

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
В. В. Павліков
(підпис) (ініціали та прізвище)
2020 р.
Відділ аспірантури і докторантури



РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Фізико-технічні основи комбінованих іонно-плазмових технологій»
(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність 132 «Матеріалознавство»
(код та найменування напрямку підготовки)

Освітньо-наукова програма: «Матеріалознавство»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Харків 2020 рік

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Фізико-технічні основи комбінованих іонно-плазмових технологій»
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»
освітньо-науковою програмою «Матеріалознавство»

« 20 » 06 2020 р., – 11 с.

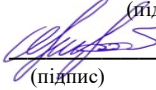
Розробник: доцент каф. 202, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



Широкий Ю.В.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОНП доцент каф. 202, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

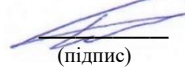


Широкий Ю.В.

(прізвище та ініціали)

Протокол № 10 від « 25 » 06 2020 р. засідання кафедри № 202

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



О.О. Баранов

(прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури
(наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

(ініціали та прізвище)

В. Б. Селевко

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених
(наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

(ініціали та прізвище)

Т. П. Старовойт

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> <small>(шифр та найменування)</small> Спеціальність <u>132 «Матеріалознавство»</u> <small>(код та найменування)</small> Освітньо-наукова програма <u>«Матеріалознавство»</u> <small>(найменування)</small> Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2020/2021
Індивідуальне завдання _____ <small>(назва)</small>		Семестр
Загальна кількість годин – 64/86		3 -й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 2.7		Лекції ¹⁾
		32 години
		Практичні, семінарські¹⁾
	32 години	
	Лабораторні ¹⁾	
	- години	
Самостійна робота	86 години	
Вид контролю	модульний контроль іспит	

Примітка

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

$$\text{для денної форми навчання} - 64/86=0.74$$

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння основних положень щодо процесів взаємодії плазми та поверхонь, застосування на практиці знань технологічних процесів плазмово-іонної технології.

Завдання: вивчення основних технологічних процесів комбінованих плазмово-іонної методів обробки поверхонь.

Результати навчання: у результаті вивчення дисципліни аспірант повинен оволодіти наступними компетенціями

Загальними:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК04. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

Фаховими:

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у галузі матеріалознавства та дотичних до нього міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з матеріалознавства та суміжних галузей.

СК02. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та іноземною мовами, глибоке розуміння іншомовних наукових текстів за напрямом досліджень.

СК05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів для конкретних умов експлуатації, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК06. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в сфері матеріалознавства та дотичні до нього міждисциплінарні проекти, з метою їх представлення на міжнародних конференціях, симпозіумах.

СК07. Здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК09. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності в матеріалознавстві та інших технічних науках.

Програмні результати навчання:

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з матеріалознавства і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички,

достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми матеріалознавства державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у матеріалознавстві та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з матеріалознавства та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН06. Уміти застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ПРН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми матеріалознавства з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН08. Розуміти загальні принципи та методи технічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері матеріалознавства та у викладацькій практиці.

ПРН12. Знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень

ПРН13. Знати сучасні методи ведення науково-дослідних робіт, інформаційні технології, методи експериментування, що застосовуються в дослідницькій практиці.

Вивчення курсу «Фізико-технічні основи комбінованих іонно-плазмових технологій» базується на загальних знаннях з дисципліни «ІТ в практиці наукових досліджень», «Основи методології наукових досліджень» та є базою для написання наукової роботи.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи роботи з Arduino

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни "Фізико-технічні основи комбінованих іонно-плазмових технологій"

Предмет вивчення і задачі дисципліни "Фізико-технічні основи комбінованих плазмово-іонних технологій".

ТЕМА 2. Основні поняття і визначення фізики плазми.

Вступ до фізики плазми. Поширеність плазми у природі та загальний обрис її використання в техніці. Основні етапи розвитку вакуумної техніки.

ТЕМА 3. Рух часток плазми та їх генерація.

Рух нейтральних та заряджених часток. Зіткнення в плазмі. Перетин зіткнення та довжина вільного пробігу. Рівновага та сталий стан в плазмі. Генерація часток плазми.

ТЕМА 4. Типи електричного розряду.

Вольт-амперна характеристика електричного розряду між електродами. Тліючий, магнетронний та дуговий розряд.

Модульний контроль 1.

Змістовий модуль 2.

ТЕМА 5. Установки плазмово-іонної технології. Форвакуумні та дифузійні насоси. Фільтри. Контрольно-вимірювальні пристрої.

Механічні форвакуумні та двухроторні насоси. Дифузійні паромасляні насоси. Кріогенні насоси. Турбомолекулярні насоси. Вимірення вакуума. Контроль складу залишкової атмосфери. Системи утворення вакууму.

Основні параметри вакуумних установок

ТЕМА 6. Технологічні процеси із застосуванням плазми. Процеси осадження покриттів.

Методи генерації плазми. Тліючий розряд. Полий катод. Катодне розпилення. Дуговий розряд.

ТЕМА 7. Магнетронне джерело плазми. Вакуумне дугове джерело плазми.

Стаціонарний магнетронний розряд. Конструкції магнетронів. Конструкції вакуумних дугових джерел плазми.

ТЕМА 8. Формування зміцнюючих шарів. Процеси іонно-променевої імплантації.

Процеси на поверхні деталей під час плазмово-іонної обробки. Етапи формування зміцнюючих шарів. Утворення хімічних сполук. Радіаційно-стимульована дифузія.

Модульний контроль 2.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усьог о	у тому числі				
лекції		прак. р.	лаб.р.	інд.р.	сам.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1.						
Тема 1. Загальні положення	12	2	4	-	-	6
Тема 2. Основні поняття і визначення фізики плазми.	20	4	4	-	-	12
Тема 3. Рух часток плазми та їх генерація.	20	4	4	-	-	12
Тема 4. Типи електричного розряду.	20	4	4	-	-	12
Модульний контроль 1.	2	2	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	74	16	16	-	-	42
Змістовий модуль 2.						
Тема 5. Установки плазмово-іонної технології. Форвакуумні та дифузійні насоси. Фільтри. Контрольно-вимірювальні пристрої.	18	4	4	-	-	10
Тема 6. Технологічні процеси із застосуванням плазми. Процеси осадження покриттів.	20	4	4	-	-	12
Тема 7. Магнетронне джерело плазми. Вакуумне дугове джерело плазми.	18	4	4	-	-	10
Тема 8. Формування зміцнюючих шарів. Процеси іонно-променевої імплантації.	18	2	4	-	-	12
Модульний контроль 2.	2	2	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	76	16	16	-	-	44
Усього годин	150	32	32	-	-	86

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	-

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк.Год.
1.	Предмет вивчення і задачі дисципліни	4
2.	Рух нейтральних та заряджених часток	4
3.	Рівновага та сталий стан в плазмі. Генерація часток плазми.	4
4.	Тліючий, магнетронний та дуговий розряд.	4
5.	Насосі вакуумних установок	4
6.	Методи генерації плазми.	4
7.	Конструкції вакуумних дугових джерел плазми.	4
8.	Процеси на поверхні деталей під час плазмово-іонної обробки.	4
	Разом	32

7. Темилабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	-

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Критерії існування плазми. Дебаївське екранування.	8
2	Рух плазми. Плазмове наближення.	6
3	Електричний розряд між електродами у вакуумній камері.	8
4	Генерація електронів та іонів з поверхні твердого тіла.	6
5	Об'ємна іонізація.	7
6	Рекомбінація	8
7	Осадження покриття на поверхню деталі.	6
8	Принцип дії та конструкція пристроїв для утворення вакууму та контролю його складу.	7
9	Тліючий розряд та катодне розпилення.	7
10	Магнетронне осадження покриттів.	7
11	Отримання покриттів методами термовакuumного випарення.	8
12	Отримання зміцнених шарів методами іонної імплантації.	8
	Разом	86

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено	

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення контролю виконання практичних завдань, письмового модульного контролю, фінальний контроль – у вигляді заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують аспіранти

12.1. Розподіл балів, які отримують аспіранти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання та захист практичних робіт за темами	0...5	5	0...25
Модульний контроль	10...21	1	0...25
Змістовний модуль 2			
Виконання та захист практичних робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	10...21	1	0...25
Всього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови аспіранти від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту/заліку. При складанні семестрового заліку аспірант має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з двох теоретичних запитань

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Здати модульний контроль.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:
Зробити завдання

12.3 Критерії оцінювання роботи аспіранта протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Виконати більшість завдання. Мати уяву про поширеність плазми у природі та загальний обрис її використання в техніці, основні етапи розвитку вакуумної техніки.; вміти знімати вольт-амперна характеристики електричного розряду між електродами; мати уяву про методи генерації плазми, тліючий розряд полий катод, катодне розпилення, дуговий розряд, стаціонарний магнетронний розряд.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати всі завдання. Знати все про поширеність плазми у природі та загальний обрис її використання в техніці, основні етапи розвитку вакуумної техніки.; вміти знімати вольт-амперна характеристики електричного розряду між електродами; мати уяву про методи генерації плазми, тліючий розряд полий катод, катодне розпилення, дуговий розряд, стаціонарний магнетронний розряд, конструкції магнетронів, конструкції вакуумних дугових джерел плазми.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Знати все про поширеність плазми у природі та загальний обрис її використання в техніці, основні етапи розвитку вакуумної техніки.; вміти знімати вольт-амперна характеристики електричного розряду між електродами; мати уяву про методи генерації плазми, тліючий розряд полий катод, катодне розпилення, дуговий розряд, стаціонарний магнетронний розряд, конструкції магнетронів, конструкції вакуумних дугових джерел плазми, етапи формування зміцнюючих шарів, утворення хімічних з'єднань, радіаційно-стимульовану дифузію.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

3. Методичне забезпечення

1. Андреев А.О., Технологія машинобудування. Основи отримання вакуумно-дугових покриттів //Андреев А.О., Павленко В.М., Сисоєв Ю.О. Місце видання: Харків Видавництво: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" : – 2018, –288 с. ISBN: 978-966-662-605-
[2http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2007/Proektirovanieiraschetvakuumnyhsistemispytatelinyhstendovitehnologicheskikhustanovok.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2007/Proektirovanieiraschetvakuumnyhsistemispytatelinyhstendovitehnologicheskikhustanovok.pdf)
2. 1. Воробйов Ю.А., Сисоєв Ю.О. Правила оформлення навчальних і науково-дослідних документів. – 4-те вид., випр. і доп. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 88 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Vorobjov_Pravila.pdf

14. Рекомендована література

Базова

1. Белан Н. В. Исследование локальных параметров плазмы в вакуумных технологических установках : определение потенциала плазмы, температуры и плотности электронов: метод. рекомендации по выполнению лаб. работы / Н. В. Белан, В. В. Колесник, С. С. Иващенко, В. П. Колесник, Л. В. Литовченко, Е. А. Исаев. // М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т" ; сост. - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2004. - 15с.
<http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2004/Issledovanielokalinyhparametrovplazmyvvakuumnyhtehnologicheskikhustanovkah.pdf>
2. Сысоев Ю.А. Принципы создания смесей газов для технологических плазменных устройств: Методичний посібник. // Харьков Видавництво: Нац. аерокосм. ун-т ім. Н. Е. Жуковського "Харьк. авіац. ін-т": 2017, –188 с. ISBN: 978-966-662-535-2
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Sisoev_Principi_Sozdanija_Smesej_Gazov.pdf
3. Гайдуков В. Ф., Проектирование и расчет вакуумных систем испытательных стендов и технологических установок : учеб. пособие по курсовому и диплом. проектированию / В. Ф. Гайдуков, В. П. Колесник, Л. В. Литовченко, В. В. Колесник [та др.] ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2007. - 205 с.
<http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2007/Proektirovanieiraschetvakuumnyhsistemispytatelinyhstendovitehnologicheskikhustanovok.pdf>

Допоміжна

1. Цветков И.В. Применение численных методов для моделирования процессов в плазме: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2007. - 84 с.
2. Беграмбеков Л.Б. Модификация поверхности твердих тел при ионном и плазменном воздействии. Учеб. пособие. - М.: МИФИ, 2001. - 34 с

3. Хокни Р., Иствуд Дж. Численное моделирование методом частиц:
Пер. с англ. М.: Мир, 1987. - 640 с.

4. Бэдсел Ч., Ленгдон А. Физика плазмы и численное моделирование:
Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1989. - 452 с.

15. Інформаційні ресурси

<https://education.khai.edu/department/202>

<https://k202.tilda.ws/>