



[RE-308] ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ. ЧАСТИНА 2



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 - Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	172Б ІТР - Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки (ЄДЕБО id: 49229)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна (І.П.)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5,5 кред. (Лекц. 36 год, Практик. 18 год, Лаб. 36 год, СРС. 75 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Новосад А. А. , Практ.: Новосад А. А. , Лаб.: Головня В. М. , СРС.: Новосад А. А.
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Друга частина дисципліни «Проектування інтелектуальної радіоелектронної апаратури» присвячена питанням проектування технологічної документації на виріб; технологічних процесів виробництва деталей; розроблення необхідного оснащення; налаштування,

контролю і випробування готової продукції. Основне завдання технолога – спроектувати технологічний процес і забезпечити виробництво готової продукції. Без розуміння принципів побудови виробничих процесів важко спроектувати надійний радіоелектронний прилад, що задовольняє всім вимогам технічного завдання і може експлуатуватись кілька років без відмов.

В результаті проходження дисципліни у студентів формуються наступні загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 03. Здатність планувати та управляти часом.
- ЗК 04. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- ЗК 05. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово
- ЗК 07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Фахові компетентності (ФК):

- ФК 01. Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства.
- ФК 02. Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.
- ФК 04. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.
- ФК 06. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.
- ФК 14. Готовність до вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з тематики інвестиційного (або іншого) проекту засобів телекомунікацій та радіотехніки.
- ФК 16. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні вузлів телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв і систем
- ФК 25. Здатність обґрунтовано вибирати САПР для виконання аналізу, розрахунку, оптимізації вихідних характеристик математичних та схемних моделей аналогових та цифрових пристроїв в залежності від діапазону частот з урахуванням факторів зовнішнього впливу, використовувати інформаційні ресурси Internet для отримання

математичних та конструкторських моделей радіокомпонент від виробників виходячи від оцінки особливостей передачі інформації в радіомережах.

Програмні результати навчання (ПРН):

- ПРН 01. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов.
- ПРН 02. Застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах.
- ПРН 03. Визначати та застосовувати у професійній діяльності методики випробувань інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів.
- ПРН 05. Навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних.
- ПРН 07. Грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки.
- ПРН 08. Описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці.
- ПРН 09. Аналізувати та виконувати оцінку ефективності методів проектування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.
- ПРН 11. Застосовувати міжособистісні навички для взаємодії з іншими людьми та залучення їх до командної роботи.
- ПРН 13. Застосовувати фундаментальні і прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах.
- ПРН 14. Застосовування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування телекомунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв.
- ПРН 16. Застосування розуміння основ метрології та стандартизації у галузі телекомунікацій та радіотехніки у професійній діяльності.
- ПРН 17. Розуміння та дотримання вітчизняних і міжнародних нормативних документів з питань розроблення, впровадження та технічної експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем.
- ПРН 18. Знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через

електронний пошук.

- ПРН 19. Здійснювати стандартні випробування інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів.
- ПРН 20. Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.
- ПРН 21. Забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.
- ПРН 22. Контролювати технічний стан інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем у процесі їх технічної експлуатації з метою виявлення погіршення якості функціонування чи відмов, та його систематична фіксація шляхом документування.
- ПРН 31. Застосовувати основи конструювання радіоелектронної апаратури інтелектуальних систем та новітню компонентну базу, матеріали при проектуванні радіоелектронної апаратури інтелектуальних систем.

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

Студенти мають вміти працювати в SolidWorks (дисципліна "Тривимірне моделювання РЕА"). Мати розуміння і навички проектування РЕА (дисципліна "Проектування інтелектуальної радіоелектронної апаратури» Частина 1). Знання та навички отримані при вивченні дисципліни стануть в нагоді в практичній діяльності випускника і дозволять грамотно проектувати радіоелектронну апаратуру

3. Зміст навчальної дисципліни

Зміст дисципліни: 36 год. лекцій, 36 год. лабораторних робіт, 18 практичних робіт., МКР, Екзамен

Лекційний матеріал додатково засвоюється на практичних заняттях.

Лекції

Тема 1 Технічна підготовка виробництва РЕА

1.1 Вступ. Технологічна підготовка виробництва РЕА. 1.2 Понятійний апарат. 1.3 Основи технологічної підготовки виробництва радіоелектронної апаратури. 1.4 Поняття про технологічність.

Тема 2 Технології виробництва деталей

2.1 Ливарне виробництво або лиття 2.2 Обробка різанням у виробництві РЕА 2.3 Штампування , пресування, ковка 2.4 Порошки і кераміка 2.5 Фізико-хімічні технології 2.6 Попередня підготовка поверхні 2.7 Технології зміни властивостей

Тема 3 Покриття

3.1 Неорганічні покриття 3.2 Органічні покриття

Тема 4 Технології мікроелектроніки

4.1 Основи тонкоплівкової і товстоплівкової технологій 4.2 Основи напівпровідникових технологій . Герметизація

Тема 5 Технології налаштувань, контролю і випробувань

Тема 6 Перспективні технології у виробництві РЕА

Лабораторні заняття

- 1 Дослідження прецизійних фотошаблонів
- 2 Дослідження процесів контактної фотолітографії
- 3 Дослідження принципів побудови і конструкції вакуумних установок для нанесення тонких плівок
- 4 Дослідження процесів отримання тонких плівок вакуум-термічним випаровуванням
- 5 Дослідження конструкцій і топології тонко-, товстоплівкових і напівпровідникових мікросхем
- 6 Дослідження продуктивності та точності обробки металів за допомогою електроерозії
- 7 Дослідження різальних інструментів та контрольовано-вимірних засобів
- 8 Різальний інструмент. свердла. фрези. мітчики. плашки. протяжки
- 9 Дослідження прес-форм

Практичні заняття

- 1 Розмірні кола. Розрахунки
- 2 Бази і базування
- 3 Розрахунок технологічності виробу
- 4 Проектування прес-форми для лиття виробів з використанням 3-D технології
- 5 Розрахунок точності деталі при обробці різанням 6 Вибір антикорозійного захисту
- 7 Правила оформлення ОК
- 8 Розрахунок процесів контролю, налаштування, випробувань
9. Проектування процесу виготовлення деталі на 3-D принтерах

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Інтегровані технології обробки матеріалів [Текст]: підручник / Е.С. Геворкян, Л.А. Тимофєєва, В.П. Нерубацький, О.М. Мельник. И-73 – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – 238 с., іл. 56, табл. 2, бібліогр.: 85 назв.
2. Готра З. Ю. Технологія електронної техніки: Навч. посібник: у 2 т. Львівська політехніка, 2010. – 884 с.
3. Технологічні основи виготовлення елементів напівпровідникових інтегральних мікросхем : конспект лекцій / укладач І. П. Бурик. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 65 с.
4. Різальний інструмент: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей / В.І. Солодкий, О.А. Плівак: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,83 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 278 с
5. Основи наноелектроніки: у 2-х книгах. Кн. 2. «Матеріали, технології і функціональні пристрої»/ Д.М. Заячук, Ю.І. Якименко, А.Т.Орлов, В.М. Співак, О.В. Богдан, В.М. Коваль– Сайт НТУУ «КПІ»: <http://www.fel.ntu-kpi.kiev.ua>. – К: НТУУ «КПІ», 2016. – 350 с.
6. Проектування інтелектуальної радіоелектронної апаратури: у 2-х частинах. Лабораторний практикум: навчальний посібник /укл. Попсуй В.І.:. Електронне мережне навчальне видання

7. Дерібо, О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1 : [практикум] / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 106 с

8. Бучинський М.Я. Основи творення машин : підручник / М.Я. Бучинський, О.В. Горик, А.М. Чернявський, С.В. Яхін ; за ред. О.В. Горика. Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. – 448 с. : 52 іл.

Додаткова

1. С. В. Завадюк, Т. О. Соловйова, І. Ю. Троснікова В'яжучі речовини та методи їх видалення в технології інжекційного лиття порошків Монографія 2022 Центр навчальної літератури (ЦУЛ) 180 с.

2. Ливарні властивості металів і сплавів для прецизійного лиття [Текст] : підруч. для ВНЗ / В. О. Богуслаєв [та ін.] ; під ред. С. І. Реп'яха та В. Г. Могилатенка ; Нац. металург. акад. України. - Вид. 2-е, допов. та доопрац. - Запоріжжя : Мотор Січ, 2016. - 474 с

3. С.П. Новосядлий. Амплітудно-фазозсувні маски для ПФО проекційної літографії субмікронної технології ВІС. ФІЗИКА І ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА. Т. 3, № 3 (2002) С. 441-445

4. Фотолітографія. Шийчук, ПНУ,
<https://kc.pnu.edu.ua/wpcontent/uploads/sites/11/2018/01/5-photolithography.pdf>

5. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин», для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання/ Укл.: Гончар Н.В., Тумарченко Л.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 61 с.

6. Нетрадиційні методи механічної обробки матеріалів : конспект лекцій / укладачі: Б. А. Ступін, О. В. Івченко, О. Д. Динник, Р. М. Зінченко. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 149 с.

7. ДСТУ 2233-93 Інструменти різальні. Терміни та визначення.

8. ДСТУ 2249-93 Оброблення різанням. Терміни, визначення та позначення.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для виконання кожної практичної роботи, необхідне знання матеріалу лекції. Весь курс дисципліни умовно поділено на 6 тем, відповідно всі лекційні та практичні заняття за темами поділено наступним чином як наведено в таблиці:

Практика Лекція	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1								
2									
3			Тема 2						
4									
5									
6									
7				Тема 2					
8									
9									
10									
11					Тема 2				
12									
13									
14						Тема 3			
15							Тема 4		
16									
17								Тема 5	
18									Тема 6

Тема 1 Технічна підготовка виробництва РЕА

- 1.1 Вступ. Технологічна підготовка виробництва РЕА
- 1.2 Понятійний апарат.
- 1.3 Основи технологічної підготовки виробництва радіоелектронної апаратури
- 1.4 Поняття про технологічність Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції

Тема 2 Технології виробництва деталей

- 2.1 Ливарне виробництво або лиття
 - 2.1.1 Фізичні технології. Лиття металів і пластмас. Класифікація і опис.
 - 2.1.2 Особливості. Недоліки Переваги. Перспективи
 - 2.1.3 Правила конструювання прес-форм
 - 2.1.4 Особливості виконання конструкторської документації на прес-форми
- 2.2 Обробка різанням у виробництві РЕА
 - 2.2.1 Класифікація. Механізми впливу на матеріали. Загальна класифікація субтрактивних методів. Фізичні та хімічні явища. Межі використання

2.2.2 Механічне видалення матеріалу (різання, фрезерування, стругання). Волочіння. Протягування.

2.2.3 Класифікація фрезерних верстатів. Інструмент. Режими обробки. Типи фрез. Завдання на самостійну роботу: підібрати пальцеві фрези для сталі, латуні, бронзи, дерева, склотекстоліту

2.2.3 Механічне видалення матеріалу (свердлення, точіння). Класифікація токарних верстатів. Інструмент. Режими обробки. Верстати для свердлення. Типи свердл. ЗМР.

2.3 Штампування , пресування, ковка

2.3.1 Фізичні технології. Пресування металів і пластмас технологічні прийоми

2.3.2 Вимоги до матеріалу. Особливості проектування відпресованих виробів.

2.3.3 Особливості проектування прес-форми

2.4 Порошки і кераміка

2.4.1 Фізичні технології. Порошкова металургія. Класифікація. Технологія

2.4.2 формоутворення. Особливості процесу. Переваги та недоліки. Межі застосування

Завдання на самостійну роботу: волочіння порошкових матеріалів.

2.5 Фізико-хімічні технології

2.5.1 Фізико-хімічні методи видалення матеріалів. Анодна - механічна, електроерозійна - хімічна, ультразвукова-електрохімічна і електрична лазерна.

2.5.2 Електро-гідроімпульсна та магнітно-імпульсна обробка матеріалів у виробництві деталей радіоелектронних апаратів. Ефект Юткіна.

Завдання на самостійну роботу: ознайомитись з технологічними можливостями електроерозійної обробки

2.6 Попередня підготовка поверхні

2.6.1 Підготовка поверхні до покриття. Різновиди ультразвукової технології очищення деталей, інтенсифікація технологічних процесів. Завдання на самостійну роботу: розробити схему очищення полікору для вакуумної металізації.

2.6.2 Хімічне, електрохімічне видалення матеріалу. Тверді, рідкі та газоподібні травники.

Чинники впливу. Обладнання. Межі застосування

Завдання на самостійну роботу: технологічний процес травлення друкованих плат, хімічне гравіювання

2.7 Технології зміни властивостей

2.7.1 Термообробка

2.7.2 Цементация

2.7.3 Азотування

2.7.4 Ціанування і нітроцементация

2.7.5 Легування та дифузійне насичення Завдання на самостійну роботу: визначити способи цементации сталевих деталей.

Тема 3 Покриття

3.1 Неорганічні покриття

3.2 Загальна класифікація покриттів. Призначення. Підготовка поверхні до покриття

Завдання на самостійну роботу: особливості підготовки поверхні до покриття в виробництві друкованих плат.

3.1.1 Металізація. Класифікація металевих покриттів. Вакуумне напилювання і розпилення.

Металізація відпалюванням. Склад паст та технологічні процеси відпалювання срібла та міді.

Гаряче розпилення металів (шоопіювання, надшвидкісне напилювання). Газові та електродугові пристрої для шоопіювання.

Завдання на самостійну роботу: ознайомитись з технологією приготування паст для нанесення срібла.

3.1.2 Технології формування інших неорганічних покриттів (оксидні, фосфатні, нітридні та ін.)

Методи утворення. Характеристики. Режими. Переваги та недоліки. Парилен. Завдання на самостійну роботу: визначити спосіб карбонізації Ст.3

3.1.3 Хімічне осадження. Технологічні та функціональні покриття, що отримані хімічним осадженням. Типові технологічні процеси та обладнання.

Завдання на самостійну роботу: технологія хімічної металізації у виробництві друкованих плат.

3.1.4 Електрохімічні покриття. Процеси. Сфери застосування та класифікація електрохімічних покриттів. Кінетика електрохімічних процесів. Електроліз. Закони електрохімічних процесів осадження. Багат шарові електрохімічні покриття.

Завдання на самостійну роботу: особливості конструкцій деталей, що підлягають гальванічному покриттю.

3.1.5 Електрохімічні покриття. Поляризація та поляризаційні криві. Вплив поляризаційних потенціалів на перебіг електрохімічного осадження

3.1.6 Хімічна корозія, її різновиди та швидкість. Роль вологи у процесі корозії. Захист від корозії. Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції

3.1.7 Пасивація. Гальванічні корозійні пари. Захист від електрохімічної корозії. Жертовний матеріал. Катодний та анодний захист Завдання на самостійну роботу: корозійні пари при електрохімічній корозії.

3.2 Органічні покриття

3.2.1 Визначення. Методи нанесення, властивості. Фактори впливу навколишнього середовища на радіоелектронну апаратуру. Класифікація методів захисту РЕА від зовнішнього впливу органічними шарами.

3.2.2 Вплив умов експлуатації РЕА на вибір покриття. Лакування. Класифікація лаків. Характеристики. Переваги та недоліки Завдання на самостійну роботу: обрати лак для нормальних умов експлуатації, для тропічного вологого клімату, для морського клімату.

3.2.3 Фарбові покриття, технології, сфери застосування. Герметизація полімерними матеріалами. Природа адгезії. Дифузія вологи. Лакофарбові покриття та фізичні основи їх нанесення. Герметизація порошковими матеріалами. Технології герметизації деталей та вузлів радіоелектронних апаратів рідкими герметиками.

Завдання на самостійну роботу: просочування, технологія отримання

Тема 4 Технології мікроелектроніки

4.1 Основи тонкоплівкової і товстоплівкової технологій.

4.1.1 Класифікація. Сфери застосування. Особливості

4.1.2 Обладнання і устаткування для отримання високого вакууму

4.1.3 Матеріали, обладнання і устаткування для отримання товстих плівок

4.2 Основи напівпровідникових технологій . Герметизація

4.2.1 Основні відмінності напівпровідникових схем від тонкоплівкових

4.2.2 Базові технології отримання напівпровідникових схем

4.2.3 Герметизація мікросхем і вузлів РЕА

Тема 5 Технології налаштувань, контролю і випробувань

5.1 Технології налаштувань

5.2 Технології контролю

5.3 Технології випробувань

Тема 6 Перспективні технології у виробництві інтелектуальної РЕА

6.1 3-D технології. Класифікація. Обладнання і устаткування

6.2 3-D принтери. Межі використання. Режими. Переваги і недоліки

6.3 Підказки флори та фауни проектанту РЕА

6. Самостійна робота студента

В самостійну роботу студента входить опанування матеріалів лекцій, лабораторних і практичних робіт, надання викладачу на перевірку у вказані викладачем терміни МКР

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

На початку семестру створюється в Telegram-чат з дисципліни для швидкої взаємодії студент-викладач. Усі студенти групи обов'язково мають бути присутні в чаті;

Відвідування практик, лабораторних та лекцій є обов'язковим;

Усі завдання мають бути надані викладачу на перевірку у вказані терміни. За несвоєчасну здачу роботи втрачається право перероби роботу для підвищення балів;

У тому випадку, коли у викладача виникають питання щодо авторства роботи наданої студентом на перевірку, викладач має право провести додатковий захист роботи.

За бажанням студента можливі доповіді з відповідної теми обсягом до 3 сторінок.

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

За кожне з завдань можна отримати наступний максимум (за умови вірності виконання та вчасного надання на перевірку):

1. МКР – 20 балів.
2. Лекції - 18 балів.
3. Лабораторні роботи 5 x 9 = 45
4. Практичні – 9 балів
5. Доповідь – 5 балів

Поточний контроль: МКР по завершенню 4 теми, максимальний бал за МКР 20 балів.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до екзамену: зарахування усіх видів робіт з дисципліни з набраною сумою балів не менше 59. На екзамені студент може отримати до 40 балів

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

...

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Аудиторний фонд і обладнання. Інтернет. Бібліотеки

Обладнання та прилади аудиторії:

Мультимедійний проектор EPSON EB-825H – 1 од.; Екран Projecta Pro View 178 x178 см. MW – 1 од.; для проведення занять в змішаній та дистанційній формі – маршрутизатор TP-Link Archer C60 FC1350? 4xFE LAN, 1xFE WAN

Обладнання лабораторій:

Кабінет «Мікроелектроніки (408/17)

Лабораторні столи Siemens, макетні борди, планшети з мікросхемами. Мікроскопи МБС-2 – 2 од., МБС-9 – 2 од.

Лабораторія мікроелектроніки (410/17, 412/17)

Макетні борди, лінійка боксів очистки підкладок – 5 од.; дистилятор ДС-10 – 1 од.; установка фотолітографії Цейс – 1 од.; установка сушки пластин УСП – 1 од. Мікроскопи: ММУ-3 – 1 од.; МІІ-4 – 1 од.; ММР-320 – 1 од. Термошкаф «Электродело» – 1 од. Вакуумний універсальний пост ВУП-4 – 1 од.; вакуумний універсальний пост ВУП-5 – 1 од.; установка напилення УВН-1А – 1 од.; установка напилення УВН-73-П2 – 1 од. Комплект хімічного посуду, пінцети, макети для фінішної очистки підкладок, комплекти підкладок.

Технологічна лабораторія (306/17)

Макетні борди. Макети: електроіскрової обробки – 2 од; ультразвукової обробки – 1 од.; стикового паяння – 2 од. Розривна машина РМ-50 – 1 од. Зварювальна машина ТКМ-7 – 1 од. Мікроскоп УИМ-21 – 1 од. Мікроскоп МБС-9 – 1 од. Електричний паяльник ЕПН 132 36 В 40 Вт з макетом регулятора температури - 2 од. Міліомметр Е6-15 – 1 од.

Комплект дротів, шліфувального паперу, пласкогубці, мікрометр 0 – 25 мм, штангенциркуль.

Комплект різального інструменту (різці, сверла, фрези, протяжки)

Комплект пресформ і отриманих деталей

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Новосад А. А.](#); [Головня В. М.](#);

Ухвалено кафедрою ПРЕ (протокол № 06/2023 від 22.06.2023)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06-2023 від 29.06.2023)