

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Методичною радою
КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 5 від «23» лютого 2024 р.)

Ф-КАТАЛОГ
ВИБІРКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН
ЦИКЛУ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ
для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньою програмою «Мікро- та наноелектроніка»
за спеціальністю 153 Мікро- та наносистемна техніка
(вступ 2021 та 2022 року)
на 2024/2025 навчальний рік

УХВАЛЕНО:

Вченою радою факультету електроніки
КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 01/2024 від «29» січня 2024 р.)

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Інструкція користувачам каталогу	4
Ф-Каталог – 2024 р. (вступ 2021 та 2022 року).....	5
Дисципліни для 3 курсу (вибір другокурсниками) (потрібно обрати 28 кредитів).....	5
Дисципліни для 4 курсу (вибір третьокурсниками) (потрібно обрати 28 кредитів)	5
Анотації вибіркових дисциплін для 3 курсу.....	7
Мікроелектроніка	7
Технологія інтегральних мікросхем	8
Надійність та випробовування мікросхем	9
Мікромеханіка	10
Об'єктно-орієнтоване програмування мовою Python	11
Об'єктно-орієнтоване програмування мовою Java.....	12
Структури даних.....	13
Сучасні напівпровідникові матеріали	14
Цифрова обробка сигналів	15
Функціональні діелектрики в електроніці	16
Інтелектуальні інформаційні системи.....	17
Основи мікро- та наносистемної техніки.....	18
Технологічні основи наноелектроніки.....	19
Наноматеріали та наноструктури в електроніці.....	20
Анотації вибіркових дисциплін для 4 курсу.....	21
Функціональна електроніка	21
Функціональні пристрої для обробки інформації.....	22
Інформаційні технології проектування у мікро- і наносистемах	23
Мікроконтролери	24
Основи сенсорної електроніки	25
Сенсорні матеріали та технології.....	26
Біомедичні сенсори	27
Мікрохвильова техніка	28
Електроніка надвисоких частот	29
Оптоелектроніка	30
Наноструктури в оптоелектроніці	31
Конструювання електронних приладів і пристроїв	32
Програмовані логічні інтегральні схеми	33

ВСТУП

Обсяг навчальних дисциплін вільного вибору становить не менше 25% від загальної кількості кредитів ЄКТС, передбачених для кожного рівня вищої освіти. Реальна можливість вибору дисциплін створює умови для досягнення здобувачем вищої освіти наступних цілей:

- ознайомлення з сучасним рівнем наукових досліджень у відповідній галузі знань та розширення чи поглиблення знань в рамках загальних компетентностей;
- поглиблення професійної підготовки в межах обраної спеціальності та освітньої програми, здобуття додаткових чи розширення існуючих результатів навчання;
- більш повне задоволення освітніх і кваліфікаційних запитів для потреб суспільства та для розширення й поглиблення підготовки за обраною індивідуальною траєкторією навчання.

Здобувачі вищої освіти обирають дисципліни відповідно до навчальних планів, за якими вони навчаються. У навчальному плані зазначено дві категорії дисциплін вільного вибору: цикл загальної підготовки та цикл професійної підготовки.

Дисципліни вільного вибору з циклу загальної підготовки здобувачі вищої освіти обирають з загальноуніверситетського Каталогу (далі – ЗУ-Каталог), дисципліни вільного вибору з циклу професійної підготовки – з Ф-Каталогу (у рамках освітньої програми).

Каталог дисциплін вільного вибору є систематизованим анотованим переліком дисциплін, які відносяться до вибіркової складової освітньої програми для певного рівня вищої освіти. Зміст відповідних каталогів у вигляді переліку дисциплін вільного вибору є додатком до навчального плану.

ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧАМ КАТАЛОГУ

1. Кількість і обсяг (у кредитах ЄКТС) навчальних дисциплін, які може обрати студент (вибіркових дисциплін) визначається навчальним планом, а саме для II курсу – 4 кредитів з ЗУ-Каталогу; для III курсу – 28 кредитів (з Ф-Каталогу), IV курсу – 28 кредитів (з Ф-Каталогу). З Ф-Каталогу обирають:

1.1 студенти II курсу дисципліни для третього року підготовки:

для вивчення у 5 семестрі потрібно обрати два освітніх компонента (8 кредитів ЄКТС),

для вивчення у 6 семестрі потрібно обрати п'ять освітніх компонентів (20 кредитів ЄКТС);

1.2 студенти III курсу дисципліни для четвертого року підготовки:

для вивчення у 7 семестрі потрібно обрати три освітніх компонента (12 кредитів ЄКТС),

для вивчення у 8 семестрі потрібно обрати чотири освітніх компонента (16 кредитів ЄКТС).

2. Обсяг, види аудиторних занять та контрольні заходи з вибірових навчальних дисциплін визначаються відповідним навчальним планом.

3. Вибір дисциплін з ЗУ-Каталогу та Ф-Каталогу студентами першого (бакалаврського) РВО здійснюється на початку весняного семестру (обрані дисципліни вивчатимуться у наступному навчальному році).

4. Процедура вибору навчальних дисциплін з Ф-Каталогу студентами першого (бакалаврського) РВО реалізується через спеціалізовану інформаційну систему університету («my.kpi.ua»).

5. Навчальні групи для вивчення вибірових навчальних дисциплін за очною формою навчання мають бути чисельністю не менше 15 осіб.

6. У разі неможливості формування навчальної групи/потоків для вивчення певної дисципліни Ф-Каталогу, студентам надається можливість або здійснити повторний вибір – приєднавшись до вже сформованих навчальних груп/потоків (друга хвиля вибору), або опанувати обрану дисципліну індивідуально з використанням змішаної форми навчання та індивідуальних консультацій (можливість надається за обґрунтованою заявою студента та рішенням кафедри, яка забезпечує викладання цієї дисципліни).

7. Здобувач, який знехтував своїм правом вибору, може бути записаний на вивчення навчальних дисциплін, обраних завідувачем випускової кафедри для оптимізації навчальних груп/потоків.

8. Якщо здобувач із поважної причини не зміг обрати дисципліни вчасно, або виявив помилку щодо свого волевиявлення, він звертається до деканату із заявою для запису на вивчення обраних ним дисциплін, надавши документів, які засвідчують поважність причин. Заява на зміну вибіркової дисципліни у сформованому індивідуальному навчальному плані має подаватися не пізніше ніж за місяць до початку семестру, в якому викладається ця дисципліна.

9. Результати вибору здобувачем навчальних дисциплін зазначаються в його індивідуальному навчальному плані в розділі «Обрані дисципліни». Навчальні дисципліни, які внесені до індивідуального навчального плану здобувача, є обов'язковими для вивчення.

10. Більше інформації про порядок реалізації студентами права на вільний вибір навчальних дисциплін можна знайти у Положенні про реалізацію права на вільний вибір навчальних дисциплін здобувачами вищої освіти КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Ф-КАТАЛОГ – 2024 Р. (ВСТУП 2021 ТА 2022 РОКУ)**Дисципліни для 3 курсу (вибір другокурсниками)
(потрібно обрати 28 кредитів)**

№	Назва навчальної дисципліни	Семестр	Кіл-ть кредитів	Семестрова атестація
1.	Мікроелектроніка	5	4	залік
2.	Технологія інтегральних мікросхем	5	4	залік
3.	Надійність та випробовування мікросхем	5	4	залік
4.	Мікромеханіка	5	4	залік
5.	Об'єктно-орієнтоване програмування мовою Python	6	4	залік
6.	Об'єктно-орієнтоване програмування мовою Java	6	4	залік
7.	Структури даних	6	4	залік
8.	Сучасні напівпровідникові матеріали	6	4	залік
9.	Цифрова обробка сигналів	6	4	залік
10.	Функціональні діелектрики в електроніці	6	4	залік
11.	Інтелектуальні інформаційні системи	6	4	залік
12.	Основи мікро- та наносистемної техніки	6	4	залік
13.	Технологічні основи наноелектроніки	6	4	залік
14.	Наноматеріали та наноструктури в електроніці	6	4	залік

**Дисципліни для 4 курсу (вибір третьокурсниками)
(потрібно обрати 28 кредитів)**

№	Назва навчальної дисципліни	Семестр	Кіл-ть кредитів	Семестрова атестація
1.	Функціональна електроніка	7	4	залік
2.	Функціональні пристрої для обробки інформації	7	4	залік
3.	Інформаційні технології проектування у мікро- і наносистемах	7	4	залік
4.	Мікроконтролери	7	4	залік
5.	Основи сенсорної електроніки	7	4	залік
6.	Сенсорні матеріали та технології	7	4	залік
7.	Біомедичні сенсори	8	4	залік
8.	Мікрохвильова техніка	8	4	залік

9.	Електроніка надвисоких частот	8	4	залік
10.	Оптоелектроніка	8	4	залік
11.	Наноструктури в оптоелектроніці	8	4	залік
12.	Конструювання електронних приладів і пристроїв	8	4	залік
13.	Програмовані логічні інтегральні схеми	8	4	залік

АНОТАЦІЇ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ 3 КУРСУ

МІКРОЕЛЕКТРОНІКА

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 5 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	3013 «Фізика», ПО2 «Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки», ПО10 «Фізика конденсованого стану»
Що буде вивчатися	Принципи проектування топології, особливості конструкції, функціонування та застосування інтегральних схем. Обмеження та перспективи розвитку елементів мікроелектроніки.
Чому це цікаво/треба вивчати	Вивчення сучасних технологій розробки елементів інтегральних схем різного функціонального призначення та особливостей їх функціонування є необхідним для фахівців у сфері мікро- наносистемної техніки та сучасних інформаційних, телекомунікаційних технологій.
Чому можна навчитися	<p>ПРН1 Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації;</p> <p>ПРН 3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки;</p> <p>ПРН 4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки;</p> <p>ПРН9 Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;</p> <p>ФК1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки;</p> <p>ФК6 Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення;</p> <p>ФК7 Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації;</p> <p>ФК 10 Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання.</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прищепа М.М., Погребняк В.П. Мікроелектроніка: 3 ч. - К.: Вища шк., 2006. - 503 с. 2. Л.М. Королевич, О. В. Мачулянський, Г. В. Шевлякова Мікроелектроніка. Елементи напівпровідникових інтегральних мікросхем. Практикум - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 3. Л. М. Королевич, О. В. Мачулянський, Г. В. Шевлякова. Мікроелектроніка. Логічні інтегральні мікросхеми на основі МДН-транзисторів. навч. посіб. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023.
Вид семестрового контролю	Залік

ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ МІКРОСХЕМ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 5 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО13 «Фізика», ПО2 «Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки», ПО10 «Фізика конденсованого стану»
Що буде вивчатися	Конструкторсько - технологічні особливості проектування топології твердотільних компонентів інтегральних мікросхем та принципи організації технологічних процесів їх формування.
Чому це цікаво/треба вивчати	Розвиток мікроелектроніки зумовлює необхідність зменшення мінімальних розмірів елементів твердотільних структур. Конструкторські та технологічні основи вирішення даної проблеми є важливі для фахівців в області мікро- наносистемної техніки та інформаційних систем.
Чому можна навчитися	<p>ПРН4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки;</p> <p>ПРН6 Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати;</p> <p>ПРН14 Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення;</p> <p>ПРН16 Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та наноелектроніки.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;</p> <p>ЗК2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;</p> <p>ЗК6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;</p> <p>ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ФК6 Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення;</p> <p>ФК7 Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації.</p> <p>ФК10 Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання.</p> <p>ФК12 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки;</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<p>1. Бурик І. П., Технологічні основи виготовлення елементів напівпровідникових інтегральних мікросхем. Суми. СДУ. 2015.– 65 с.</p> <p>2. Мачулянський О.В. Технологічні основи електроніки. навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023.</p>
Вид семестрового контролю	Залік

НАДІЙНІСТЬ ТА ВИПРОБОВУВАННЯ МІКРОСХЕМ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 5 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО12 «Математичний аналіз», ЗО13 «Фізика», ПО2 «Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки», ПО10 «Фізика конденсованого стану»
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> • Ймовірнісний підхід до вирішення проблем надійності невідновлювальних та відновлювальних, нерезервованих та резервованих систем. • Механізми старіння електронної апаратури під дією фізичних, хімічних та механічних чинників. • Методи руйнівної та неруйнівної технічної діагностики електронних виробів. • Способи підвищення стійкості електронних виробів до дії руйнівних чинників.
Чому це цікаво/треба вивчати	Надійність – це одна з найважливіших властивостей сучасної електронної апаратури. Від неї залежать такі показники, як якість, роботоздатність, безвідмовність, ефективність і безпечність. Надійність виробів електронної техніки визначається при їх проектуванні та виробництві. Отже, необхідно вміти розрахувати надійність елементів електронної апаратури в процесі проектування та знати методи забезпечення високої надійності та безвідмовності електронної апаратури в процесі її експлуатації.
Чому можна навчитися	<p>ПРН4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.</p> <p>ПРН9. Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень.</p> <p>ПРН10. Розробляти технічні засоби діагностування технічного стану мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки.</p> <p>ПРН11. Організовувати та проводити планові та позапланові технічні обслуговування, налагодження технологічного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.</p> <p>ПРН15. Застосовувати розуміння теорії стохастичних процесів, методи статистичної обробки та аналізу даних при розв'язанні професійних завдань.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК10. Навички здійснення безпечної діяльності</p> <p>ЗК11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>ФК5. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у мікро- та наносистемній техніці за допомогою побудови і аналізу їх фізичних і математичних моделей.</p> <p>ФК7. Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації.</p> <p>ФК8. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фізичні основи надійності: Конспект лекцій; уклад.: Ю. В. Діденко, Д. Д. Татарчук, О. В. Бакунцев. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 176 с. 2. Вишнівський В. В. Основи надійності та діагностики телекомунікаційних і радіотехнічних систем.. – Київ : ННІТІ ДУТ, 2015. – 142 с.
Вид семестрового контролю	Залік

МІКРОМЕХАНІКА

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 5 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО10 «Фізика конденсованого стану», ПО11 «Напівпровідникова електроніка»
Що буде вивчатися	Предметом навчальної дисципліни «Мікромеханіка» є вивчення наукових та конструкторсько – технологічних засад створення в об’ємі і (або) на поверхні твердого тіла впорядкованої композиції мікронних і субмікронних областей матеріалів із заданими складом, структурою і геометрією, спрямованих на реалізацію функцій сприйняття, перетворення, зберігання, обробки, трансляції інформації, енергії, руху і генерації керуючих впливів в реальному масштабі часу. Метою навчальної дисципліни «Мікро-механіка» є формування стійких уявлень про мікромеханічні електронні системи як про інтегровані інформаційно-керуючі системи, функціонально і структурно об’єднані для збору, обробки інформації та подальшого вироблення впливів на виконавчі електромеханічні елементи або об’єкт управління.
Чому це цікаво/треба вивчати	Вивчення навчальної дисципліни «Мікро-механіка» формує здатність застосовувати сучасні базові та модифіковані технологічні процеси мікроелектроніки для розробки і проектування мікро-електро-механічних систем через послідовність технологічних операцій групової обробки поверхні та об’єму матеріалу з метою виготовлення, складання, корпусування і вимірювання елементів, компонентів і вузлів мікросистемної техніки. Це допоможе скласти обґрунтоване уявлення про місце мікромеханіки серед інших галузей електроніки та сучасного приладобудування, засвоїти досвід попередніх поколінь дослідників і практиків та на цій основі виконувати власні дослідження та розробки.
Чому можна навчитися	ПРН 1 Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації. ПРН 2 Застосовувати знання і розуміння математичних методів для розв’язання теоретичних і прикладних задач мікро- та наносистемної техніки. ПРН 3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв’язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ФК 3 Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. ФК 7 Здатність розв’язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації. ФК 10 Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання..
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. “Основи технології виготовлення елементів мікро- та наносистемної техніки”. Навчальний посібник, укладачі: Ю. В. Діденко, Д. Д. Татарчук,. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022 р. 2. Філяшкін М.К. Мікроелектромеханічні системи: Навчальний посібник – К.: НАУ, 2019. – 276 с. ISBN 978-966-932-123-7.
Вид семестрового контролю	Залік

ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОГРАМУВАННЯ МОВОЮ PYTHON

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	3011 «Аналітична геометрія»; 3012 «Математичний аналіз»; 3014 «Інформатика», ПОЗ «Інженерна та комп'ютерна графіка»
Що буде вивчатися	Мова програмування Python. Основи об'єктно-орієнтованого програмування (ООП). Основні концепції ООП та їх реалізація у мові програмування Python. Основні бібліотеки мови програмування Python та властивості об'єктів з них. Студенти набудуть практичних навичок в проектуванні програмного забезпечення засобами мови програмування Python із застосуванням ООП.
Чому це цікаво/треба вивчати	Через ускладнення апаратного та програмного забезпечення важко зберегти якість програм. Об'єктно-орієнтоване програмування частково розв'язує цю проблему, розглядаючи програму як сукупність об'єктів, кожен з яких є своєрідним незалежним автоматом з окремим призначенням, здатний отримувати повідомлення, обробляти дані, та надсилати повідомлення іншим об'єктам.
Чому можна навчитися	ПРН 5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки; ПРН 17. Використовувати знання принципів і методів побудови та застосування сучасних інфокомунікаційних мереж, навички програмування та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та конструювання мікроелектронних інформаційних систем.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; ФК 4. Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Об'єктно-орієнтоване програмування мовою PYTHON : Конспект лекцій: навч. посіб. для студ. спеціальності 153 Мікро- та наносистемна техніка, освітньої програми «Мікро- та наноелектроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Д. Д. Татарчук, Ю. В. Діденко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 129 с. 2. Основи програмування. Python. Частина 1: підручник для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» спеціалізації «Інформаційні технології в біології та медицині»; / А. В. Яковенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 195 с. 3. Мельник І.В. Основи програмування на мові Python. Том 1. Базові принципи побудови мови програмування Python та головні синтаксичні конструкції: комплексний навч. посібник з курсів «Об'єктно-орієнтоване програмування» та «Обчислювальні системи та мережі» для студентів-бакалаврів, які навчаються за освітньою програмою «Електронні прилади та пристрої» - К., Кафедра, 2020. – 372 с. 4. Програмування числових методів мовою Python : підруч. / А. В. Анісімов, А. Ю. Дорошенко, С. Д. Погорілий, Я. Ю. Дорогий ; за ред. А. В. Анісімова. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет» 2014. – 640 с.
Вид семестрового контролю	Залік

ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОГРАМУВАННЯ МОВОЮ JAVA

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	3011 «Аналітична геометрія»; 3012 «Математичний аналіз»; 3014 «Інформатика», ПОЗ «Інженерна та комп'ютерна графіка»
Що буде вивчатися	Мова програмування Java. Основи об'єктно-орієнтованого програмування (ООП). Основні концепції ООП: інкапсуляція, успадкування, поліморфізм, абстракція та їх реалізація у мові програмування Java. Основні бібліотеки мови програмування Java та властивості об'єктів з них. Студенти набудуть практичних навичок в проектуванні програмного забезпечення засобами мови програмування Java із застосуванням ООП.
Чому це цікаво/треба вивчати	Через ускладнення апаратного та програмного забезпечення важко зберегти якість програм. Об'єктно-орієнтоване програмування частково розв'язує цю проблему, розглядаючи програму як сукупність об'єктів, кожен з яких є своєрідним незалежним автоматом з окремим призначенням, здатний отримувати повідомлення, обробляти дані, та надсилати повідомлення іншим об'єктам.
Чому можна навчитися	ПРН 5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки; ПРН 17. Використовувати знання принципів і методів побудови та застосування сучасних інфокомунікаційних мереж, навички програмування та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та конструювання мікроелектронних інформаційних систем.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; ФК 4. Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Галкін О.В., Катеринич Л.О., Шкільняк О.С. Програмування на Java 8: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. – К.: ЛОГОС, 2017. – 186 с. 2. Копитко М.Ф., Іванків К.С. Основи програмування мовою Java: Тексти лекцій. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. – 83 с. 3. Васильєв А. Н. Програмування мовою java. — К.: Bohdan Books, 2022.— 2022. — 699 с 4. Горбань А.В. Програмування в Java: Навчальний посібник [електронний ресурс]. –2008. – 310 с. 5. Java-програмування: комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», освітньо-професійної програми «Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. А. Тарнавський. – Електронні текстові дані (1 файл: 686 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 95 с.
Вид семестрового контролю	Залік

СТРУКТУРИ ДАНИХ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО14 «Інформатика»
Що буде вивчатися	Сучасні концепції та методи розробки програмного забезпечення, типові структури даних, які використовуються при розробці програмного забезпечення та методи роботи з ними.
Чому це цікаво/треба вивчати	Отримані знання дадуть можливість отримати цікаву професію, яка дозволить реалізувати свій творчий потенціал і досягти гідного рівня матеріального забезпечення.
Чому можна навчитися	ПРН 5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки; ПРН 17. Використовувати знання принципів і методів побудови та застосування сучасних інфокомунікаційних мереж, навички програмування та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та конструювання мікроелектронних інформаційних систем.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; ЗК 6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ФК 4. Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет- ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Татарчук, Д. Д. Інформатика [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Д. Д. Татарчук, Ю. В. Діденко ; НТУУ «КПІ».– Київ : НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2016. – 215 с. 2. «Алгоритми та структури даних» [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт студентів факультету електроніки всіх форм навчання /НТУУ «КПІ» ; уклад. О. В. Мачулянський, Д. Д. Татарчук.– Київ : «Аверс», 2008. – 40 с. 3. Моделювання засобами С++ [Електронний ресурс] : навчальний посібник / НТУУ «КПІ» ; уклад.: О. В. Мачулянський, Д. Д. Татарчук. – Київ : АБЕРС, 2010.– 83 с.
Вид семестрового контролю	Залік

СУЧАСНІ НАПІВПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО11 «Аналітична геометрія», ЗО12 «Математичний аналіз», ЗО13 «Фізика», ПО01 «Вступ до техніки вимірювання», ПО02 «Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки», ПО05 «Основи квантової теорії», ПО09 «Хімія матеріалів електроніки» ПО10 «Фізика конденсованого стану».
Що буде вивчатися	Фізичні засади роботи кристалічних, аморфних та органічних напівпровідникових структур. Основні напрямки розвитку напівпровідникових матеріалів
Чому це цікаво/треба вивчати	Напівпровідникові матеріали – основа сучасної електроніки. Для забезпечення розвитку сучасної електроніки необхідний постійний пошук матеріалів які би забезпечували нові вимоги до електронних пристроїв, зокрема щодо її продуктивності, мікромініатюризациї та екологічності
Чому можна навчитися	ПРН3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки. ПРН4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки. ПРН14 Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення. ПРН16 Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та наноелектроніки.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ФК1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. ФК8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем. ФК 12 Здатність використовувати знання про особливості термодинаміки, кінетики хімічних перетворень, структурних аспектах, особливостях синтезу та основних закономірностях створення функціональних неорганічних матеріалів з заданими властивостями.
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • Фізичне матеріалознавство: навч. посіб./ Ю. М. Поплавко, В. І. Льченко, С. О. Воронов, Ю. І. Якименко. – К.: НТУУ „КПІ”, 2011. – Ч. 4. Напівпровідники. – 336 с. • Фізика напівпровідників : навчальний посібник / В.І. Льченко, Ю.М. Поплавко. - Київ : Аверс, 2010. - 318 с. • Біоматеріали у мікро- та наноелектроніці / Барбаш В.А., Клочко Н.П.,Копач В.Р.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. –Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 327 с.
Вид семестрового контролю	Залік

ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО14 «Інформатика», ПО05 «Обчислювальна математика», ПО07 «Теорія електронних кіл», ПО15 «Теорія сигналів»
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> • основи дискретизації, квантування й перетворення одно- та багатовимірних сигналів; • алгоритми, методи та технології цифрової обробки сигналів в сучасних мікроелектронних системах; • алгоритми фільтрації і компресії цифрових сигналів; • технічні засоби цифрової обробки сигналів
Чому це цікаво/треба вивчати	Сучасні системи зв'язку, вимірювальної техніки, обробки аудіо, відео сигналів та зображень, системи передачі даних базуються на цифровій обробці сигналів. Отриманні знання будуть необхідними та корисними для фахівців, які будуть працювати в розробці та експлуатації сучасних інформаційно-комунікаційних систем в промисловості, медицині, наукових дослідженнях, навігації, радіолокації, військовій справі та ін.
Чому можна навчитися	ПРН1 Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації, ПРН9 Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	ЗК5 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій, ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел ФК2 Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки ФК3 Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. - 308 с. • М.О. Рибальченко. — Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с.
Вид семестрового контролю	Залік

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ДІЕЛЕКТРИКИ В ЕЛЕКТРОНІЦІ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО13 «Фізика», ПО02 «Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки», ПО10 «Фізика конденсованого стану».
Що буде вивчатися	<p>Основи фізики функціональних діелектриків</p> <p>Методи використання діелектриків в електроніці та наноелектроніці.</p> <p>Основні електричні властивості твердих тіл та їх застосування в електроніці та прикладній фізиці, у тому числі сучасні діелектричні електронні прилади для досліджень у біології та медицині.</p> <p>Нанофізика діелектриків, вплив структури на фізичні властивості діелектричних наноматеріалів і перспективи розвитку нового наукового напрямку – діелектроніки.</p>
Чому це цікаво/треба вивчати	<p>Активні (функціональні) діелектрики знайшли широке застосування в різних галузях науки і техніки – електроніці, радіотехніці, інформаційно-вимірjuвальній і обчислювальній техніці та ін. В останні роки відбувся якісний «стрибок» у розробці діелектричних наноматеріалів і створенні на їх основі нових видів мікроелектронних, оптоелектронних і наноелектронних пристроїв з унікальними властивостями. Це зумовлено науковими відкриттями в галузі фізики функціональних діелектриків і появою нових прогресивних технологій їх виробництва та застосуванні.</p>
Чому можна навчитися	<p>ПРН 1 Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації.</p> <p>ПРН 2 Застосовувати знання і розуміння математичних методів для розв'язання теоретичних і прикладних задач мікро- та наносистемної техніки.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК 1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ФК 2 Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>ФК 3 Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>ФК 4 Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>ФК 6 Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення.</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ю.М. Поплавко, Фізика твердого тіла. Том 1 Структура, квазічастинки, метали, магнетика, Київ, вид. «Інженірінг». Підручник, 2017, 415 стор. 2. Ю.М. Поплавко, Фізика твердого тіла. Том 2 Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи, Київ, вид. «Інженірінг». Підручник, 2017, 379 стор.
Вид семестрового контролю	Залік

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО14 «Інформатика»
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> • архітектура інформаційних систем на базі мікропроцесорів, однокристальних ЕОМ, персональних компютерів, компютерних мереж, • програмне забезпечення для інтелектуальних інформаційних систем; • основні питання використання інтелектуальних інформаційних систем в управлінні та автоматизації технологічних процесів, техніці зв'язку та вимірювальній техніці, розподілених системах збору та • обробки даних, автоматизації бізнес-процесів
Чому це цікаво/треба вивчати	Сучасні системи управління та автоматизації технологічних процесів, техніка зв'язку та вимірювальна техніка, розподілені системи збору та обробки даних, автоматизації бізнес-процесів бузуються на використанні інтелектуальних інформаційних систем. Отриманні знання будуть необхідними та корисними для фахівців, які будуть працювати в розробці та експлуатації сучасних інтелектуальних інформаційних систем в промисловості, бізнесі, медицині, наукових дослідженнях, військовій справі та ін.
Чому можна навчитися	<p>ПРН5 Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки,</p> <p>ПРН14 Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК5 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій,</p> <p>ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел,</p> <p>ФК2 Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки,</p> <p>ФК4 Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • Глибовець М.М., Олецкий О.В. Системи штучного інтелекту. — К.: КМ Академія, 2002. — 366 с. • В. М. Коцовський Інтелектуальні інформаційні системи Конспект лекцій. - Ужгород: Ужгородський національний університет, 2019 – 73 с • Інтелектуальні інформаційні системи: навч. посіб. / С.В. Шаров, Д.В. Лубко, В.В. Осадчий. – Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2015. – 144 с. • Нестеренко О.В. · Інформаційні системи і технології. Навчальний посібник – Київ: Національна академія управління, 2017 — 90 с.
Вид семестрового контролю	Залік

ОСНОВИ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО13 «Фізика», ПО2 «Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки», ПО10 «Фізика конденсованого стану», ПО11 «Напівпровідникова електроніка», ПО14 «Нанoeлектроніка» та ПО16 «Технологічні основи електроніки».
Що буде вивчатися	Елементна база мікро- та наносистемної техніки. Конструкції та принципи роботи мікроелектронічних сенсорів, актюаторів, мікроелектронічних механізмів, мікроприводів і мікроелектронічних машин. Технологічні основи виробництва приладів мікро- та наносистемної техніки.
Чому це цікаво/треба вивчати	Мікросистемна техніка є одним з глобальних науково-технічних напрямків, що найшвидше розвиваються. У рамках даного напрямку створюються мініатюрні чутливі, виконавчі та енергозабезпечувальні системи, в основі функціонування яких лежить активне використання класичних принципів механіки, оптики, акустики, електротехніки, хімії й біології, які інтегрують у конструктивні рішення на мікрорівні. Мікроелектромеханічні й нанoeлектромеханічні системи широко впроваджуються в обчислювальну, телекомунікаційну, побутову, авіаційну, автомобільну, медичну, військову та робототехніку.
Чому можна навчитися	ПРН 1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації. ПРН 3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки. ПРН 14. Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ФК 1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. ФК 4. Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Основи технології виготовлення елементів мікро- та наносистемної техніки : Текст лекцій; уклад.: Ю. В. Діденко, Д. Д. Татарчук. –Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 113 с. 2. Лобур М. Основи мікросистемних пристроїв : навч. посіб. / М. Лобур, М. Мельник. – Львівська політехніка, 2016. – 258 с. 3. Невлюдов І. Ш. Мікросистемна техніка та нанотехнології [Текст] : монографія / І. Ш. Невлюдов, В. А. Палагін. – ВИДАННЯ, 2017. – 528 с.
Вид семестрового контролю	Залік

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ НАНОЕЛЕКТРОНІКИ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО10 «Фізика конденсованого стану», ПО11 «Напівпровідникова електроніка»,
Що буде вивчатися	Основні технологічні процеси створення пристроїв нанoeлектроніки: виготовлення наоплівки, елементів нанoeлектроніки різної розмірності, нанолітографія, зондові методи атомної інженерії, самоорганізація наноструктур.
Чому це цікаво/треба вивчати	Останнім часом особливого значення набула підготовка фахівців в галузі наноматеріалів і нанотехнологій для електроніки. Створення нових способів обробки і модифікування поверхонь твердих тіл, включаючи наноструктуровані, визначило появу і розвиток
Чому можна навчитися	<p>ПРН3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>ПРН4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, нанoeлектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.</p> <p>ПРН14 Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.</p> <p>ПРН16 Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та нанoeлектроніки.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	<p>ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях</p> <p>ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ФК1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>ФК8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.</p> <p>ФК 12 Здатність використовувати знання про особливості термодинаміки, кінетики хімічних перетворень, структурних аспектах, особливостях синтезу та основних закономірностях створення функціональних неорганічних матеріалів з заданими властивостями.</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наноматеріали і нанотехнології: навчальний посібник / Азаренков М. О., Неклюдов І. М., Береснев В. та ін. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 316 с. 2. Основи нанoeлектроніки. Квантово-механічні засади, структури, фізичні властивості .Під редакцією Д.М.Заячука. Київ 2011 рік. 469с.
Вид семестрового контролю	Залік

НАНОМАТЕРІАЛИ ТА НАНОСТРУКТУРИ В ЕЛЕКТРОНІЦІ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО10 «Фізика конденсованого стану», ПО11 «Напівпровідникова електроніка»
Що буде вивчатися	Основні технологічні процеси створення наноstruktur та наноматеріалів: квантових точок, наночарів, 3D наноструктур, нанокомпозитних матеріалів, нанопористих матеріалів. Основні методи дослідження наноматеріалів та наноструктур.
Чому це цікаво/треба вивчати	Нанотехнології і наноматеріали складають основу сучасної індустрії. Створення нових наноструктур та наноструктурованих матеріалів на основі фундаментальних та міждисциплінарних знань відкриває нові можливості у мініатюризації пристроїв, які використовуються у інформаційних технологіях, енергетиці, електроніці та біомедичній інженерії.
Чому можна навчитися	ПРН 1 Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації. ПРН 4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки. ПРН 16 Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та наноелектроніки
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК 7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ФК 1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. ФК 8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем. ФК 12 Здатність використовувати знання про особливості термодинаміки, кінетики хімічних перетворень, структурних аспектах, особливостях синтезу та основних закономірностях створення функціональних неорганічних матеріалів з заданими властивостями.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Заячук Д.М., Якименко Ю.І., Орлов А.Т., Співак В.М., Богдан О.В., Коваль В.М. Основи наноелектроніки. Підручник у 2-х книгах, Кн. 2 «Матеріали, технології і функціональні пристрої» 2. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури: Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. -580 с. 3. Багдасарян А.А. Основи наноелектроніки : навчальний посібник / А. А. Багдасарян. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 133 с.
Вид семестрового контролю	Залік

АНОТАЦІЇ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ 4 КУРСУ

ФУНКЦІОНАЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 7 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО02 «Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки», ПО10 «Фізика конденсованого стану», ПО11 «Напівпровідникова електроніка», ПО15 «Теорія сигналів і систем», базовий рівень володіння англійською мовою не нижче А2.
Що буде вивчатися	Основні фізичні принципи побудови функціональних електронних приладів та пристроїв: оптоелектроніка, магнітоелектроніка, акустоелектроніка, кріоелектроніка, , пристрої на основі негативного опору
Чому це цікаво/треба вивчати	Дисципліна розширює світогляд, надає можливість більш широко підходити до вирішення проблем сучасної електроніки та застосовувати нестандартні підходи для створення функціональних пристроїв різного застосування
Чому можна навчитися	<p>ПРН3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>ПРН4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.</p> <p>ПРН14 Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.</p> <p>ПРН16 Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та наноелектроніки.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел</p> <p>ФК1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>ФК6 Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення</p> <p>ФК8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • Кравченко О.П. Фізичні основи функціональної мікроелектроніки, Київ : Либідь, 1993, - 295 с. • Т.Ю. Обухова, М.Ф. Жовнір, А.В. Іващук, М.С. Фадєєв Функціональна електроніка: Лабораторний практикум, Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – с. 73
Вид семестрового контролю	Залік

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 7 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО02 «Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки», ПО10 «Фізика конденсованого стану», ПО11 «Напівпровідникова електроніка», ПО15 «Теорія сигналів і систем», базовий рівень володіння англійською мовою не нижче А2.
Що буде вивчатися	Основні фізичні принципи побудови функціональних електронних пристроїв для запису, збереження, обробки та відтворення інформації, які засновуються на оптичних, магнітних та зарядових ефектах
Чому це цікаво/треба вивчати	Дисципліна надає можливість вільно орієнтуватися в конструкціях та фізичних принципах побудови функціональних електронних пристроїв для запису, збереження, обробки та відтворення інформації.
Чому можна навчитися	<p>ПРН3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>ПРН4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.</p> <p>ПРН14 Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.</p> <p>ПРН16 Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та наноелектроніки.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел</p> <p>ФК1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>ФК6 Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення</p> <p>ФК8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> • Кравченко О.П. Фізичні основи функціональної мікроелектроніки, Київ : Либідь, 1993, - 295 с. • Т.Ю. Обухова, М.Ф. Жовнір, А.В. Іващук, М.С. Фадєєв Функціональна електроніка: Лабораторний практикум, Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – с. 73
Вид семестрового контролю	Залік

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ У МІКРО- І НАНОСИСТЕМАХ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Електронної інженерії
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 7 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО14 «Інформатика», ПО07 «Теорія електронних кіл», ПО11 «Напівпровідникова електроніка», ПО16 «Технологічні основи електроніки», ПО17 «Схемотехніка»
Що буде вивчатися	Розробка, моделювання характеристик аналогових інтегральних схем, проектування розміщення схеми на кристалі.
Чому це цікаво/треба вивчати	Повний цикл розробки мікросхеми від електричної схеми до технологічного проекту.
Чому можна навчитися	ПРН1 Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації; ПРН4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки; ПРН5 Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедицинської електроніки; ПРН16 Використовувати інформаційні технології і системи автоматизованого проектування для розроблення і розв'язання задач проектування аналогових і цифрових мікро- і наносхем і електронних систем.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	ЗК2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; ФК4 Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки; ФК12 Здатність використовувати знання електрофізичних процесів, які відбуваються в твердотільних пристроях, та теоретичних основ побудови мікроелектронних приладів і систем; ФК13 Здатність розробляти прилади мікроелектроніки, мікро- і наноелектронні системи, засоби мікрохвильової техніки.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Аналогова схемотехніка: Редактор схемотехнічних проектів Virtuoso. уклад.: Голубева І.П., Казміренко В.А., Карплюк Є.С., Вунтесмері Ю.В. –Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 152 с. 2. Проектування напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем. Комп'ютерний практикум. уклад.: Ю. В. Діденко, А. Т. Орлов, Д. Д. Татарчук. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 164 с.
Вид семестрового контролю	Залік

МІКРОКОНТРОЛЕРИ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 7 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО14 «Інформатика»
Що буде вивчатися	Архітектура сучасних мікропроцесорів і мікроконтролерів, апаратне і програмне забезпечення розробника вбудованих систем, а також сучасні методи розробки вбудованих систем на основі промислових мікроконтролерів
Чому це цікаво/треба вивчати	Набуті знання дозволяють розробляти електронне устаткування для будь-якої галузі народного господарства, що дає безмежні можливості як для реалізації свого творчого потенціалу так і для досягнення гідного рівня матеріального забезпечення.
Чому можна навчитися	<p>ПРН1 – Формулювати і розв’язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах;</p> <p>ПРН3 – Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення;</p> <p>ПРН7 – Розв’язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки;</p> <p>ПРН20 – Проводити проектування, випробування, експериментальні та теоретичні дослідження властивостей матеріалів, наноструктур та технологій, компонентів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки, включаючи електронні біомедичні системи.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	<p>ЗК6 – Здатність генерувати нові ідеї (креативність);</p> <p>ФК3 – Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та наноелектронні системи різного призначення;</p> <p>ФК4 – Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і наноелектронних приладах та системах;</p> <p>ФК6 – Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності;</p> <p>ФК10 – Здатність демонструвати і використовувати знання методів та технологій розробки, тестування та застосування інформаційно-вимірювальних, мікроконтролерних систем, систем обробки, відображення та передачі даних, включаючи біомедичні системи;</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Новацький, А. О. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 365 с. 2. Мікропроцесори та мікроконтролери; уклад.: Д. Д. Татарчук, Ю. В. Діденко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 238 с. 3. Програмування мікроконтролерів AVR /С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с. 4. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці / Ю. С. Гришук. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 384 с.
Вид семестрового контролю	Залік

ОСНОВИ СЕНСОРНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 7 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО10 «Фізика конденсованого стану», ПО11 «Напівпровідникова електроніка»
Що буде вивчатися	Фізичні ефекти, які лежать в основі роботи сенсорів, механізми перетворення фізичних та хімічних величин в електричний сигнал, а також принципи побудови сенсорів на їх основі.
Чому це цікаво/треба вивчати	Даний курс цікавий тим, що дає можливість познайомитись з великою різноманітністю сучасних сенсорів, які використовуються в сенсорних системах для моніторингу стану людського організму (wearable e-health sensors), навколишнього середовища (smart house sensors) та промислового процесу (electronic nose): сенсори температури, сенсори механічних полів, газові сенсори, сенсори вологості, сенсори освітленості, електрохімічні сенсори, біосенсори тощо. Для того, щоб розуміти принцип роботи існуючих сенсорів та вміти розробляти їх нові види, потрібні ґрунтовні знання фізичних явищ та принципів їх використання для побудови сенсорних приладів.
Чому можна навчитися	ПРН 1 Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації. ПРН 4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, нанoeлектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки. ПРН 7 Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ФК 1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. ФК 8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро-та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Фізичні основи сенсоріки: Конспект лекцій: навч. посіб. Для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. М. Коваль. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 130 с. 2. Фізичні основи сенсоріки: Лабораторний: навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка», освітньої програми «Мікро- та нанoeлектроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. М. Коваль. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 65 с.
Вид семестрового контролю	Залік

СЕНСОРНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 7 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО02 «Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки», ПО10 «Фізика конденсованого стану», ПО16 «Технологічні основи електроніки»
Що буде вивчатися	Сучасні матеріали та технології, які використовуються для виготовлення сенсорів.
Чому це цікаво/треба вивчати	Даний курс цікавий тим, що дає можливість познайомитись з великою різноманітністю сучасних сенсорних матеріалів та структур (графен, вуглецеві нанотрубки, наноструктурований кремній, нанопапір, плазмонні матеріали, тонкоплівкові металооксидні матеріали тощо), а також технологіями їх синтезу (CVD/ALD/MLD techniques, sol-gel process, MACE тощо). Для того, щоб розробляти нові види сенсорів потрібні ґрунтовні знання нових сенсорних матеріалів та технологічних підходів для їх виготовлення.
Чому можна навчитися	ПРН 3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки. ПРН 4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки. ПРН 16 Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та наноелектроніки.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ФК 8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро-та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем. ФК 10 Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро-та наносистемної техніки та біомедичного обладнання ФК 12 Здатність використовувати знання про особливості термодинаміки, кінетики хімічних перетворень, структурних аспектах, особливостях синтезу та основних закономірностях створення функціональних неорганічних матеріалів з заданими властивостями
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Основи наноелектроніки: підручник у 2 кн. Кн.2: Матеріали, технології і функціональні пристрої, Ч.1: Матеріали та Наноелектронні технології / Ю. І. Якименко, Д. М. Заячук, В. М. Співак, А. Т. Орлов, О.В. Богдан, В.М. Коваль; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського». 2016. -- 343 с. 2. Матеріалознавство та технологія матеріалів: (у схемах і завданнях) : навчальний посібник / Т.П. Говорун, О.П. Гапонова, С.В. Марченко; Міністерство освіти і науки України, Сумський державний університет. – Суми: Сумський державний університет, 2020. - 162 с
Вид семестрового контролю	Залік

БІОМЕДИЧНІ СЕНСОРИ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 8 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО11 «Напівпровідникова електроніка», ПО16 «Технологічні основи електроніки»
Що буде вивчатися	Характеристики та принцип дії біомедичних сенсорів різних видів; методи вимірювання за допомогою біомедичних сенсорів; фізику процесів, що відбуваються у біомедичних сенсорах.
Чому це цікаво/треба вивчати	Дисципліна надає можливість вільно орієнтуватися в конструкціях та фізичних принципах роботи різноманітних сучасних біомедичних сенсорів, а також практичні навички вимірювання основних функціональних показників організму людини.
Чому можна навчитися	ПРН 1 Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації. ПРН 4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки. ПРН 7 Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ФК 1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. ФК 8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Фізичні основи сенсоріки: Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. Для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. М. Коваль.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 130 с. 2. Фізичні основи сенсоріки: Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка», освітньої програми «Мікро- та наноелектроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. М. Коваль. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 65 с.
Вид семестрового контролю	Залік

МІКРОХВИЛЬОВА ТЕХНІКА

Кафедра, яка забезпечує викладання	Електронної інженерії
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 8 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО11 «Напівпровідникова електроніка», ПО16 «Технологічні основи електроніки», ПО17 «Схемотехніка»
Що буде вивчатися	Методи моделювання і фізичні процеси у компонентах і електронних кіл надвисоких частот (НВЧ), методи схемотехнічного проектування електронних кіл НВЧ для набуття знань, умінь, навичок і досвіду використання зазначених методів у практичній діяльності.
Чому це цікаво/треба вивчати	Дисципліна забезпечить оволодіння навичками програмної реалізації методів і алгоритмів аналізу параметрів, частотних, часових і шумових характеристик із застосуванням пакетів прикладних програм і сертифікованих систем автоматизованого проектування, зокрема, CADENCE, ORCAD, PSPICE з отриманням студентом відповідного сертифікату.
Чому можна навчитися	ПРН1 Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації. ПРН2 Застосовувати знання і розуміння математичних методів для розв'язання теоретичних і прикладних задач мікро- та наносистемної техніки. ПРН3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки. ПРН4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	ФК1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. ФК2 Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки ФК3 Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. ФК7 Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. В.І. Тимофеев «Мікрохвильова техніка: Електронні кола надвисоких частот». – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 231 с. 2. В.О. Москалюк, В.І. Тимофеев, А.В. Федяй «Надшвидкодіючі прилади електроніки». Навч. посібник з грифом МОНУ, вид-во «Політехніка», Київ. -2014.- С.528. 3. Мікрохвильова техніка: Електронні кола надвисоких частот [Електронний ресурс]: навч. посіб. для лабораторних робіт для студ. спеціальності 153 (176) «Мікро- та наносистемна техніка», / Уклад.: В. І. Тимофеев, О. В. Семеновська – Електронні текстові дані (1 файл: 615,102 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 85 с., 97 рис.
Вид семестрового контролю	Залік

ЕЛЕКТРОНІКА НАДВИСОКИХ ЧАСТОТ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 8 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО07 «Теорія електронних кіл»
Що буде вивчатися	Сучасний стан, особливості та призначення мікрохвильових пристроїв і систем, характерні параметри мікрохвильових пристроїв, принципи побудови сучасних інтегральних мікрохвильових пристроїв.
Чому це цікаво/треба вивчати	Отримані знання дадуть можливість отримати цікаву професію, яка дозволить реалізувати свій творчий потенціал і досягти гідного рівня матеріального забезпечення.
Чому можна навчитися	ПРН3 Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення; ПРН4 Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та наноелектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності; ПРН6 Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування; ПРН7 Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки; ПРН12 Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	ФК3 Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та наноелектронні системи різного призначення; ФК4 Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і наноелектронних приладах та системах; ФК5 Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення; ФК10 Здатність демонструвати і використовувати знання методів та технологій розробки, тестування та застосування інформаційно-вимірювальних, мікроконтролерних систем, систем обробки, відображення та передачі даних, включаючи біомедичні системи.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Д.Д. Татарчук, В.І. Молчанов, М.М. Кобак Мікрохвильова електроніка: Навч. Посіб. – К.: "Аверс" ", 2017. – 125 с. 2. Молчанов В., Поплавко Ю., Основи мікрохвильової електроніки / К., НТУУ «КПІ», 2010, 348 стор. 3. Тимофеев, В. І. Мікрохвильова техніка. Електронні кола надвисоких частот – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 231 с. 4. Бондаренко І.М. Мікроелектроніка НВЧ. Ч. 1. Елементи та пристрої НВЧ-тракту: Навч. посібник для студентів ВНЗ. – Харків: ХНУРЕ. – 2017. – 152 с. 5. Бондаренко І.М. Мікроелектроніка НВЧ. Ч.2. Напівпровідникові елементи та пристрої НВЧ: навч. посібник для студентів ЗВО. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 172 с.
Вид семестрового контролю	Залік

ОПТОЕЛЕКТРОНІКА

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 8 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО10 «Фізика конденсованого стану», ПО11 «Напівпровідникова електроніка»
Що буде вивчатися	Елементи сучасної оптоелектроніки- джерела і приймачі випромінювання матеріали та технології створення, корпусування і тестування.
Чому це цікаво/треба вивчати	Оптоелектроніка сьогодні пропонує реальне вирішення фундаментальних проблем наноелектроніки і комунікаційних систем Сьогодні фотоніка та оптоелектроніка вписана в пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки усіх провідних країн (США, Південної Кореї, Китаю, Японії, країн Європейського Союзу).
Чому можна навчитися	ПРН 3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки. ПРН 4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації зрізних джерел. ФК13датність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. ФК8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Чадюк, В.О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018-2019. - 2 кн. 2. Розорінов, Г.М. Високошвидкісні волоконно- оптичні лінії зв'язку. - Київ: Кафедра, 2019. - 327 с. 3. Оптоелектроніка: Лабораторний практикум/ В.М. Коваль. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 70 с.
Вид семестрового контролю	Залік

НАНОСТРУКТУРИ В ОПТОЕЛЕКТРОНІЦІ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 8 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО10 «Фізика конденсованого стану», ПО11 «Напівпровідникова електроніка»
Що буде вивчатися	Оптоелектронні прибори детектори та джерела світла, модулятори, на основі напівпровідникових наноструктур, та сфери їх застосування, матеріали напівпровідникових наноструктур.
Чому це цікаво/треба вивчати	<p>У мікроелектроніці виробництво чіпів без технологій оптоелектроніки та фотоніки (літографія, контроль поверхневих шарів і структури поверхні та ін.) практично неможливо, і роль цих технологій зростає зі зменшення мінімального розміру елемента на чіпі.</p> <p>Оптоелектроніка сьогодні пропонує реальне вирішення фундаментальних проблем наноелектроніки і комунікаційних систем. Сьогодні фотоніка та оптоелектроніка вписана в пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки усіх провідних країн (США, Південної Кореї, Китаю, Японії, країн Європейського Союзу).</p> <p>Набуті знання дозволяють застосувати отримані знання в будь-якій галузі народного господарства, що дає безмежні можливості як для реалізації свого творчого потенціалу так і для досягнення гідного рівня матеріального забезпечення.</p>
Чому можна навчитися	<p>ПРН3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач наноструктурних пристроїв оптоелектроніки</p> <p>ПРН4 Оцінювати характеристики та параметри пристроїв наноструктур в оптоелектроніці, знати та розуміти основи наноструктурних пристроїв в оптоелектроніці .</p> <p>ПРН14 Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.</p> <p>ПРН16 Застосовувати знання структурних особливостей, фізичної природи та електрофізичних властивостей наноматеріалів для створення функціональних матеріалів та структур нанооптоелектроніки</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел</p> <p>ФК6 Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів нанооптоелектроніки, приладів фізичного та біомедичного призначення</p> <p>ФК8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів нанооптоелектроніки</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	1. Чадюк, В.О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018-2019. - 2 кн.
Вид семестрового контролю	Залік

КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДІВ І ПРИСТРОЇВ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 8 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ПО07 «Теорія електронних кіл», ПО11 «Напівпровідникова електроніка»
Що буде вивчатися	Теоретичні та практичні основи конструювання приладів та пристроїв; набуття необхідних навичок дослідження матеріалів та, на їх основі, розрахунку відповідних характеристики електронних приладів та пристроїв.
Чому це цікаво/треба вивчати	Електронні прилади та пристрої, на нинішньому етапі, складають науково-технічну основу розвитку суспільства, майже у всіх галузях
Чому можна навчитися	<p>ПРН1 Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації;</p> <p>ПРН4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки;</p> <p>ПРН5 Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки;</p> <p>ПРН9 Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень;</p> <p>ПРН17 Використовувати знання принципів і методів побудови та застосування сучасних інфокомунікаційних мереж, навички програмування та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та конструювання мікроелектронних інформаційних систем.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;</p> <p>ФК1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки;</p> <p>ФК2 Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки;</p> <p>ФК6 Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення;</p> <p>ФК7 Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації;</p> <p>ФК13 Здатність ефективно вибирати належні напрями і відповідні методи для розв'язування задач моделювання, проектування та конструювання в області мікроелектронних інформаційних систем.</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<p>1. Поспеева І.Є. Основи конструювання електронних приладів. НУЗІП, 2021. – 98 с</p> <p>2. Мачуляньський О.В. Технологічні основи електроніки. навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023..</p>
Вид семестрового контролю	Залік

ПРОГРАМОВАНІ ЛОГІЧНІ ІНТЕГРАЛЬНІ СХЕМИ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Курс, семестр	4 курс, 8 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити 54/66
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	ЗО14 «Інформатика», ПО17.2 «Схемотехніка. Частина 2.Цифрова схемотехніка»
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> • Основи проектування систем на НВІС і Систем-на-кристали. • Області застосування мови описування апаратури Verilog. • Основні елементи мови Verilog. • Синтез структурних та інтерфейсних моделей цифрових інтегральних схем з використанням мови Verilog.
Чому це цікаво/треба вивчати	Високорівнева мова описування апаратури Verilog – є міжнародним стандартом в системах автоматизованого проектування і використовується для специфікації, аналізу (моделювання) і синтезу цифрових систем.
Чому можна навчитися	<p>ПРН 1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації.</p> <p>ПРН 4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.</p> <p>ПРН 5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки.</p> <p>ПРН 17. Використовувати знання принципів і методів побудови та застосування сучасних інфокомунікаційних мереж, навички програмування та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та конструювання мікроелектронних інформаційних систем.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>ФК 1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>ФК 4. Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернетресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<p>1. Рябенський В. М. VERILOG. Проектування цифрових пристроїв / В. М. Рябенський, О. О. Ушкаренко. – Миколаїв, 2007. – 205 с.</p> <p>2. Лахно В. А. Технології проектування комп'ютерних систем. Частина 1 : навч. посіб. /В. А. Лахно, Б. С. Гусєв, В. В. Смолій та ін. – Київ : ЦП «Компрінт», 2019. – 248 с.</p>
Вид семестрового контролю	Залік