

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Наноматеріали для електронних та інформаційних систем
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
<b>Розробник(и)</b>	Шумакова Наталія Іванівна
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
<b>Тривалість вивчення навчальної дисципліни</b>	один семестр
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	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.
<b>Мова викладання</b>	Українська

### 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні інформаційні системи"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Передумови для вивчення відсутні
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

### 3. Мета навчальної дисципліни

Формування у здобувачів поглиблених теоретичних та практичних знань, умінь та розуміння в області інформаційних систем як матеріалів мікро- і наноелектроніки, що дасть їм можливість формулювати, узагальнювати і розв'язувати дослідницькі та практичні задачі в галузі наноелектроніки.

### 4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Вступ до наноматеріалів. Структура та властивості наноматеріалів</p> <p>Визначення наноматеріалів та їхні основні властивості. Потенціал застосування наноматеріалів у сучасних технологіях.. Розмірні ефекти у наноматеріалах. Електронні, оптичні, магнітні властивості та механічні властивості наноматеріалів.</p>
<p>Тема 2 Нанорозмірні структури</p> <p>Вивчення властивостей, та структура наноалмазів. Основні властивості наноалмазів.</p>
<p>Тема 3 Застосування наноматеріалів у електроніці та в інформаційних технологіях</p> <p>Наносенсори для детектування газів та біомолекул..Зберігання та обробка інформації на наноскладах.Методи конструювання матеріалів на нанорівні.Виклики та обмеження використання наноматеріалів.Токсичність та екологічні питання, ризики та безпека виробництва. Інновації та перспективи у сфері наноелектроніки.</p>
<p>Тема 4 Перспективи розвитку наноматеріалів у майбутньому.</p> <p>Прогнози розвитку інформаційних технологій та штучного інтелекту. Майбутнє медицини та біотехнологій.</p>

### 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Знати методи конструювання матеріалів і об'єктів на нанорівні та аналізувати їх з точки зору енергозбереження та безпечності, для впровадження в технології електронної промисловості.наноелектроніці.
РН2	Застосовувати прикладне програмне забезпечення для візуалізації наноструктур та моделювати наноструктури різними методами.

### 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.  
Для спеціальності 171 Електроніка:

ПР12	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.
ПР14	Досліджувати електронні процеси в функціональних матеріалах мікро- і наноелектроніки з використанням сучасних програмних засобів моделювання та автоматизації інженерних розрахунків, проведення вимірювань та наукових експериментів з комп'ютерною обробкою і аналізом результатів.

### 7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
СН4	Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

СН5	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
-----	--

## 8. Види навчальних занять

<b>Тема 1. Вступ до наноматеріалів. Структура та властивості наноматеріалів</b>	
Лк1 "Основні поняття і визначення наноматеріалів." (денна)	Особливості нанорозмірного стану речовини. Класифікація та характеристики
Лк2 "Наноструктурні матеріали." (денна)	Особливості структури та властивості консолідованих та вуглецевих матеріалів. Методи отримання, фізико-хімічні властивості.
Пр1 "Консолідовані та вуглецеві наноматеріали." (денна)	Вивчення структури та властивостей консолідованих матеріалів. Огляд вуглецевих наноматеріалів: графен, вуглецеві нанотрубки, фулерени. Структура графену та його основні властивості. Виробництво та застосування вуглецевих наноматеріалів.
Пр2 "Застосування консолідованих та вуглецевих наноматеріалів." (денна)	Використання консолідованих матеріалів у виробництві (наприклад, літаки або автомобілі). Застосування вуглецевих наноматеріалів у електроніці, космічній промисловості, медицині тощо.
Пр3 "Розрахункова робота, визначення розміру вуглецевих нанотрубок." (денна)	Навчитися працювати з програмою ImageJ JS. Зробити аналіз та визначити розмір вуглецевих нанотрубок. За допомогою програми ImageJ JS побудови гістограми.
<b>Тема 2. Нанорозмірні структури</b>	
Лк3 "Одержання нанорозмірних структур." (денна)	Одержання наночастинок золота та срібла. Форми наночастинок золота та срібла.
Лк4 "Наноалмази; структура та властивості." (денна)	Вивчення властивостей, та структура наноалмазів. Основні властивості наноалмазів створюють основу для їхнього використання у різних галузях науки і техніки.
Пр4 "Методи отримання наноалмазів, застосування." (денна)	Вивчення властивостей, методів одержання та застосування наноалмазів. Синтез при надвисоких тисках і температурах, електронно- та іонно-променеві методи, детонаційний синтез, Електрохімічне осадження на аноді.
Пр5 "Функціональні та розумні матеріали." (денна)	Властивості функціональних матеріалів. Означення розумних матеріалів та їх відмінності від функціональних. Методи отримання функціональних матеріалів: синтез, обробка, модифікація. Застосування функціональних матеріалів у промисловості та науці.

Пр6 "Застосування розумних матеріалів у різних сферах, включаючи медицину, авіацію, спорт та інші." (денна)

Сучасні досягнення та перспективи. Важливі досягнення в області функціональних та розумних матеріалів. Виклики та перспективи в подальшому розвитку цих матеріалів. Роль досліджень та інновацій в цій галузі.

### **Тема 3. Застосування наноматеріалів у електроніці та в інформаційних технологіях**

Лк5 "Наноалмази, методи отримання та перспективи застосування наноалмазів." (денна)

Методи отримання наноалмазів включають різноманітні способи та технології, які дозволяють синтезувати алмазні наночастинки з контрольованими характеристиками, такими як розмір, форма і чистота. Практичне значення наноалмазів виявляється у можливостях використання цих матеріалів в різних галузях науки і промисловості.

Лк6 "Методи конструювання матеріалів і об'єктів на нанорівні" (денна)

Моделювання наноструктур. Метод Монте-Карло. Основні принципи методу Монте-Карло. Історія та походження методу.

Лк7 "Наносенсори." (денна)

Застосування наносенсорів у різних галузях, включаючи промисловість, медицину та електроніку. Показати, як вже зараз починають застосовуватися цифрові методи лікування, як за допомогою застосунків і сенсорів здійснювати контроль над важливими функціями організму.

Пр7 "Моделювання наноструктур методом Монте-Карло" (денна)

Познайомити учасників із методом Монте-Карло у моделюванні наноструктур. Пояснити основні поняття та принципи цього методу. Показати застосування Монте-Карло в дослідженнях наноматеріалів.

Пр8 "Застосування Монте-Карло в моделюванні наноструктур.." (денна)

Моделювання структури та динаміки наночастинок. Визначення термодинамічних властивостей наносистем. Дослідження квантових явищ у наноматеріалах.

Пр9 "Методи візуалізації наноструктур" (денна)

Оптична мікроскопія та сканувальна тунельна мікроскопія (STM). Трансмісійна електронна мікроскопія (ТЕМ). Рентгенівська дифракція та рентгенівська комп'ютерна томографія (ХСТ). Атомна силова мікроскопія (AFM).

### **Тема 4. Перспективи розвитку наноматеріалів у майбутньому.**

Лк8 "Функціональні та розумні матеріали." (денна)

Напівпровідникові і діелектричні матеріали, матеріали із спеціальними механічними властивостями. Розумні матеріали, що володіють властивостями цілих пристроїв і здібностями оцінювати поточний стан (сенсорна функція), ухвалювати рішення (обробляти інформацію, що надходить, - процесорна функція) і змінювати свої характеристики (ефекторна функція).

<p>Пр10 "Інтеграція іноваційних матеріалів та штучний інтелект.." (денна)</p> <p>Спільне застосування іноваційних матеріалів та ШІ: сенсори, "розумні" матеріали, системи зворотного зв'язку. Приклади проектів та досліджень, де іноваційні матеріали та ШІ використовуються разом. Переваги та виклики такої інтеграції.</p>
<p>Пр11 "Інтелектуальні наноматеріали" (денна)</p> <p>Визначення інтелектуальних наноматеріалів та їхні особливості. Приклади інтелектуальних наноматеріалів, які можуть змінювати свої властивості під впливом зовнішніх факторів. Застосування інтелектуальних наноматеріалів у різних галузях, таких як енергетика, електроніка та медицина.</p>
<p>Пр12 "Перспективи розвитку наноматеріалів та завдання для майбутнього." (денна)</p> <p>Прогнози розвитку інформаційних технологій та штучного інтелекту. Майбутнє медицини та біотехнологій. Технології відновлювальної енергетики та сталого розвитку. Боротьба зі зміною клімату та використання відновлюваних джерел енергії. Збереження біорізноманіття та сталє лісове господарство. Кругова економіка та використання вторинних ресурсів.</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

При вивченні предмету "Наноматеріали для електронних та інформаційних систем" можуть використовуватися різні методи навчання та підходи до передачі знань. Один із таких підходів - це загально дидактичні методи. Вони включають в себе різні педагогічні техніки та прийоми, спрямовані на покращення розуміння матеріалу студентами. Семінарські заняття дозволяють студентам активно брати участь у дискусіях, обговореннях та вирішенні завдань, пов'язаних з наноматеріалами. Це може включати в себе аналіз наукових статей, розв'язання практичних задач, обговорення важливих аспектів галузі.

Вивчення дисципліни формує здатності до різних навичок та компетенцій, залежно від конкретної специфіки дисципліни і її мети. Аналітичні навички: Вивчення матеріалів і методів дослідження наноматеріалів може розвивати здатність аналізувати інформацію, виділяти головні поняття та робити висновки на основі даних. Експертність у галузі наноматеріалів: Студенти можуть набути глибокого знання та експертність в галузі наноматеріалів, включаючи їхні властивості, синтез та застосування. Практичні навички роботи з матеріалами: практичні заняття можуть розвивати практичні навички роботи з наноматеріалами, включаючи їхній синтез та характеристизацію. Комунікаційні навички: Здатність чітко та ефективно комунікувати результати досліджень та інформацію про наноматеріали є важливою для науковців, інженерів та фахівців у цій галузі. Робота в команді: Участь у проектах може розвивати навички роботи в команді, що важливо для колективної розробки нових технологій.

## 9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до практичних занять
НД2	Підготовка до поточного контролю
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)	$21 \leq RD < 59$
Можливе одноразове повторне складання	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 20$

### 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 Виконання індивідуального завдання	Призначення для закріплення теоретичних знань.	згідно графіку навчання	Google Meet
МФО3 Самооцінка поточного тестування	Призначення для закріплення теоретичних знань отриманих здобувачем протягом курсу викладання.	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.	До підсумкової атестації	Google Meet,
МСО2 Виконання індивідуального проєкта (підготовка, презентація, захист)	Аналіз літератури за вибраною тематикою, підготовка доповіді з презентацією.	згідно графіку навчального процесу	Telegram
МСО3 Проміжний модульний контроль у формі тестування	Тестові питання направлені на перевірку отриманих знань протягом вивчення курсу дисципліни.	До підсумкової атестації	Google Meet

Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Можливість перекладання з метою підвищення оцінки
<b>Перший семестр вивчення</b>		<b>100 балів</b>	
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		<b>25</b>	
	5x5	25	Ні
МСО2. Виконання індивідуального проєкта (підготовка, презентація, захист)		<b>35</b>	
	7x5	35	Ні
МСО3. Проміжний модульний контроль у формі тестування		<b>40</b>	
	2x20	40	Ні

1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл балів за дисципліною: звіти за результатами виконання практичних робіт 25 балів, підготовка презентацій 35 балів, написання двох атестаційних контролів - 20 балів кожен. 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	Прилади та пристрої мікро- та наносистемної техніки
ЗН2	Електронні компоненти, прилади, пристрої та системи
ЗН3	Бібліотечні фонди

## 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Саввова О. В. Інноваційні матеріали та речовини в хімічній інженерії: конспект лекцій для студентів 1 курсу денної форми навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія / О. В. Саввова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 105 с.
2	Віктор Малишев, Ангеліна Габ, Дмитро Шахнін. Наноматеріали. Класифікація, технології одержання, особливі властивості, основні методи досліджень та напрями застосування. Навчальний посібник: Видавництво Університет "Україна", 2020. 236с.
<b>Допоміжна література</b>	
1	Віктор Малишев, Ніна Кушевська, Олена Папроцька, Оксана Терещенко Наноматеріали та нанотехнології. Навчальний посібник. Видавництво: Університет "Україна", 2018.- 140 с.
2	Проценко І. Ю., Шумакова Н.І. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці підручник. – Суми : Сумський державний університет, 2017. 155 с.
3	Baidakova M. V., Vul' A. Y., Surovtsev N. V., Bondar V. S., Girichev G. V., Ralchenko V. G., ... Shvets V. A. Synthetic ultradispersed nanodiamonds. Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures, 2020. №23(2). P.93-101.
4	Doherty M. W., Manson N. B., Delaney P., Jelezko F., Wrachtrup J., Hollenberg L. C. The nitrogen-vacancy colour centre in diamond. Physics Reports, 2021. №528(1). P.1-45.
5	Alkauskas A., Shim J. P., Reboredo F. A. Electronic properties of the nitrogen-vacancy center in diamond: Charge states and strain engineering. Physical Review B, 2022. №86(4). P.32.
<b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b>	
1	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=oIhJqfSyO-o">https://www.youtube.com/watch?v=oIhJqfSyO-o</a>
2	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=noJpYRPvY7g&amp;t=267s">https://www.youtube.com/watch?v=noJpYRPvY7g&amp;t=267s</a>



## ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Програма навчальної дисципліни	Усього годин	Навчальна робота, аудиторних годин				Самостійна робота здобувача вищої освіти за видами, годин					
			Усього, ауд. год.	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Усього, год.	Самостійне опрацювання матеріалу	Підготовка до практичних занять	Підготовка до лабораторних робіт	Підготовка до контрольних заходів	Виконання самостійних позааудиторних завдань
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>денна форма навчання</b>												
1	Вступ до наноматеріалів. Структура та властивості наноматеріалів	12.5	10	4	6	0	2.5	1	1.5	0	0	0
2	Нанорозмірні структури	12.5	10	4	6	0	2.5	1	1.5	0	0	0
3	Застосування наноматеріалів у електроніці та в інформаційних технологіях	15	12	6	6	0	3	1.5	1.5	0	0	0
4	Перспективи розвитку наноматеріалів у майбутньому.	10	8	2	6	0	2	0.5	1.5	0	0	0
<b>Контрольні заходи</b>												
1	диференційний залік	6	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0
<b>Індивідуальні завдання</b>												
1	інші індивідуальні завдання	94	0	0	0	0	94	0	0	0	0	94
<i>Всього з навчальної дисципліни (денна форма навчання)</i>		<i>150</i>	<i>40</i>	<i>16</i>	<i>24</i>	<i>0</i>	<i>110</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>94</i>