

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії (№ 402)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Гарант ОП

 **Сергій ГУБІН**

« » _____ 2025 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Технологія виробництва перетворювачів
нетрадиційних енергетичних установок»

Галузь знань: G «Електрична інженерія»

Спеціальність: G4 «Енерговиробництво»

Спеціалізація: G4.03 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

Освітні програми: «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: старший викладач Костянтин Леонідович В'ЯЗОВИК _____
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії

Протокол № __1__ від «28» __серпня__ 2025 р.

В.о. завідувача кафедри к.т.н., доцент _____ Юрій ШЕПЕТОВ

Погоджено з представником здобувачів освіти:

_____ (підпис) Олександр ЛІСІН
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Загальна інформація про викладача



ПІБ: Вязовик Костянтин Леонідович

Посада: старший викладач кафедри космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії (402)

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Перелік дисциплін, які викладає:

- Теплові і атомні електростанції
 - Інформаційно-керуючі системи і комплекси нетрадиційних енергетичних установок
 - Екологія та антропогенне навантаження довкілля нетрадиційних енергетичних установок
 - Системи вимірювання, обліку і керування енерговикористанням
-

Напрями наукових досліджень:

Нетрадиційні джерела енергії, альтернативна енергетика

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Форма навчання	денна
Курс, семестр	1 курс, 2 семестр
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 4 кредити ЄКТС / 120 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 16; самостійна робота – 72);
Види занять	лекції, практичні (семінари), самостійна робота
Види контролю	проміжний контроль – модульний; підсумковий (семестровий) контроль – іспит
Мова викладання	Українська
Анотація	Предметом вивчення навчальної дисципліни є технології виробництва перетворювачів нетрадиційних енергетичних установок. Міждисциплінарні зв'язки: повинні передувати курси «Джерела та перетворювачі енергії», «Електротехніка», «Інженерні основи авіаційно-космічної техніки», «Функціональні системи плазмових прискорювачів та енергоустановок», «Конструювання плазмових прискорювачів та енергоустановок».
Мета	Метою викладання навчальної дисципліни є формування знань з технології виробництва перетворювачів енергетичних установок на базі нетрадиційних джерел енергії. Підготувати студентів до самостійного вирішення питань вибору та застосування технологічних процесів, проектування технологічних процесів нанесення селективних покриттів та модифікації поверхонь засобами іонно-плазмових технологій.
Завдання	Придбання теоретичних і практичних знань про існуючі та перспективні технології виробництва перетворювачів енергетичних установок на базі нетрадиційних джерел енергії; Отримання вмінь з постановки завдання та вибору технології виробництва.
Методи навчання	Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), словесні (пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія та ін.), наочні (ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження)
Методи контролю	<i>Поточний контроль</i> : опитування на практичних заняттях; вирішення окремих ситуацій; проведення письмових контрольних робіт з окремих розділів; проведення групових та індивідуальних консультацій. <i>Модульний контроль</i> : складання модульного контролю; <i>Підсумковий контроль</i> : іспит

2. ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті опанування навчальної дисципліни здобувачі повинні набути такі програмні компетентності:	
Інтегральна	Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог
Загальні	– Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; – Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності. – Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
Фахові (спеціальні)	– Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. – Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
Перелік очікуваних результатів навчання після опанування здобувачами навчальної дисципліни:	
Програмні результати навчання	– Вивчити лекційний матеріал; – Мати уяву про методи і технології формування селективних покриттів, – Освоїти методику вирішення практичних завдань.

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1

Рух потоку частинок та їх взаємодія з різними типами покриттів

Теми лекційних занять:

Тема 1. Вступ. Характеристика дисципліни. Історія виникнення.

Тема 2. Області застосування. Рекомендована література.

Тема 3. Класифікація дії потоку частинок на оточуюче середовище.

Тема 4. Загальні відомості про властивості газів.

Тема 5. Рух частинок в газовому середовищі.

Тема 6. Взаємодія потоку частинок з твердим тілом.

- Тема 7. Конденсація, утворення зародків і зростання тонких плівок.
Тема 8. Атомна модель (модель малих зародків).
Тема 9. Утворення дефектів в процесі зростання.
Тема 10. Типи селективних покриттів. Технологічні процеси формування.

Теми практичних (семінарських) занять:

- Тема 1. Загальні відомості про рух потоку частинок.
Тема 2. Перетин зіткнення нейтральних частинок.
Тема 3. Зіткнення заряджених частинок в плазмі.
Тема 4. Зміни швидкості і енергії при пружних зіткненнях частинок.
Тема 5. Взаємодія електронів і іонів з нейтральними частинками.
Тема 6. Утворення дефектів в процесі зростання.
Тема 7. Структура і деякі властивості товстих конденсатів.
Тема 8. Вплив кута падіння бомбардуючих часток на формування селективних покриттів.
Тема 9. Поверхневі явища при розпорошенні багатокомпонентних матеріалів іонами.
Тема 10. Типи селективних покриттів та методи їх формування.

Теми лабораторних занять:

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Індивідуальні завдання

Курс передбачає підготування на вибір реферат, презентацію, есе чи цільової доповіді за однією з рекомендованих тем. Терміни видачі завдання - перша половина семестру.

Тема 1. Технологія виробництва кремнію та кремнієвих моно- і полікристалічних пластин. Інтервали параметрів виробництва.

Тема 2. Технологія виробництва аморфного кремнію. Інтервали параметрів виробництва.

Тема 3. Технологія виробництва кремнієвих фотоелектричних перетворювачів. Інтервали параметрів виробництва.

Тема 4. Сучасні конструкції кремнієвих фотоелектричних перетворювачів. ККД характерних конструкцій.

Самостійна робота

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань та підготовка до практичних робіт; підготовка до модульних та семестрових контролів.

Питання для самостійної роботи:

1. Загальні відомості про властивості газів.
2. Взаємодія потоку частинок з твердим тілом. Сорбційні явища.
3. Конденсація, утворення зародків і зростання тонких плівок.
4. Утворення дефектів в процесі формування селективних покриттів.
5. Типи селективних покриттів. Компонентний склад. Технологічні процеси формування.

Змістовний модуль 2

Технології для нанесення покриттів та конструкції генераторів плазми.

Теми лекційних занять:

Тема 1. Нанесення покриттів методами атмосферної плазмової технології.

Тема 2. Термічне напилення у вакуумі.

Тема 3. Особливості випаровування чистих металів, сплавів і з'єднань.

Тема 4. Розпорошення.

Тема 5. Узагальнена характеристика електричних розрядів.

Тема 6. Генератори плазми на базі магнетронних розпорошуючих систем.

Тема 7. Методи генерації іонізованих потоків твердих речовин у вакуумних дугових розрядах.

Тема 8. Процеси на катоді та аноді вакуумного дугового розряду. Технологічні аспекти явищ на катодах вакуумної дуги.

Тема 9. Схеми дугових генераторів плазми.

Тема 10. Забезпечення безпечних умов роботи.

Теми практичних (семінарських) занять:

Тема 1. Устаткування для нанесення покриттів методами атмосферної плазмової технології.

Тема 2. Устаткування для нанесення покриттів дуговими генераторами плазми.

Тема 3. Процеси на катоді та аноді вакуумного дугового розряду.

Тема 4. Технологічні аспекти явищ на катодах вакуумної дуги.

Тема 5. Конструкції дугових генераторів плазми.

Тема 6. Узагальнена характеристика електричних розрядів.

Тема 7. Устаткування для нанесення покриттів магнетронними генераторами плазми.

Тема 8. Конструкції магнетронних генераторів плазми.

Тема 9. Енергетична ефективність технологічних процесів формування селективних покриттів.

Тема 10. Забезпечення безпечних умов роботи під час формування селективних покриттів.

Теми лабораторних занять:

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Індивідуальні завдання

Курс передбачає підготування на вибір реферат, презентацію, есе чи цільової доповіді за однією з рекомендованих тем. Терміни видачі завдання - друга половина семестру.

Тема 1. Технології формування елементів кремнієвих фотоелектричних перетворювачів. Інтервали параметрів виробництва.

Тема 2. Технологія виробництва модулів і батарей із кремнієвих фотоелектричних перетворювачів. ККД характерних конструкцій.

Тема 3. Типи геліоустановок. ККД характерних конструкцій.

Тема 4. Технології виробництва адсорберів геліоустановок. ККД характерних конструкцій.

Самостійна робота

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань та підготовка до практичних робіт; підготовка до модульних та семестрових контролів.

Питання для самостійної роботи:

1. Загальні відомості про властивості газів.
2. Взаємодія потоку частинок з твердим тілом. Сорбційні явища.
3. Конденсація, утворення зародків і зростання тонких плівок.
4. Утворення дефектів в процесі формування селективних покриттів.
5. Типи селективних покриттів. Компонентний склад. Технологічні процеси формування.

4. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

4.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	10	0...10
Виконання практичних робіт	0...1	10	0...10
Виконання індивідуальних завдань	0...10	1	0...10
Модульний контроль	0...10	2	0...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	10	0...10
Виконання практичних робіт	0...1	10	0...10
Виконання індивідуальних завдань	0...10	1	0...10
Модульний контроль	0...10	2	0...20
Всього за семестр			0...100

4.2. 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

5. НОРМИ АКАДЕМІЧНОЇ ЕТИКИ І ПОЛІТИКА КУРСУ

Всі учасники освітнього процесу повинні дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених «Кодексом етичної поведінки», «Кодексом академічної доброчесності» ХАІ та виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність.

Виявлення ознак академічної недоброчесності регламентуються Статутом ХАІ, «Кодексом академічної доброчесності», Положенням «Про академічну доброчесність» та ін. нормативними та законодавчими документами.

Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, куратором групи, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома керівництва університету, студентського самоврядування / омбудсмена.

Вирішення конфліктних ситуацій, що виникають, регламентуються Положенням «Про комісію з академічної доброчесності» та ін. нормативними та законодавчими документами.

Відображається процедура відпрацювання пропущених занять (знаходження на лікарняному, мобільність та ін.), невиконаних завдань тощо.

Нормативно-правове забезпечення норм академічної етики, політики курсу та впровадження принципів академічної доброчесності ХАІ розміщено на сайті: <https://education.khai.edu/normative/>

6. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1455>

7. ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering [Text] / Edited by Antonio Luque, Steven Hegedus: 2011. – p. 1138.

2. Колесник В.П. Технологічні генератори плазми [Текст] / В.П. Колесник, В.В. Колесник - Київ: «Міленіум», 2009. – 92 с.

Додаткова:

3. Петров С.В., Карп І.Н. Плазмове газоповітряне наплення. – Київ: Наукова думка, 1993 – 494 с.

4. Технологія тонких плівок (Довідник), Під. ред. Л. Майссела, Р. Гленга. Нью-Йорк, 1970. Пер. з англ. За ред. М.І. Єлінсона, Г.Г. Смолко. Т.1, Т.2. - М.: Рад. Радіо, 1977.

Інформаційні ресурси:

1. <http://www.edwardsvacuum.com/>
2. <https://www.leybold.com/en/>

3. <https://www.pfeiffer-vacuum.com/en/>
4. <http://plasmaport.com/>
5. <https://plasma.oxinst.com/>
6. <https://www.mksinst.com/>
7. <https://www.pveducation.org/>