## МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра прикладної фізики

###### ЗАТВЕРДЖУЮ:

Декан факультету електроніки та інформаційних технологій

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ проф. Проценко С.І.

“\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 р.

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи вакуумних і пучкових технологій

(назва навчальної дисципліни)

для студентівнапряму підготовки 6.050802 «Електронні пристрої та системи»

за спеціальністю 6.05080201 – «Електронні прилади і пристрої»,

(шифр та назва напряму підготовки або спеціальності, для студентів якої викладається дисципліна)

# Форма навчання  **денна .**

 (денна, вечірня)

### ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

за вибором студента .

(обов’язкова, за вибором ВНЗ, за вибором студента)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Семестр викладан-ня** | **Загальний** **обсяг,** **годин/кредит** | **Аудиторні заняття, годин** | **Самостійна робота студента, годин** | **Форма****контролю ісп. (д/зал.)** |
| **Всього** | **Лекції** | **Практи-чні****(семі-нарські)**  | **Лабора-****торні** | Індиві-дуальні  | Всього |  **тому числі** |
| **ІРС під керівн. викладача** | **Інд. завдання****вид / обсяг** | **Самостійне опрацювання матеріалу** |
| *3* | *150/5,0* | *48* | *32* | *16* | *-* | *-* | *102* | *-* | *-* | *102* | *ПМК* |

##

## Укладач, асистент Степаненко А.О.

Затверджено на засіданні кафедри прикладної фізики, протокол № від «06» вересня2016р.

### Суми -2016р.

###### *1. ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА ЇЇ МІСЦЕ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ*

*1.1 Мета і завдання викладання навчальної дисципліни*

*Метою вивчення дисципліни є формування у студентів професійних знань про фізичні принципи роботи технологічного вакуумного обладнання, іонно-плазмової і електронно-іонної обробки матеріалів в технологічному плані, і конструктивних особливостей відповідного устаткування.*

*Задачі вивчення дисципліни: ознайомлення з основними законами фізики вакууму; вивчення принципу роботи вакуумного обладнання; створення цілісного уявлення щодо процесів,які відбуваються в матеріалі при впливі на нього електронних і іонних потоків, особливостях плазмохімічних реакцій синтезу корозостійких і зносостійких покриттів.*

*Після засвоєння матеріалу навчальної дисципліни студент повинен:*

***Знати:***

*– сучасні технологічні методики одержання та вимірювання вакууму;*

*– основні закони фізики плазми;*

*– фізичну сутність процесів взаємодії пучків заряджених частинок з речовиною;*

*– конструктивно-технологічні особливості обладнання, що використовують для модифікації властивостей поверхні матеріалів та створення покриттів методами іонно-плазмової і електронно-іонної обробки.*

***Розвинути уміння****:*

*– класифікувати пучки заряджених частинок за властивостями і технічним застосуванням;*

*– правильно вибирати вакуумне обладнаннята методи модифікації властивостей поверхні матеріалів під конкретну технологічну задачу;*

*– аналізувати можливості покращення властивостей існуючих матеріалів методами іонно-плазмової і електронно-іонної обробки;*

***Розвинути навички****:*

*– в роботі з вакуумним обладнанням;*

*– в застосуванні методів іонно-плазмового розпилення для одержанні плівкових матеріалів, які використовуються у виробах електронної техніки, пристроях мікро- і наноелектроніки.*

*1.2 Місце дисципліни у навчальному процесі*

*Дисципліна є складовою підготовки бакалаврів за напрямом «Електронні пристрої та системи»,пов'язана з нормативною дисципліною професійної підготовки: «Технологічні основи електроніки» та є основою підготовки до вивчення дисциплін«Технологія тонких плівок», «Електронна та іонна оптика», «Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів», «Основи мікроелектроніки», «Спектральні електронні прилади». Вивченням дисципліни «Основи вакуумних і пучкових технологій» забезпечується виконання бакалаврської роботи зі спеціальності (8-ий семестр) та магістерських (дипломних)робіт.*

*Викладання дисципліни базується на знаннях, отриманих студентами в процесі вивчення таких дисциплін: загальна фізика, фізика твердого тіла.*

#### *2. ПРОГРАМА*

#### *Заліковий кредит 1 (модульний цикл І)*

*Обсяг навчальної роботи 3,5 кредити*

***Тема 1. Газові закони та елементи молекулярно-кінетичної теорії газів.*** Поняття про вакуум. Рівняння стану ідеального газу. Рівняння стану реальних газів. Відмінності між газом та парою.Основні положення молекулярно-кінетичної теорії газів. Тиск газу. Зіткнення молекул зі стінкою посудини та між собою. Ступені вакууму.

Література [1-3].

***Тема 2. Сорбційні явища у вакуумі та протікання газів через конструктивні елементи вакуумних установок.***Поглинання і виділення газів твердими тілами. Час адсорбції. Опір і провідність вакуумного трубопроводу. Режими течії газів. Провідність отвору. Провідність довгого та короткого трубопроводів.

Література [1-3].

***Тема 3. Механічні методи одержання вікууму***. Загальні характеристики вакуумних насосів. Основні параметри та області дії вакуумних насосів. Ротаційні масляні механічні насоси. Молекулярні насоси. Турбомолекулярні насоси.

Література [1-3].

***Тема 4. Пароструменеві та поглинальні вакуумні насоси***. Дифузійні пароструменеві насоси. Кріогенні вакуумні насоси. Адсорбційні насоси.

Література [1-3].

***Тема 5. Магнітні електророзрядні насоси та методи вимірювання вакууму***. Механізм відкачування магніторозрядного насоса. Конструктивні особливості Магніторозрядних насосів. Класифікація вакуумметрів. Теплові вакуумметри. Іонізаційні вакуумметри. Течешукання.

Література [1-3].

***Тема 6. Основні поняття і закони фізики плазми***. Плазма (визначення і основні поняття). Класифікація і властивості видів плазми. Іонізація при зіткненні електронів з атомами. Термоелектронна і автоелектронна емісія.

Література [4-6].

***Тема 7. Взаємодія прискорених частинок з речовиною.*** Взаємодія прискорених іонів з речовиною. Взаємодія іонів з ядрами. Взаємодія іонів з електронами. Взаємодія електронів з речовиною.

Література [4-6].

***Тема 8. Конструкція і параметри джерел іонів.*** Дуоплазмотрон. Схема джерела Кауфмана. Джерело з осциляцією електронів.

Література [4-6].

***Тема 9. Іонне розпилення матеріалів.*** Бомбардування поверхні твердого тіла іонами. Дво- і трьохелектродні системи розпилення. Високочастотне розпилення. Магнетронне розпилення. Реактивне розпилення матеріалів.

Література [4-6].

***Тема 10. Іонно-променеві методи отримання тонких плівок.*** Вакуумного-дугове осадження. Іонно-променеве розпилення. Лазерне розпилення матеріалів.

Література [4-6].

***Тема 11. Електронно-променеві, плазмові та лазерні методи зварювання.*** Види пучкового зварювання. Електронно-променеве зварювання. Обладнання для електронно-променевого зварювання. Плазмове зварювання. Плазмово-дугове різання. Лазерне зварювання та різання.

Література [4-6].

***Тема 12. Практичне застосування пучків заряджених частинок в електроніці.*** Іонне очищення поверхонь. Плазмове обробка поверхні матеріалу. Іонна імплантація. Молекулярно-променева епітаксія.

Література [4-6].

*3.СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тема | Загальний обсяг, годин | Лекції, годин | Практичні,годин | Лабораторні, годин | Індивідуальні, годин | Самостійне опрацювання матеріалу, годин | Індивід. завдання, годин(КР) |
| *Заліковий кредит 1 (модульний цикл ІІІ) – 3,5 кредити* |
| ***Тема 1. Газові закони та елементи молекулярно-кінетичної теорії газів.*** Поняття про вакуум. Рівняння стану ідеального газу. Рівняння стану реальних газів. Відмінності між газом та парою. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії газів. Тиск газу. Зіткнення молекул зі стінкою посудини та між собою. Ступені вакууму | *8* | *2* | *-* | *-* | *-* | *6* | *-* |
| ***Тема 2.Сорбційні явища у вакуумі та протікання газів через конструктивні елементи вакуумних установок.*** Поглинання і виділення газів твердими тілами. Час адсорбції. Опір і провідність вакуумного трубопроводу. Режими течії газів. Провідність отвору. Провідність довгого та короткого трубопроводів. | *10* | *2* | *-* | *-* | *-* | *8* | *-* |
| ***Тема 3. Механічні методи одержання вікууму***. Загальні характеристики вакуумних насосів. Основні параметри та області дії вакуумних насосів. Ротаційні масляні механічні насоси. Молекулярні насоси. Турбомолекулярні насоси. | *10* | *3* | *-* | *-* | *-* | *7* | *-* |
| ***Тема 4. Пароструменеві та поглинальні вакуумні насоси***. Дифузійні пароструменеві насоси. Кріогенні вакуумні насоси. Адсорбційні насоси. | *11* | *3* | *-* | *-* | *-* | *8* | *-* |
| ***Тема 5. Магнітні електророзрядні насоси та методи вимірювання вакууму***. Механізм відкачування магніторозрядного насоса. Конструктивні особливості Магніторозрядних насосів. Класифікація вакуумметрів. Теплові вакуумметри. Іонізаційні вакуумметри. Течешукання. | *10* | *3* | *-* | *-* | *-* | *7* | *-* |
| ***Тема 6. Основні поняття і закони фізики плазми***. Плазма (визначення і основні поняття). Класифікація і властивості видів плазми. Іонізація при зіткненні електронів з атомами. Термоелектронна і автоелектронна емісія. | *8* | *2* | *-* | *-* | *-* | *6* | *-* |
| ***Тема 7. Взаємодія прискорених частинок з речовиною.*** Взаємодія прискорених іонів з речовиною. Взаємодія іонів з ядрами. Взаємодія іонів з електронами. Взаємодія електронів з речовиною. | *12* | *3* | *-* | *-* | *-* | *9* | *-* |
| ***Тема 8. Конструкція і параметри джерел іонів.*** Дуоплазмотрон. Схема джерела Кауфмана. Джерело з осциляцією електронів. | *10* | *2* | *-* | *-* | *-* | *8* | *-* |
| ***Тема 9. Іонне розпилення матеріалів.*** Бомбардування поверхні твердого тіла іонами. Дво- і трьохелектродні системи розпилення. Високочастотне розпилення. Магнетронне розпилення. Реактивне розпилення матеріалів. | *10* | *3* | *-* | *-* | *-* | *7* | *-* |
| ***Тема 10. Іонно-променеві методи отримання тонких плівок.*** Вакуумного-дугове осадження. Іонно-променеве розпилення. Лазерне розпилення матеріалів. | *10* | *2* | *-* | *-* | *-* | *8* | *-* |
| ***Тема 11. Електронно-променеві, плазмові та лазерні методи зварювання.*** Види пучкового зварювання. Електронно-променеве зварювання. Обладнання для електронно-променевого зварювання. Плазмове зварювання. Плазмово-дугове різання. Лазерне зварювання та різання. | *12* | *3* | *-* | *-* | *-* | *9* | *-* |
| ***Тема 12. Практичне застосування пучків заряджених частинок в електроніці.*** Іонне очищення поверхонь. Плазмове обробка поверхні матеріалу. Іонна імплантація. Молекулярно-променева епітаксія. | *11* | *4* | *-* | *-* | *-* | *7* | *-* |
| *Всього із залікового кредиту* | *122* | *32* | *-* | *-* | *-* | *90* | *-* |
| *Заліковий кредит 2 (модульний цикл VІ) – 1,5 кредити* |
| ***Тема 1. Газові закони та елементи молекулярно-кінетичної теорії газів.*** Поняття про вакуум. Рівняння стану ідеального газу. Рівняння стану реальних газів. Відмінності між газом та парою. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії газів. Тиск газу. Зіткнення молекул зі стінкою посудини та між собою. Ступені вакууму. | *4* | *-* | *2* | *-* | *-* | *2* | *-* |
| ***Тема 3. Механічні методи одержання вікууму***. Загальні характеристики вакуумних насосів. Основні параметри та області дії вакуумних насосів. Ротаційні масляні механічні насоси. Молекулярні насоси. Турбомолекулярні насоси. | *4* | *-* | *2* | *-* | *-* | *2* | *-* |
| ***Тема 5. Магнітні електророзрядні насоси та методи вимірювання вакууму***. Механізм відкачування магніторозрядного насоса. Конструктивні особливості Магніторозрядних насосів. Класифікація вакуумметрів. Теплові вакуумметри. Іонізаційні вакуумметри. Течешукання. | *6* | *-* | *4* | *-* | *-* | *2* | *-* |
| ***Тема 6. Основні поняття і закони фізики плазми***. Плазма (визначення і основні поняття). Класифікація і властивості видів плазми. Іонізація при зіткненні електронів з атомами. Термоелектронна і автоелектронна емісія. | *4* | *-* | *2* | *-* | *-* | *2* | *-* |
| ***Тема 9. Іонне розпилення матеріалів.*** Бомбардування поверхні твердого тіла іонами. Дво- і трьохелектродні системи розпилення. Високочастотне розпилення. Магнетронне розпилення. Реактивне розпилення матеріалів. | *6* | *-* | *4* | *-* | *-* | *2* | *-* |
| ***Тема 12. Практичне застосування пучків заряджених частинок в електроніці.*** Іонне очищення поверхонь. Плазмове обробка поверхні матеріалу. Іонна імплантація. Молекулярно-променева епітаксія. | *4* | *-* | *2* | *-* | *-* | *2* | *-* |
| *Всього із залікового кредиту* | *28* | *-* | *16* | *-* | *-* | *12* | *-* |
| *Всього з навчальної дисципліни* | *150* | *32* | *16* | *-* | *-* | *102* | *-* |

*4. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ*

*(обсяг практичних занять 16 год.)*

*Практична робота 1:«Фізика розріджених газів» – 2 год.*

*Практична робота 2: «Вивчення конструкції форвакуумних насосів з масляним ущільненням» – 2 год.*

*Практична робота 3: «Вивчення конструкції та принципу роботи вакуумметричних* *приладів» –2 год.*

*Практична робота 4: «Вивчення конструкції та принципу роботи вакуумного поста ВУП-5М» – 2 год.*

*Практична робота 5: «Основні поняття фізики плазми» – 2 год.*

*Практична робота 6: «Вивчення фізичних основ методу магнетронного розпилення» – 2 год.*

*Практична робота 7: «Фізико-технологічні принципи методу катодного розпилення» – 2 год.*

*Практична робота 8: «Вивчення фізичних принципів іонного очищення» – 2 год.*

*5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ*

1. *Лекції (докладне викладення навчального матеріалу) із застосуванням технічних засобів навчання і використання студентами опорного конспекту; практичні заняття – закріплення теоретичного матеріалу і матеріалу для самостійного вивчення, самостійне опрацювання навчального матеріалу із використанням методичних вказівок та основної навчальної літератури.*
2. *Виконування завдань на практичних заняттях та виконання розрахункових завдань в рамках самостійної роботи.*
3. *Контроль навчальної роботи – контрольні роботи з теоретичного матеріалу та з розв’язком практичних задач.*

*6. МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ*

*Контроль навчальної роботи студента і оцінювання здійснюються за модульно-рейтинговою системою (регламент додається).*

*8. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ*

*А.Основна навчальна література*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Назва навчально-методичних матеріалів | Вид | Наявність |
| Примірн. |
|  | 1. Навчальна література (підручники, навчальні посібники) |  |  |
| 1 | Лобода В.Б.Фізичні основи вакуумної техніки. Частина 1 : навчальний посібник. – Суми: Університетська книга, 2011. – 253 с. | навч. посібник | 1 |
| 2 | Лобода В.Б. Фізичні основи вакуумної техніки. Частина 2 : навчальний посібник. – Суми: Університетська книга, 2012. – 296 с. | навч. посібник | 1 |
| 3 | Фізика твердого тіла: навч. посіб. / В.В. Бібик, Т.М. Гричановська, Л.В. Однодворець, Н.І. Шумакова. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 200 с. | навч. посібник | 1+ел. версія |

Б. Додаткова рекомендована література

4. Готра З. Ю. Технологія електронної техніки: Навч. Посібник: у 2х т. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2010. – Т.1. – 888 с.

5. Гасанов И.С. Плазменная и пучковая технология. - Издательство “Элм”, 2006. - 174 с.

6. Ионно-лучевая и ионно-плазменная модификация материалов: Монография / К.К. Кадыржанов, Ф.Ф. Комаров, А.Д. Погребняк, В.С. Русаков, Т.Э. Туркеваев. – Москва: Изд-во МГУ, 2005. – 640 с.

7. Наноматериалы, нанопокрытия, нанотехнологии: Учебное пособие / Азаренков Н.А., Берестнев В.М., Погребняк А.Д., Маликов Л.В., Турбин П.В. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2009. – 209 с.

Розробник програми \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ асистент Степаненко А.О.

Завідувач кафедри ПФ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ професор Проценко І.Ю.

«06» вересня 2016 р.

**РЕГЛАМЕНТ**

**МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВОГО КОНТРОЛЮ І ОЦІНЮВАННЯ**

**З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**“Основи вакуумних і пучкових технологій”**

**Структура навчальної дисципліни:**

3 семестр- загальний обсяг 150 год/5,0 кред.;Лк.-32 год./16; прак. – 16 год./8; пмк.

**Організація навчального процесу**: семестрів викладання – 1*;* модульних циклів – 2.

**Шкала оцінювання з навчальної дисципліни:**3-й семестр R=100 балів

**3 семестр**

**1. Шкала оцінювання** з навчальної дисципліни: R = 100 балів.

**2. Розподіл рейтингових балів за видами навчальної роботи:**

**а) Робота на аудиторних заняттях** - за відвідування навчальних занять студентові нараховуються рейтингові бали в залежності від присутності на заняттях; відсутність з поважної причини, що документально підтверджена, розглядається як присутність студента на занятті (максимально 16 балів):

– лекції: 16 лк. ×1 бал/лк. = 16 балів;

– практичні заняття: 8 пр.з.×1 бал/пр. = 8 балів.

**б)Виконання практичних робіт (***8 робіт***)** –максимально 26 балів(призначаються рейтингові бали за кожну роботу рівномірно, при позитивному оцінюванні кожної роботи від 1,9 до 3,25 балів);

**в) Складання комплексних письмових модульних контролів (\*) –** всього 50 балів (перший модульний контроль у І-му модульному циклі – 50 балів)

**\*** - *перескладання заходів поточного контролю при отриманні позитивної оцінки* ***не здійснюється****, при незадовільній оцінці надається одна спроба для її ліквідації*

**3. Підсумок рейтингових балів за мод. циклами** (при позитивному оцінюванні):

**1-2 модульний цикл: 60…100 балів.**

**4.** Позитивні оцінки з модульного циклу вцілому та його складових не підвищуються.

**5.Підсумкове семестрове оцінювання навчальної роботи студента:** оцінювання відповідно до отриманих за семестр рейтингових балів здійснюється за такою шкалою:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| СУМА БАЛІВ | ОЦІНКА ECTS | ОЦІНКА ЗА НАЦІОНАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ |
| ДСК або ПСК |
| 90-100 | A | відмінно |
| 82-89 | B | добре |
| 74-81 | C |
| 64-73 | D | задовільно |
| 60-63 | E |
| 35-59 | FX | незадовільно |
| 1-34 | F |

При здійсненні семестрової атестації за наслідками модульної атестації повинні виконуватись такі положення:

1. студент, який за наслідками модульних атестацій набрав кількість рейтингових балів менше 35% від шкали оцінювання, не допускається до підсумкового семестрового контролю і отримує оцінку «неприйнятно» («F» за шкалою ECTS). Йому призначається повторне навчання з дисципліни;
2. студент, який протягом поточної роботи та за результатами ДСК не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35% від шкали оцінювання, зобов’язаний складати захід підсумкового семестрового контролю. У такому випадку незалежно від того, в якому модульному циклі завершується викладання навчальної дисципліни, складання заходу підсумкового семестрового контролю здійснюється після завершення останнього модульно-атестаційного циклу у семестрі або екзаменаційної сесії, якщо вона передбачена, за *додатковою відомістю* семестрової атестації (першою незадовільною оцінкою вважається та, що отримана за наслідками модульних атестацій, яка виставляється в основну відомість семестрової атестації). Студент має право на два складання ПСК: викладачу та комісії. Замість складання комісії студент може вибрати повторне вивчення дисципліни в наступному навчальному періоді. У разі незадовільного складання підсумкового семестрового контролю комісії студент отримує оцінку «неприйнятно» («F»за шкалою ECTS);
3. при успішному складанні заходу підсумкового семестрового контролю використовується оцінка «задовільно», яка засвідчує виконання студентом мінімальних вимог без урахування накопичених балів. У документи про освіту та академічну документацію для мобільності студентів негативні оцінки не заносяться, оцінка «задовільно» замінюється на оцінку «задовільно» («Е» за шкалою ECTS) із визначенням рейтингового балу RD = 60.

Перескладання контрольних заходів з модуля дозволяється протягом атестаційного тижня у випадку відсутності на контрольному заході або при отриманні незадовільної оцінки. *При повторному контролі знань (крім відсутності на контрольному заході з поважної причини) у рейтингову шкалу оцінювання вводиться поправочний коефіцієнт (0,95), який зменшує рейтингові бали, що нараховуються у, відповідному діапазоні оцінок.*

Лектор потоку \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_А.О. Степаненко\_

 (підпис) (Ініціали, прізвище)

Завідувач кафедри ПФ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ І.Ю. Проценко (підпис) (Ініціали, прізвище)

“ 06 ” вересня 2016 р.