**Одеський національний університет імені І. І. Мечникова**

**Факультет математики, фізики та інформаційних технологій  
Кафедра фізики та астрономії**

**Силабус курсу «Основи мікро – та наноелектроніки»**

|  |  |
| --- | --- |
| Обсяг | 5 кредитів, 150 годин |
| Семестр, рік навчання | 2 семестр, 1-й рік навчання |
| Дні, час, місце | П’ятниця, 9.30, ауд.6  П’ятниця, 11.30, лаб. електрики |
| Викладачі | Доцент Маслєєва Н.В., ст. викладач Стукалов С.А. |
| Контактний телефон | 067 306 86 91 |
| Е-mail | natalyamasleeva2021@gmail.com |
| Робоче місце | Лаб.16 |
| Консультації | Очні консультації: п’ятниця, 13.00-15.00, лаб.16 |

**КОМУНІКАЦІЯ**

Комунікація зі студентами: E-mail: natalyamasleeva2021@gmail.com, viber, телефон, очні зустрічі.

**АНОТАЦІЯ КУРСУ**

**Предметом вивчення** навчальної дисципліни є методи створення, призначення та застосування інтегральних мікросхем та пристроїв наноелектроніки.

Вивченню дисципліни «Основи мікро – та наноелектроніки» передують курси «Електрика і магнетизм», «Квантова механіка», «Електродинаміка», «Фізика твердого тіла», «Фізика напівпровідників», «Основи нанофізики». Знання курсу «Основи мікро – та наноелектроніки» закладає основи для поглибленного вивчення циклу спеціальних дисциплін за вибором студента.

**Метою курсу є** ознайомлення студентів з технологіями створення інтегральних мікросхем та нанопристроїв, роботою активних і пасивних елементів інтегральних мікросхем, методами їх ізоляції, фізичними та технологічними обмеженнями їх мінімального розміру, аналоговою та цифровою схемотехнікою, роботою одноелектронних приладів та нанотехнологічних систем запису і зберігання інформації.

**Завданням дисципліни є** формування у студентів матеріалістичного світогляду, вміння використовувати фізичні закони для подальшої мініатюрізації мікроелектронних пристроїв і створення нових нанопристроїв. Вивчення дисципліни передбачає отримання знань та вмінь, які необхідні магістру в його майбутній професійній діяльності.

**Результати навчання** **забезпечують можливості:**

Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики та/або астрономії для розв’язання складних задач і практичних проблем.

Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.

Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напряму фізики та/або астрономії, оприлюднених у формі публікації чи усної доповіді.

Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напряму фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємо-корисно спілкуючись із колегами.

**ОПИС КУРСУ**

# Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (30 год.) і лабораторних занять (20 год.), організації самостійної роботи студентів (100 год.).

Під час викладання дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод; метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

Під час лабораторних занять використовуються наступні методи навчання: частково-пошуковий, або евристичний метод; дослідницький, при захисті лабораторних робіт та індивідуальних завдань використовується дискусійний метод.

Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод. Самостійна робота передбачає роботу з літературними джерелами (підручниками, навчальними посібниками, періодичною літературою, електронними джерелами), а також консультації з викладачем. У подальшому за темою ІНДЗ студент робить презентацію та доповідь.

**Зміст навчальної дисципліни**

Тема 1. Основи кремнієвої планарної технології.

Тема 2. Елементна база інтегральних мікросхем.

Тема 3. Логічні елементи на біполярних і МДН-транзисторах.

Тема 4. Цифрові і аналогові інтегральні схеми.

Тема 5. Фізика низьковимірних структур.

Тема 6. Елементи і прилади наноелектроніки.

**Рекомендована література**

**1. Основна**

1. Матвієнко М. П. Основи електроніки.– К.: Ліра-К, 2017. – 364 с.
2. Фреїк Д. М. Фізика процесів у напівпровідниках та елементах електроніки. / Фреїк Д. М., Чобанюк В. М., Готра З. Ю. – Івано-Франківськ : Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2010. – 263 с.
3. Колонтаєвський Ю.П. Електроніка і мікросхемотехніка./ Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. / К.:Каравела, 2009. —416 с.
4. Болюх В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 257 с.
5. Находкін М.Г. Фізичні основи мікро – та наноелектроніки./ Находкін М.Г., Шека Д.І. К.: Видавничо – поліграфічний центр «Київський університет», 2005. – 431 с.

**2. Додаткова**

1. Павлов С. М. Основи мікроелектроніки : навчальний посібник./ Вінниця : ВНТУ, 2010. – 224с.
2. Паначевний Б.І., Свергун Ю.Ф. Загальна схемотехніка: Підручник. – К.: Каравела, 2009. – 296 с.
3. Поплавко Ю.М. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка. / Поплавко Ю.М., Борисов О.В., Якименко Ю.І. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 300 с.
4. Азарєнков М. О. Наноматеріали і нанотехнології. / Азарєнков М. О., Неклюдов І. М., Береснів В. М., Воєводін В. М., Погребняк О.Д., Ковтун Г. П., Соболь О.В., Удовицький В.Г., Литовченко С.В., Турбін П.В., Чишкала В.О. / Харків: Харьківський національний університет імені В.Н. Каразіна. – 2014. – 323 с.

**Електронні інформаційні ресурси**

1. <http://dspace.onu.edu.ua>
2. [http:phys.onu.edu.ua](http://dspace.onu.edu.ua)
3. <http://lib.onu.edu.ua/ukrayinska-nanoelektronika/>
4. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/44787>
5. <https://www.imp.kiev.ua/nanosys/ru/articles/index.html>

**ОЦІНЮВАННЯ**

Знання з навчальної дисципліни «Основи мікро – та наноелектроніки» оцінюються за 100-бальною шкалою.

**Методи поточного контролю**: Поточний контроль здійснюється за результатами виконання 2 контрольних робіт за тематикою змістовних модулів, захисту індивідуального завдання. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування, написання і захист звітів до лабораторних робіт.

Активність студентів на лекціях – усне опитування, оцінюється до 5 балів. Написання реферату та його захист, виконання навчально-дослідницького завданняоцінюються до 15 балів. Результати індивідуального завдання представляються у вигляді доповіді тривалістю до 10 хвилин, що супроводжується презентацією (10 - 15 слайдів). Критеріями оцінювання є: повнота представленого матеріалу, якість доповіді, презентації та відповідей на запитання викладача та однокурсників.

Максимальна загальна оцінка за індивідуальну самостійну роботу та опитування складає 20 балів.

Періодичний (модульний) контроль здійснюється за допомогою письмової модульної контрольної роботи, яка оцінюється максимально в 20 балів.

Модульна контрольна робота складається з 2 питань, кожне з яких оцінюється за 10 бальною шкалою.

Критерії оцінювання кожного питання з контрольної роботи:

10-9 балів – здобувач правильно і точно відповів на питання, обґрунтовано і логічно виклав матеріал, володіє термінами, робить висновки, виявляє причинно-наслідкові зв’язки;

8-7 балів – здобувач достатньо повно відповів на питання, знає матеріал, володіє термінологією, оцінює причинно-наслідкові зв’язки, але не вистачає певної глибини та аргументації, допускає незначні помилки;

6-5 балів – здобувач не в повному обсязі відповів на запитання, відповідь розпливчаста, нечітка, допускає помилки;

4-0 балів – здобувач, виявив низький рівень володіння матеріалом, практично не відповів на питання, допустив грубі помилки. Самий низький бал ставиться за відсутність відповіді.

Студент повинен виконати всі лабораторні роботи. За виконання розрахунків та оформлення роботи згідно вимог методичних вказівок до лабораторних робіт нараховується 14 балів за кожну роботу. При захисті роботи, за кожну правильну відповідь на запитання додається 2 бали. За неповну відповідь, відповідь, що містить несуттєві помилки додається 1 бал. За неправильну відповідь, або її відсутність бали не додаються. Максимальна кількість балів за лабораторну роботу не повинна перевищувати 20 балів. При виставленні підсумкової оцінки береться середня арифметична оцінка за всіма лабораторними роботами.

**Форми і методи підсумкового контролю**:

Підсумковий семестровий контроль - іспит. Підсумковий семестровий контроль (іспит) проводиться в усній формі. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 10 бальною шкалою.

Критерії оцінювання теоретичного питання:

10-9 балів – здобувач правильно і точно відповів на питання, обґрунтовано і логічно виклав матеріал, володіє термінами, робить висновки, виявляє причинно-наслідкові зв’язки;

8-7 балів – здобувач достатньо повно відповів на питання, знає матеріал, володіє термінологією, оцінює причинно-наслідкові зв’язки, але при викладанні не вистачає певної глибини та аргументації, допускає незначні помилки;

6-5 балів – здобувач не в повному обсязі відповів на запитання, відповідь розпливчаста, нечітка, допускає помилки;

4-0 балів – здобувач, виявив низький рівень володіння матеріалом, практично не відповів на питання, допустився грубих помилок. Самий низький бал ставиться за відсутність відповіді.

Кількість балів, що здобувач отримав на іспиті, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче.

**Загальна схема нарахування балів**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання, виконання і захист лабораторних робіт** | | | | | Підсумковий контроль  (іспит) | Сума балів |
| Змістовний модуль 1  Теми 1 - 4 | Змістовний модуль 2  Теми 5,6 | Індивідуальне навчально – дослідне завдання, опитування | Виконання і захист лаборатор  них робіт | Разом |  |  |
| Контрольна робота | Контрольна робота | **20** | **20** | **80** | **20** | **100** |
| **20** | **20** |

**Самостійна робота студентів**. Формами самостійної роботи студентів є: підготовка теоретичного матеріалу (лекцій), підготовка до виконання лабораторних робіт та складення звітів про роботи. Метою самостійної роботи студента є забезпечення твердих знань теоретичного матеріалу, здобуття практичних навичок у проведенні досліджень з мікро – та наноелектроніки.

Результати виконання самостійної роботи за підготовкою теоретичного матеріалу оцінюються за якістю виконання поточних контрольних робіт. Результати підготовки до лабораторних робіт оцінюються шляхом опитування студентів та за якістю представлених звітів про виконані роботи.

Результати індивідуального завдання представляються у вигляді доповіді (5-10 хв), що супроводжується презентацією (10-15 слайдів). Критеріями оцінювання є: повнота представленого матеріалу, якість доповіді та презентації, відповідей на запитання викладача та однокурсників.

Строки здачі/виконання завдань самостійної роботи визначаються викладачем.

**ПОЛІТИКА КУРСУ**

Визначається нормативними документами/Положеннями, які є чинними в ОНУ імені І.І.Мечникова (https://onu.edu.ua/uk/geninfo/official-documents).

Дедлайн виконання завдань з курсу визначає викладач. В разі поважних причин, перенесення терміну виконання завдань дозволяє викладач. Перескладання заборгованостей – з дозволу деканату.

Кожен студент повинен пам’ятати про академічну доброчесність що забезпечується самостійним виконанням навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю, належним посиланням на джерела інформації у разі виконання творчих робіт, дотриманням норм законодавства про авторське право і суміжні права, наданням достовірної інформації про результати власної наукової діяльності.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнуті до академічної відповідальності згідно Положенню про академічну доброчесність в ОНУ імені І.І.Мечникова. (https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/documents/acad-dobrochesnost.pdf).

Відвідування занять для студента є обов’язковим, як і своєчасний прихід на заняття. Мобільні пристрої під час навчання повинні бути заблоковані.