістовий модуль 12 КСП.-4.04 Техніко-економічне порівняння варіантів технологічного процесу.											
Тема 18 Техніко-економічне порівняння варіантів технологічного процесу	4	1				3	4.1	0.1			4
<b>Разом за модулем 3</b>	<b>16</b>	<b>4</b>				<b>12</b>	<b>16.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>
<b><u>Модуль 4 ПП.03.04 Методологія проектування технологічних процесів інженерії поверхні</u></b>											
Змістовий модуль 13 - КСП.-2.01 Задачі та основні етапи створення керованих автоматизованих технологічних процесів.											
Тема 19 Етапи створення керованих автоматизованих технологічних процесів.	4	1				3	4.1	0.1			4
Змістовий модуль 14 - КСП-2.02 Використання ЕОМ для керування процесами інженерії поверхні.											
Тема 20 Керування процесами інженерії поверхні.	4	1				3	4.1	0.1			4
Змістовий модуль 15 - КСП-5.01 Технології інженерії поверхні інноваційного характеру.											
Тема 21 Технології інженерії поверхні інноваційного характеру.	4	1				3	4.1	0.1			4
Змістовий модуль 16 - Засоби автоматичного проектування в інженерії поверхні											
Тема 22 Засоби автоматичного проектування в інженерії поверхні	4	1				3	4.1	0.1			4
<b>Разом за модулем 4</b>	<b>16</b>	<b>4</b>				<b>12</b>	<b>16.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>
<b>Усього годин</b>	<b>135</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>89</b>	<b>135</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>125</b>
<b>ІНДЗ</b>	<b>45</b>						<b>45</b>				
<b>Усього годин</b>	<b>180</b>						<b>180</b>				

### 5. Теми семінарських занять

№ з/П	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	1 Дослідження структури газотермічних покриттів	2
2	2 Реакційне напилення покриття	2
3	4 Поверхнева обробка металів лазером	2
4	7 Вивчення мікроструктури поверхневих шарів після хіміко-термічної обробки	2
	Разом:	8

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	3 Дослідження процесів автовакуумування та сублимації в герметичних об'ємах при контакті різнорідних металів	2
2	5 Поверхнєве плазмове зміцнення	2
3	6 Технологія гальванічного нанесення покриття	2
4	8 Технологія алітування	2
	Разом:	8
	<b>Разом практичні та лабораторні:</b>	<b>16</b>

### 8. Самостійна робота

№ теми	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Вступ. Мета, завдання й порядок вивчення курсу. Будова поверхневих шарів.	2	4
2	Умови роботи деталей. Функціональні покриття.	3	4
3	Типи покриттів. Критерії вибору конструкції покриття	3	4
4	Аналіз способів модифікування поверхонь	5	4
5	Класифікація технологічних процесів інженерії поверхні	4	8
6	Процеси вакуумного осадження матеріалів. Технології та параметри	8	12
7	Характеристика способів наплавлення та плакування. Обробка наплавлених деталей	4	4
8	Технології модифікування поверхні концентрованими потоками енергії. Закономірності лазерного зміцнення та легування. Модифікування електронним променем. Іонна імплантація, властивості поверхні. Плазмові та комбіновані способи зміцнення поверхні. Методика розрахунку температури нагрівання поверхні.	8	12

9	Електроіскрове легування. Критерії ерозійної стійкості матеріалів. Формування і властивості покриттів.	4	8
10	Технології деформаційного зміцнення поверхневих шарів. Розрахунок глибини поширення деформації поверхневого пластичного деформування. Технологічні параметри ультразвукового та дробострумінного зміцнення.	6	12
11	Технології гальванічного нанесення покриття. Структура і властивості. Хімічне осадження.	8	10
12	Технології дифузійного насичення. Технологічні параметри методів хіміко-термічної обробки.	8	10
13	Технологічність деталей.	3	5
14	Стадії і послідовність розроблення технологічних процесів	3	4
15	Напрямки удосконалення технологічних процесів	3	3
16	Вибір раціонального варіанта технологічного рішення	3	4
17	Методи діагностики та контролю функціональних властивостей поверхонь	3	4
18	Техніко-економічне порівняння варіантів технологічного процесу	3	4
19	Етапи створення керованих автоматизованих технологічних процесів.	3	4
20	Керування процесами інженерії поверхні	3	4
21	Технології інженерії поверхні інноваційного характеру	3	4
22	Засоби автоматичного проектування в інженерії поверхні	3	4
	<b>Всього</b>	<b>89</b>	<b>125</b>

### 9. Індивідуальні завдання

Курсовий проект – розробка технології відновлення поверхні та нанесення покриття

### 10. Методи навчання

Лекції, лабораторні заняття, курсовий проект

### 11. Очікувані результати навчання з дисципліни

Опанувавши дисципліну, студент повинен вміти:

- обґрунтувати та обрати метод формування чи нанесення покриття;
- обрати необхідні матеріали покриття та прогнозувати їхні властивості;
- вибрати необхідне обладнання;
- призначити основні технологічні режими;
- проводити розрахунки технологічних процесів формування покриття;
- дослідити структури покриття та поверхневих шарів;
- визначати причини утворення дефектів покриття;
- прогнозувати властивості та виконувати розрахунки на міцність поверхневих шарів;
- застосовувати технології інженерії поверхні інноваційного характеру;
- застосовувати засоби автоматичного проектування в інженерії поверхні.



## 12. Засоби оцінювання

Рубіжний контроль, залік

## 13. Критерії оцінювання

Приклад для заліку

Поточне тестування та самостійна робота																						Сума
Модуль 1				Модуль 2								Модуль 3				Модуль 4				100		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	100
6	4	5	4	4	8	8	6	4	6	5	5	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

Відвідування лекційних занять – 1 бал.

Виконання практичних та лабораторних робіт – 3 бали.

Підсумок модульного контролю – 1 бал.

Приклад при виконанні курсового проекту (роботи)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 30	до 30	100

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>	задовільно	
60-69	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання практичної роботи № 1 «Дослідження структури газотермічних покриттів» з дисципліни «Інженерія поверхні» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: С.П.Бережний,– Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 18 с.

2. Методичні вказівки до виконання практичної роботи № 2 «Реакційне напилення покриття» з дисципліни «Інженерія поверхні» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання /Укл.: С.П. Бережний – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. - 10 с.

3. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 3 «Дослідження процесів автовакуумування та сублимації в герметичних об'ємах при контакті різнорідних металів» з дисципліни «Інженерія поверхні» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: С.П. Бережний,– Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. - 6 с.

4. Методичні вказівки до виконання практичної роботи № 4 «Обробка металів лазером» з дисципліни «Інженерія поверхні» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл. Бережний С.П.– Запоріжжя ЗНТУ, 2019 – 20 с.

5. Методичні вказівки до до виконання лабораторної роботи № 5 «Поверхнєве плазмове зміцнення» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл. Бережний С.П.– Запоріжжя ЗНТУ, 2019 – 10 с.

6. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 6 «Технологія гальванічного нанесення покриття» з дисципліни «Інженерія поверхні» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: С.П. Бережний – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. - 10 с.

7. Методичні вказівки до виконання практичної роботи № 7 «Вивчення мікроструктури поверхневих шарів після хіміко-термічної обробки» з дисципліни «Інженерія поверхні» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та устаткування

зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: С.П. Бережний – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. - 14 с.

8. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 8 «Технологія алітування» з дисципліни «Інженерія поверхні» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання. / Укл.: С.П. Бережний – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. - 10 с.

9. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Інженерія поверхні» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл.: С.П. Бережний, -Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 10 с.

10. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Інженерія поверхні» для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» всіх форм навчання / Укл.: С.П. Бережний, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 14 с.

11. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерія поверхні» (Частина 1) для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей та конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: С.П. Бережний. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019 – 78 с.

12. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерія поверхні» (Частина 2) для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей та конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: С.П. Бережний. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019 – 62 с.

13. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерія поверхні» (Частина 3) для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей та конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: С.П. Бережний. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019 – 78 с.

14. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерія поверхні» (Частина 4) для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізація (освітня програма) «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей та конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: С.П. Бережний. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019 – 72 с.

## **15. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Ющенко, К. А. Інженерія поверхні [Текст] : Підручник для студентів навчальних закладів / К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, та інш.; – К.: Наук. думка, 2007. – 558 с.

2. Харламов, Ю. О. Фізика, хімія та механіка поверхні твердого тіла [Текст] : Навчальний посібник / Ю. О. Харламов, М. А. Будаг'янц - Луганськ: Вид-во СУДУ, 2000. - 624 с.
3. Борисов, Ю. С. Плазменные порошковые покрытия [Текст] / Ю. С. Борисов, А. Л. Борисова. — К.: Техніка, 1986. — 223 с.
4. Азаренков, Н.А. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии [Текст] : учебное пособие / Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк и др. - Харьков: ХНУ им. В. Н. Каразина, 2009,- 209 с.
5. Кузнецов, В. Д. Фізико-хімічні основи інженерії поверхні [Текст] : Навч. посібник / В. Д. Кузнецов, К. А. Ющенко. - Київ: ВІПОЛ, 2005. - 372 с.

### Допоміжна

6. Кузнецов, В.Д. Фізико-хімічні основи створення покриттів [Текст] : Навч. посібник / В.Д. Кузнецов, В.М. Пащенко — К.: НМЦ ВО, 1999. —176 с.
7. Сидоренко, С.И. Материаловедческие основы инженерии поверхности [Текст] / С.И. Сидоренко, В.Д. Кузнецов, В.Н. Пащенко. — К.: Наук, думка, 2001. — 230 с.
8. Папартович А.П. Справочник по лазерной технике. [Текст] : Перевод с немецкого Белоусова В.Н. – М.: Энергоатомиздат. – 1991. – 544 с.
9. Борисов, Ю.С. Компьютерное моделирование процесса плазменного напыления [Текст] / Ю. С. Борисов, И. В. Кривцун, А.Ф. Мужиченко и др. // Автоматическая сварка. – 2000. - № 12. – С. 14-20.
10. Квасніцький, В. В. Паяння матеріалів. Дослідження фізико-хімічних процесів та технологічних факторів паяння [Текст] : навчальний посібник / / В.В. Квасніцький, В. Ф. Квасницький, Б.В. Бугаєнко, Г.В. Єрмолаєв; Під наук. ред. В. Ф. Квасницького. - Миколаїв: НУК, 2006. - 160 с.
11. Губар, Є. Я. Практикум з матеріалознавства [Текст] : навч. Г 93 посіб. / Є.Я. Губар, І. І. Фенько. - М-во освіти і науки України, Черкас, держ. технол. ун-т. - Черкаси : ЧДТУ, 2010. - 235 с.
12. Большаков, В. І. Прикладне матеріалознавство [Текст] / В.І.Большаков, О.Ю.Береза, В.І. Харченко – Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-VAL», 2000. – 290 с.
13. Банных, О. А. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа [Текст] / О. А. Банных, П. Б. Будберг, С. П. Алисова и др. – М.: Металлургия, 1986. – 440 с.
14. Балоян, Б.М. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения [Текст] : Учебное пособие / Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов; Международный университет природы, общества и человека «Дубна» - М.: 2007 – 125 с.
15. Папартович, А.П. Справочник по лазерной технике [Текст] : Перевод с немецкого / А.П. Папартович. Перевод Белоусова В.Н. – М.: Энергоатомиздат. – 1991. – 544 с.

16. Лахтин, Ю.М. Химико-термическая обработка металлов [Текст] : / Ю.М. Лахтин, Б.Н. Арзамасов; М.: Металлургия, 1985. – 256 с.

17. Петрунин, И.Е. Справочник по пайке [Текст] : / Под ред. И.Е. Петрунина. — М.: Машиностроение, 1984. – 400 с.

## 16. Інформаційні ресурси

1. <https://www.twirpx.com/file/1897100/> Патон Б.Є. (ред.) Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин Збірник наукових статей за результатами, отриманими в 2013—2015 рр. Київ: Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, 2015. – 816 с.
2. <https://www.twirpx.com/file/937743/> Инженерия поверхности. Новые порошковые композиционные материалы. Сварка. Международный симпозиум 2011 22-25 марта Часть 1
3. <https://www.twirpx.com/file/792989/> Суслов А.Г. Инженерия поверхности деталей Монография. М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.

\_\_\_\_\_, 2020 рік