



**Силабус навчальної дисципліни**  
**«Нанорозмірні модулі безпілотних літаючих апаратів»**  
**Освітньо-професійна програма:**  
**«Програмно-апаратні засоби криптографічного захисту**  
**безпілотних аерокосмічних комплексів»**  
**Спеціальність: 153 Мікро- та наносистемна техніка**  
**Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування**

|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Рівень вищої освіти</b>                                                                                                | Перший (бакалаврський)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Статус дисципліни</b>                                                                                                  | Блок альтернативних вибірових дисциплін                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Курс</b>                                                                                                               | Третій                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Семестр</b>                                                                                                            | П'ятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Обсяг дисципліни, кредити ЄКТС/загальна кількість годин</b>                                                            | 4 кредити/120 годин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Мова викладання</b>                                                                                                    | Українська, англійська                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Що буде вивчатися (предмет навчання)</b>                                                                               | Наукові принципи та перспективи розвитку мікро- та наноелектроніки, фізичні основи її нового напрямку – наноелектроніки, що охоплює галузі одноелектроніки, квантоворозмірних автоматів, спінелектроніки, молекулярну електроніку, а також їх науково-технічне запровадження в електронних модулях безпілотних літаючих апаратах (БПЛА)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Чому це цікаво/потрібно вивчати (мета)</b>                                                                             | Сучасна наноелектроніка, зокрема в апаратурі БПЛА, ґрунтується на наукових знаннях. Високоосвічена особистість, що володіє науковими та інженерними знаннями, має унікальні можливості забезпечувати науково-технічний прогрес, розробляти і впроваджувати перспективні ідеї нанотехнологій в БПЛА.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Чому можна навчитися (основні результати навчання, які можна досягти, зокрема, в сукупності з іншими дисциплінами)</b> | Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки. (ПРН 1 ОПП)<br>Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотільної електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схмотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.(ПРН 4 ОПП)<br>Дотримуватися норм сучасної української ділової та професійної мови.(ПРН 14 ОПП)<br>Демонструвати поглиблені знання в таких областях електроніки як теорія інформації та кодування, електронних сенсорів та актюаторів, мікрохвильова електроніка, електронні вбудовані системи.(ПРН 19 ОПП)<br>Демонструвати знання з моделювання та налаштування бездротових мереж Інтернету речей.(ПРН 22 ОПП) |

**Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)**

Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.(ЗК 2 ОПП)  
Здатність спілкуватися українською мовою як усно, так і письмово.(ЗК 3 ОПП)  
Здатність спілкуватися іноземною мовою.(ЗК 4 ОПП)  
Здатність поглиблювати знання в області сучасної електроніки.(ЗК 16 ОПП)  
Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.(ФК 3 ОПП)  
Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем.(ФК 9 ОПП)  
Здатність аналізувати та проектувати вбудовані системи з використанням широкого спектра датчиків та актуаторів.(ФК 12 ОПП)

## Навчальна логістика

### Зміст дисципліни:

Історична довідка розвитку чотирьох поколінь електроніки: вакуумної, напівпровідникової (транзисторної), інтегральної мікроелектроніки та наноелектроніки. Сучасна фізична картина світу і впровадження Інтернету речей для зв'язків різних галузей знань. Елементарні частинки, їх хвильова природа і дуалізм (суперечність) в твердотільній електроніці. Заряди, маси і магнітні моменти елементарних частинок. Взаємодія електростатичної (кулонівської) блокади і тунелювання в цифрових нанорозмірних модулях для реалізації логічних функцій.

Основні типи нанокристалічних структур: 0D – нульвимірні квантові точки мажоритарних наносхем, 1D – одновимірні нанотрубки (комутаційні нанопровідники, оптичні волокна), 2D – двовимірні наноплівки (ізоляційні багатопарові наноструктури) та 3D – тривимірні полікристали (інформаційні кубіти). Трансформація властивостей наноструктур в залежності від кількості атомів в об'ємі і на поверхні.

Спінтроніка, у якій для збереження бінарної інформації використовується значення спіну елементарних частинок.

Нанорозмірні магнітоопори для запису/читання в енергонезалежних мобільних запам'ятовуючих пристроях.

Фулерони і вуглицеві нанотрубки для ізоляції та електропровідності уніполярних нанотранзисторів. Використання в наномодулях Інтернету речей наномасштабованих напівпровідників і металів.

Однелектронні транзистори (ОЕТ), їх принцип дії, заснований на однелектронному (по одному) резонансному, безінерційному ( $\geq 10$  ТГц) тунелюванні і кулонівській блокаді двох електронів, котрі кодують один біт інформації. Наближення масштабування нанорозмірних комплементарних із структурою метал-окисел-напівпровідник транзисторів (МООНТ) і ОЕТ до нижньої межі працездатності.

Передумови зародження молекулярної (органічної) полімерної наноелектроніки. Нанорозмірні (на квантових точках) світлодіодні органічні індикатори інформації. Молекулярні логічні елементи на основі ротоксану. Молекулярний нанотранзистор з щонайменшим енергоспоживанням.

Квантовий комп'ютерінг, кубіти та їх суперпозиції. Перспективи квантових обчислень в нанорозмірних модулях БПЛА.

**Види занять:** Лекції, практичні і лабораторні заняття.

**Методи навчання:** методи проблемно-розвиваючого навчання, які ґрунтуються на принципах цілеспрямованості, використанні показового, діалогічного, евристичного, дослідницького та програмованого методів; інтерактивні методи навчання (метод групової роботи, синектика, дискусії, метод проектів), які сприяють розвитку творчої та пізнавальної діяльності в контексті спрямованості навчальної дисципліни на проектування систем та їх складових елементів; методики тренінгового навчання у вигляді виконання пошукових, розрахункових та творчих завдань з використанням сучасних інформаційних технологій, роботи з базами бібліографічних, статистичних та інших видів даних, що використовується, зокрема, при виконанні контрольної (домашньої) роботи; елементи технологій дистанційного навчання з використанням засобів комп'ютерної техніки, телекомунікацій та веб-технологій.

**Форми навчання:** очна, дистанційна, змішана.

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Пререквізити</b>                                             | Загальні знання з дисциплін: «Фізика», «Вища математика», «Фізичні основи твердотільної мікро- та наноелектроніки».                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Пореквізити</b>                                              | «Мікропроцесорна та мікроконтролерна техніка», «Автоматизоване проектування пристроїв мікро- та наносистемної техніки», «Прогресивні технології побудови мікро- та наносистемної техніки»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Інформаційне забезпечення з фонду та репозитарію НТБ НАУ</b> | <b>Науково-технічна бібліотека НАУ:</b><br>1. Назаров О.М. Наноструктури та нанотехнології: навч. пос. / МОН України, НАУ, 2012. – 248 с.<br>2. Заячук Д.М. Нанотехнології і наноструктури: навч. пос. / МОН України, НУ «Львівська політехніка», 2009. – 588 с.<br>3. Поплавко Ю.М. Мікроелектроніка і наноелектроніка: навч. пос. / К.: НТУУ, «КПІ», 2010. – 160 с.                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Локація та матеріально-технічне забезпечення</b>             | Комп'ютерні класи, лабораторії, інтерактивний кабінет кафедри електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей, Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Семестровий контроль, екзаменаційна методика</b>             | Диференційний залік у п'ятому семестрі.<br>Детальна інформація, щодо методології оцінювання навчальних досягнень міститься в робочій програмі навчальної дисципліни. На першому занятті студентам пояснюють специфіку оцінювання визначеної дисципліни. Із загальними положеннями рейтингової системи оцінювання набутих студентом знань та вмінь можна ознайомитись за посиланням<br><a href="http://kafelec.nau.edu.ua/Materialu/Correspondence%20of%20scores%20on%20the%20national%20scale.pdf">http://kafelec.nau.edu.ua/Materialu/Correspondence%20of%20scores%20on%20the%20national%20scale.pdf</a> |
| <b>Кафедра</b>                                                  | Електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та Інтернету речей (ЕРМІТ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Факультет</b>                                                | Аеронавігації, електроніки та телекомунікацій (ФАЕТ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Викладач</b>                                                 |  <p><b>МЕЛЬНИК ОЛЕКСАНДР СТЕПАНОВИЧ</b><br/> <b>Посада:</b> доцент<br/> <b>Науковий ступінь:</b> кандидат технічних наук<br/> <b>Профіль викладача:</b><br/> <a href="http://kafelec.nau.edu.ua/sklad_melnyk-ukr.html">http://kafelec.nau.edu.ua/sklad_melnyk-ukr.html</a><br/> <b>Тел.:</b> +380672130308<br/> <b>E-mail:</b> <a href="mailto:oleksandr.melnyk@npp.nau.edu.ua">oleksandr.melnyk@npp.nau.edu.ua</a><br/> <b>Робоче місце:</b> 3.407</p>                                                                |
| <b>Оригінальність навчальної дисципліни</b>                     | Дисципліна розроблена на основі класичних та сучасних англomовних та українomовних джерел.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Лінк на дисципліну</b>                                       | <a href="https://classroom.google.com/c/MzIwMTUwMjYzMtMx?hl=ru&amp;cjc=3nyo73e">https://classroom.google.com/c/MzIwMTUwMjYzMtMx?hl=ru&amp;cjc=3nyo73e</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |