

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Наноматеріали, наносистеми, нанотехнології
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
Розробник(и)	Шумакова Наталія Іванівна, Однодворець Лариса Валентинівна
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 1-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 40 год. становить контактна робота з викладачем (16 год. лекцій, 24 год. практичних занять), 110 год. становить самостійна робота.
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньо-наукової програми "Електронні інформаційні системи"
Передумови для вивчення дисципліни	Передумови для вивчення відсутні
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою курсу є формування у здобувачів цілісної системи теоретичних знань та практичних навиків в області нанотехнологій, та здатності їх використовувати в галузі електроніки при вирішенні задач пов'язаних з вибором наноматеріалів та їх застосуванням у наноелектроніці.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Структурні особливості наноматеріалів.

Вступ. Загальні поняття та класифікація наноматеріалів. Методи отримання наноматеріалів за типом формування наноструктур: підхід «зверху вниз» (bottom-up) «знизу вгору» (top-down). Поняття про кластери, механізми зародження.

<p>Тема 2 Технологія отримання та властивості наноматеріалів.</p> <p>Нанокластери, біологічні та біосумісні матеріали. Вуглецеві та борні волокна: методи виготовлення. Поняття про міцелярні розчини. Золь-гель метод. Структура аерогеля, властивості та застосування.</p>
<p>Тема 3 Плівки Ленгмюра -Блоджетт. Методи дослідження Ленгмюрівських плівок.</p> <p>Основні фізичні та хімічні властивості плівок Ленгмюра-Блоджетт, такі як структура, поверхнева енергія, механічна стійкість тощо.</p>
<p>Тема 4 Застосування наноматеріалів.</p> <p>Приклади використання наноматеріалів у біомедицині, такі як доставка ліків, діагностика та зображення. Як наноматеріали впливають на розвиток нанобіотехнологій та біологічних досліджень.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Уміти досліджувати процеси в наносистемах і нанооб'єктах з точки зору їх застосування в електроніці та інших галузях
PH2	Уміти досліджувати властивості функціональних нанорозмірних матеріалів з використанням наукового обладнання та комп'ютерної техніки.
PH3	Використовувати знання та навички в дослідженнях для розв'язання наукових завдань і проблем.

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 171 Електроніка:

PP12	Узагальнювати сучасні наукові знання в галузі електроніки та застосовувати їх для розв'язання складних науково-технічних задач, доведення отриманих рішень до рівня конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.
PP16	Досліджувати електронні процеси та властивості функціональних нанорозмірних матеріалів мікро- і сенсорної електроніки з використанням сучасних програмних засобів моделювання та автоматизації розрахунків, проведення наукових експериментів з комп'ютерною обробкою і аналізом даних.

7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Загальні компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

CH1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
CH4	Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
CH5	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
CH6	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

8. Види навчальних занять

Тема 1. Структурні особливості наноматеріалів.
<p>Лк1 "Загальні поняття про наноматеріали. Розмірність:нанонаука, нанооб'єкти, нанотехнологія" (денна)</p> <p>Матеріали наноелектроніки, основні поняття та задачі.Класифікація наноматеріалів за складом, розподілом та формою структурованих складових.</p>
<p>Лк2 "Основні типи наноматеріалів. Методи отримання наноматеріалів за типом формування наноструктур." (денна)</p> <p>Методи отримання наноматеріалів за типом формування наноструктур: підхід «зверху вниз» (bottom-up) «знизу вгору» (top-down). Поняття про кластери, механізми зародження.</p>
<p>Пр1 "Матеріали наноелектроніки (нанокристалічні матеріали, нанокластери, композити)" (денна)</p> <p>Класифікація НМ за складом, розподілом та формою структурованих складових. Загальні відомості та поняття про нанооб'єкти (0D), (1D), (2D).</p>
<p>Пр2 "Визначення розміру наночастинок та побудова гістограми при аналізі мікроснімків." (денна)</p> <p>Робота з програмою ImageJ JS для визначення розміру наночастинок та побудови гістограми. Проводимо вимірювання всіх об'єктів на мікроснімку, додаючи їх в таблицю результатів. Одержуєте гістограму та статистичні дані: N –кількість вимірювань; Mean – середнє, Mode – найбільш ймовірне; min, max – мінімальне та максимальне значення.</p>
Тема 2. Технологія отримання та властивості наноматеріалів.
<p>Лк1 "Біологічні та біосумісні матеріали. Загальні вимоги до біоматеріалів." (денна)</p> <p>Класифікація біоматеріалів за їх дією на живий організм.Застосування біоматеріалів.</p>
<p>Лк2 "Магнітні наночастинок, властивості та застосування." (денна)</p> <p>Наноматеріали мають унікальні фізичні, хімічні та біологічні властивості. На сьогодні доведено, що зменшення розміру часток приводить до якісних змін їх магнітних властивостей, що є основою однодоменного стану та суперпарамагнетизму.</p>
<p>Лк3 "Застосування композитних та вуглецевих наноматеріалів." (денна)</p> <p>Властивості та застосування ВНТ в якості оболонковий захист космічних човнів. Інноваційний сплав на основі міді.</p>
<p>Лк4 "Наноструктурні рідини: колоїди, гелі." (денна)</p> <p>Поняття про міцелярні розчини. Золь-гель метод. Використання золь-гель методу дозволяє отримувати принципово нові матеріали, такі як органо-неорганічні гібридні матеріали, нові види стекло, керамік і т.д. Структура аерогеля, властивості та застосування.</p>

<p>Пр3 "Задачі і вправи. Вуглецеві наноматеріали. Електропровідність вуглецевих наноматеріалів:" (денна)</p> <p>Обчислення електропровідності графену та вуглецевих нанотрубок, використовуючи їхню структуру та електронну структуру. Властивості графену, такі як його електрична провідність та механічна міцність. Порівняння їх з властивостями інших матеріалів, таких як мідь або сталь.</p>
<p>Пр4 "Отримання біологічних та біосумісних матеріалів." (денна)</p> <p>Хімічний синтез: Використання хімічних реакцій для створення біосумісних матеріалів. Тканинна інженерія: Вирощування тканин та органів з клітин у лабораторних умовах за допомогою біосумісних матеріалів. Ферментативний синтез: Використання ферментів для керування хімічними реакціями в синтезі біосумісних матеріалів. Модифікація: Зміна фізико-хімічних властивостей біосумісних матеріалів шляхом їхньої модифікації за допомогою хімічних реакцій або фізичних методів.</p>
<p>Пр4 "Розробка наноенергетичних матеріалів." (денна)</p> <p>Дослідження можливості використання нанотехнологій для створення більш ефективних енергетичних матеріалів, таких як батареї чи сонячні панелі.</p>
<p>Пр5 "Обговорення новітніх досягнень у галузі наноматеріалів. Дослідження етичних питань у нанотехнологіях:" (денна)</p> <p>Обговоренню етичних аспектів використання нанотехнологій, таких як вплив на навколишнє середовище, безпека і конфіденційність. Останні наукові статті та дослідження про наноматеріали та обговорити їхні результати та можливі застосування.</p>
<p>Пр6 "Задачі і вправи" (денна)</p> <p>Електронні властивості НТ (нанотрубок).</p>
<p>Пр7 "Синтез наноматеріалів." (денна)</p> <p>Вивчення особливостей методів синтезу, фізико-хімічних властивостей різних видів наноматеріалів, таких як наночастинки, нанотрубки або квантові точки.</p>
<p>Пр8 "Надлегкі матеріали" (денна)</p> <p>Надлегкі матеріали – тверді речовини, що мають щільність меншу за 10 кг/м³ та містять кварцові й аерогелі з вуглецевих нанотрубок, аерографіт, аерографен, металеві піни з комірчастою структурою, металеві мікрорешітки та спінені полімери. Перспективи використання в різноманіт. галузях промисловості та техніки. Так, напр., спінені високопористі матеріали, що характеризуються високою здатністю до сорбції, ефективні при очищенні поверхні водоймищ від гідрофоб. забруднювачів, зокрема й нафти та нафтопродуктів; для термоізоляції приміщень; для захисту мост. конструкцій від негатив. температур. коливань тощо.</p>
<p>Тема 3. Плівки Ленгмюра -Блоджетт. Методи дослідження Ленгмюрівських плівок.</p>
<p>Лк5 "Плівки Ленгмюра-Блоджетт." (денна)</p> <p>Історія відкриття ленгмюрівської плівки. Технологія отримання, властивості.</p>

<p>Пр9 "Експериментальні методи дослідження Ленгмюрівських плівок. Властивості плівок." (денна)</p> <p>Різні методи дослідження плівок Ленгмюра-Блоджетт, включаючи спектроскопію, мікроскопію та інші. Основні фізичні та хімічні властивості плівок Ленгмюра-Блоджетт, такі як структура, поверхнева енергія, механічна стійкість тощо.</p>
<p>Тема 4. Застосування наноматеріалів.</p>
<p>Лк6 "Застосувань наноматеріалів у сучасному світі." (денна)</p> <p>Основні галузі використання наноматеріалів: наноелектроніка, біотехнології, медицина, енеогетика, екологія.</p>
<p>Пр10 "Електроніка та фотоніка" (денна)</p> <p>Наноматеріали для електроніки: як наноматеріали використовуються для створення більш потужних і мініатюрних електронних пристроїв. Застосування наноматеріалів у фотоніці, зокрема у сонячних батареях, світлодіодах і лазерах.</p>
<p>Пр11 "Наноматеріали у виробництві та матеріалознавстві." (денна)</p> <p>Легкі та міцні матеріали. Як наноматеріали використовуються для розробки легких, але міцних матеріалів, зокрема у літакобудуванні та автомобілебудуванні спеціальних вимог до таких продуктів. Основні вимоги які пред'являють до цих матеріалів :це висока технологічність, оптимальна вартість і легковажність, бо кожен грам збільшує навантаження на силову установку.</p>
<p>Пр12 "Застосування наноматеріалів в медицині та біології." (денна)</p> <p>Приклади використання наноматеріалів у біомедицині, такі як доставка ліків, діагностика та зображення. Як наноматеріали впливають на розвиток нанобіотехнологій та біологічних досліджень.</p>

9. Стратегія викладання та навчання

9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекційне навчання
МН2	Самостійне навчання
МН3	Практикоорієнтоване навчання

Лекції надають студентам матеріали з базових понять та технологій в наноелектроніці, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти.

Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій, практичних занять та доповідей, що дозволить здобувачам освіти досягти навичок критичного мислення, швидкого критичного читання, спостереження, синтезу та аналізу, дисциплінованості критично оцінювати здобуту інформацію та її джерела, виокремлювати головне, аналізувати, робити висновки, використовувати отриману інформацію на практиці; застосовувати здобуті знання у навчальних і життєвих ситуаціях та професійній діяльності.

9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до практичних занять
НД2	Підготовка до лекцій
НД3	Виконання практичних завдань

10. Методи та критерії оцінювання

10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань	Призначене для визначення здобувачами вищої освіти своїх проміжних досягнень та їх покращення надалі, та, як правило, не впливає на підсумкову оцінку за дисципліною	протягом аудиторного заняття	Google Meet
МФО2 Перевірка та оцінювання письмових завдань	Призначене для підвищення рівня відповідальності та розвитку навичок критичного аналізу в учасників навчального процесу.	До підсумкової атестації	Google Meet
МФО3 Опитування та усні коментарі викладача за його результатами	Призначене для контролю коректності реалізації поставлених у практичній роботі завдань у процесі виконання роботи	До атестаційного тижня	Google Meet

10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Звіт за результатами виконання практичних робіт	Для зарахування практичної роботи необхідно виконати мінімальний обсяг завдання відповідно методичним вказівкам. Всі письмові роботи, що здаються з порушенням встановлених графіком освітнього процесу строків без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (80% від максимальної передбачених кількості)	До атестаційного тижня	Google Meet
МСО2 Проміжний модульний контроль у формі тестування	Тестові питання направлені на перевірку отриманих знань протягом вивчення курсу дисципліни.	Згідно графіку навчального процесу.	Відповіді на поставлені питання

Контрольні заходи:

	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Можливість перекладання з метою підвищення оцінки
1 семестр	100 балів		
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт	60		
12x5	60	20	Ні
МСО2. Проміжний модульний контроль у формі тестування	40		
2x20	40	20	Так

1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл балів за дисципліною: звіти за результатами виконання практичних робіт та їх захист - до 36 балів, написання двох атестаційних контролів (2x12) балів, підсумковий контроль: екзамен 40 балів. 3. Умови ліквідації заборгованостей з поточної роботи: перекладання атестаційного контролю студентами, які отримали рейтинговий бал за модульний цикл, що відповідає незадовільній оцінці (менше 40%), проводиться не пізніше двох тижнів після атестаційного. Позитивні оцінки з модульного циклу в цілому та його складових не підвищуються.

11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

11.1 Засоби навчання

ЗН1	Інформаційно-комунікаційні системи (освітні платформи, презентації, відеоматеріали, візуалізації, моделі, демонстрації)
ЗН2	Бібліотечні фонди

11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Нанохімія і наноматеріали [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» / Уклад: Т. А. Донцова, М. І. Літинська, Ю. М. Феденко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 170 с.
2	Афтанділянц Є.Г. Зазимко О.В. Лопатько К.Г. Наноматеріалознавство підручник.-Гельветика, 2020. 550с.
Допоміжна література	
1	Проценко І. Ю., Шумакова Н.І..Наноматеріали і нанотехнології в електроніці підручник. – Суми : Сумський державний університет, 2017. 155 с.
2	Віктор Малишев, Ніна Кущевська, Олена Папроцька, Оксана Терещенко Наноматеріали та нанотехнології. Навчальний посібник. Видавництво: Університет "Україна", 2018.- 140 с.
2	Michal Swierczewski, Thomas B?rgi. Langmuir and Langmuir–Blodgett Films of Gold and Silver Nanoparticles. Langmuir 2023, 39 (6) , 2135-2151. https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.2c02715
3	F?bio A. Scholl, Danilo A. Oliveira, Jos? R. Siqueira, Luciano Caseli. Exploring Langmuir-Blodgett films with phospholipid-graphene oxide/MnO2 as a hybrid nanostructured interface for supercapacitor applications. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 2023, 664 , 131128. https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2023.131128
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
1	https://phys.org/news/2021-02-bacterial-magnetic-nanoparticles-biomedical-applications.html