

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

|  |   |
|--|---|
| <b>Повна назва навчальної дисципліни</b>         | Матеріалознавство наноелектроніки   |
| <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 32 год. становить контактна робота з викладачем (16 год. лекцій, 16 год. практичних занять), 118 год. становить самостійна робота. |
| <b>Мова викладання</b>                           | Українська  |

### 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

|   |   |
|---|---|
| <b>Статус дисципліни</b>                  | Вибіркова 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

Метою курсу є формування у здобувачів цілісної системи теоретичних знань та практичних навиків в області матеріалознавства, що дасть їм можливість формулювати, узагальнювати і розв'язувати дослідницькі та практичні задачі в галузі матеріалознавства .

### 4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Класифікація наноматеріалів. Методи формування наноструктур.  
Методи отримання наночастинок. Розділ їх на дві великі групи за типом формування наноструктур.

|  |
|--|
| <p>Тема 2 Основні методи одержання наноматеріалів</p> <p>Технологія плівок і покриттів. Технологія одержання полімерних, пористих, трубчастих і біологічних наноматеріалів</p>   |
| <p>Тема 3 Золь-гель метод.</p> <p>Золі, гелі, процес утворення гелів в результаті коагуляції золів. Унікальні властивості та застосування аерогелів в космічній промисловості. Типи міцелярних систем. Синтез в обернених міцелах.</p>             |
| <p>Тема 4 Композитні матеріали.</p> <p>Основні сфери застосування композитних матеріалів. Фізико-хімічні властивості модифікованих поверхонь. Застосування в електроніці, космічній та військовій промисловості.</p>                               |
| <p>Тема 5 Біоматеріали, їх функції та вимоги до них.</p> <p>Класифікація біоматеріалів. Застосування біоматеріалів у медицині. Використання наноматеріалів в електроніці, оптоелектроніці та приладобудуванні.</p>                                 |
| <p>Тема 6 Застосування наноматеріалів</p> <p>Матеріали наноелектроніки. Надтверді та інструментальні матеріали. Области застосування наноматеріалів у хімічній промисловості, біології й медицині, в області охорони навколишнього середовища.</p> |

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

|     |   |
|-----|---|
| РН1 | Застосовувати знання стосовно наноматеріалів в електроніці, оптоелектроніці та приладобудуванні які використовуються та розробляються у наноелектроніці для конкретних задач мікро- і наноелектроніки, клінічної медицини тощо. |
| РН2 | Застосовувати знання стосовно фізичних процесів, що виникають при взаємодії нанокластерів, нанокомпозитних матеріалів та наноструктур.  |

## 7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

|     |  |
|-----|--|
| СН1 | Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.                    |
| СН2 | Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. |
| СН3 | Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.                 |

## 8. Види навчальних занять

|  |
|--|
| Тема 1. Класифікація наноматеріалів. Методи формування наноструктур. |
|--|

|  |
|--|
| <p>Лк1 "Класифікація наноматеріалів. Методи отримання та застосування наноматеріалів." (денна)</p> <p>Підходи «зверху – вниз» та «знизу – вгору». Фізичні методи отримання магнітних наночастинок.</p>   |
| <p><b>Тема 2. Основні методи одержання наноматеріалів</b></p>  |
| <p>Лк2 "Методи отримання наноматеріалів." (денна)</p> <p>Пористі наноматеріали й наноматеріали зі спеціальними фізикохімічними властивостями.</p>  |
| <p>Пр1 "Методи отримання фулеренів та їх похідних ." (денна)</p> <p>Одержання фулеренів метод Кретчмера, процес розділення фулеренів. Методи одержання фулеридів та фулеритів.</p>   |
| <p>Пр2 "Хімічні та фізичні методи отримання наноматеріалів" (денна)</p> <p>До чисто хімічних методів можна віднести такі способи отримання, в яких наночастинки утворюються з прекурсорів, що не піддаються сильним впливів, наприклад, випаровуванню. Лазерне випарування та магнетронне розпилення.</p>  |
| <p><b>Тема 3. Золь-гель метод.</b></p>   |
| <p>Лк3 "Золі, гелі, процес утворення гелів в результаті коагуляції золів." (денна)</p> <p>Унікальні властивості та застосування аерогелів.</p>   |
| <p>Пр3 "Міцели. Типи міцелярних систем. Синтез в обернених міцелах." (денна)</p> <p>Структура міцели. Типи міцелярних систем. Застосування міцелярних розчинів в побуті і промисловості.</p>   |
| <p>Пр4 "Застосування гелів." (денна)</p> <p>Унікальні властивості та застосування аерогелів в космічній промисловості. Структура та процес утворення гелів.</p>  |
| <p><b>Тема 4. Композитні матеріали.</b></p>  |
| <p>Лк4 "Методи виготовлення композитних матеріалів." (денна)</p> <p>Класифікація композитних матеріалів. Основні сфери застосування композитних матеріалів.</p>  |
| <p>Лк5 "Надтверді та інструментальні матеріали." (денна)</p> <p>До таких матеріалів перш за все відносяться тверді сплави, які являють собою композиційні матеріали за участю твердих тугоплавких сполук (карбідів, нітридів, боридів, силіцидів), алмазів, карбиду бору та іншого. Це різноманітні різці, свердла та інші вироби багатофункціонального призначення.</p> |
| <p>Пр5 "Модифіковані поверхні." (денна)</p> <p>Фізико-хімічні властивості модифікованих поверхонь. Застосування в електроніці, космічній та військовій промисловості.</p>  |

|   |
|---|
| <b>Тема 5. Біоматеріали, їх функції та вимоги до них.</b>   |
| Лк6 "Застосування наноматеріалів." (денна)<br>Використання наноматеріалів в електроніці, оптоелектроніці та приладобудуванні.   |
| Лк7 "Класифікація біоматеріалів. Застосування біоматеріалів у медицині." (денна)<br>Класифікація біоматеріалів за їх дією на живий організм. Загальні вимоги до біоматеріалів.  |
| <b>Тема 6. Застосування наноматеріалів</b>  |
| Лк8 "Області застосування наноматеріалів." (денна)<br>Матеріали для ракетної та космічної техніки. Матеріали для медицини.  |
| Пр6 "Основні галузі застосування наноматеріалів" (денна)<br>Матеріали наноелектроніки. Надтверді та інструментальні матеріали.  |
| Пр7 "Основні галузі застосування новітніх композиційних та порошкових матеріалів" (денна)<br>Застосування композиційних порошкових матеріалів дозволяє вирішувати дуже актуальні питання в медицині. Тільки методами порошкової металургії можна виготовити довговічний та біосумісний інструментарій для медицини із кераміки. |
| Пр8 "Матеріали споріднені з алмазоподібними." (денна)<br>Нітрид титану, карбід вольфраму. Методи одержання (фізичні методи, хімічні методи) та застосування.  |

## 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 "Матеріалознавство наноелектроніки" 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. Практичні навички роботи з матеріалами: практичні заняття можуть розвивати практичні навички роботи з наноматеріалами, включаючи їхній синтез та характеризацію. 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 проєктах може розвивати навички роботи в команді, що важливо для колективної розробки нових технологій.

## 9.2 Види навчальної діяльності

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

## 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<br>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<br>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<br>Звіт за результатами виконання практичних робіт  | Для зарахування практичної роботи необхідно виконати мінімальний обсяг завдання відповідно методичним вказівкам. | До підсумкової атестації | Google Meet,      |
| МСО2<br>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 перескладання з метою підвищення оцінки |
|--|-----------------------------|--|
| <b>Перший семестр вивчення</b>                         | <b>100 балів</b>            |  |
| МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт  | <b>40</b>                   |  |
| 8x5  | 40                          | Ні   |
| МСО2. Проміжний модульний контроль у формі .тестування | <b>60</b>                   |  |
| 2x30   | 60                          | Ні   |

1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл балів за дисципліною: звіти за результатами виконання практичних робіт 40 балів, написання двох атестаційних контролів - 30 балів кожен. 3. Умови ліквідації заборгованостей з поточної роботи: перескладання 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 | Бібліотечні фонди  |
| ЗН2 | Проекційна апаратура   |
| ЗН3 | Технічні засоби (кінофільми, радіо- і телепередачі, звуко- і відеозаписи та ін.) |

### 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

| <b>Основна література</b>   |   |
|-----------------------------|---|
| 1                           | 1. Проценко І. Ю. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці : друге доповнене видання, електрон. версія / І. Ю. Проценко, Н. І. Шумакова. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 169с. |
| <b>Допоміжна література</b> |   |
| 1                           | Багдасарян А. А. Основи наноелектроніки : навчальний посібник / А. А. Багдасарян. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 133 с.   |
| 2                           | 1. Азаренков М.О., Неклюдов І.М., Береснев В.М., Наноматеріали і нанотехнології. – Навчальний посібник Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. – 315 с.  |

## 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  | Класифікація наноматеріалів. Методи формування наноструктур. | 2.5          | 2                                  | 2         | 0                 | 0                  | 0.5   | 0.5                              | 0                               | 0                                | 0                                 | 0  |
| 2  | Основні методи одержання наноматеріалів                      | 7.5          | 6                                  | 2         | 4                 | 0                  | 1.5   | 0.5                              | 1                               | 0                                | 0                                 | 0  |
| 3  | Золь-гель метод.   | 7.5          | 6                                  | 2         | 4                 | 0                  | 1.5   | 0.5                              | 1                               | 0                                | 0                                 | 0  |
| 4  | Композитні матеріали.  | 7.5          | 6                                  | 4         | 2                 | 0                  | 1.5   | 1                                | 0.5                             | 0                                | 0                                 | 0  |
| 5  | Біоматеріали, їх функції та вимоги до них.                   | 5            | 4                                  | 4         | 0                 | 0                  | 1   | 1                                | 0                               | 0                                | 0                                 | 0  |
| 6  | Застосування наноматеріалів                                  | 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                                  | 104          | 0                                  | 0         | 0                 | 0                  | 104   | 0                                | 0                               | 0                                | 0                                 | 104  |
| <i>Всього з навчальної дисципліни (денна форма навчання)</i> |  | <i>150</i>   | <i>32</i>                          | <i>16</i> | <i>16</i>         | <i>0</i>           | <i>118</i>  | <i>4</i>                         | <i>4</i>                        | <i>0</i>                         | <i>6</i>                          | <i>104</i>                                   |