

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра сенсорної та напівпровідникової електроніки

Затверджено
на засіданні кафедри сенсорної та
напівпровідникової електроніки
факультету електроніки та
комп'ютерних технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка

(протокол № 1/24 від 29.08.2024 р.)

Завідувач кафедри

 Андрій ЛУЧЕЧКО

Силабус з навчальної дисципліни

«МАТЕРІАЛИ ТА КОМПОНЕНТИ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ»,

що викладається в межах освітньо-професійної програми

“Електроніка та комп'ютерні системи”

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

для здобувачів зі спеціальності

171 Електроніка

Львів 2024 р.

Назва дисципліни	Матеріали та компоненти сучасної електроніки
Адреса викладання дисципліни	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. ген. Тарнавського, 107.
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій. Кафедра сенсорної та напівпровідникової електроніки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації, 171 Електроніка.
Викладач дисципліни	Матвіїшин Ігор Михайлович, доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки
Контактна інформація викладача	igor.matviyishyn@lnu.edu.ua https://electronics.lnu.edu.ua/employee/matvijishyn-i-m/ факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра сенсорної та напівпровідникової електроніки вул. ген.Тарнавського, 107, лаб. 422
Консультації з курсу відбуваються	В режимі оф-лайн: згідно розкладу в день проведення лекційних/лабораторних занять (корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, м. Львів, вул. ген. Тарнавського, 107). В режимі он-лайн: на платформі Microsoft Teams (для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача).
Сторінка дисципліни	https://electronics.lnu.edu.ua/course/materialy-ta-komponenty-suchasnoi-elektroniky-eikt/
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Матеріали та компоненти сучасної електроніки» є нормативною дисципліною зі спеціальності 171 «Електроніка» освітньо-професійної програми «Електроніка та комп'ютерні системи», яка викладається в 2 семестрі в обсязі 3,5 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Матеріали та компоненти сучасної електроніки» є нормативною і викладається в II семестрі 1-го курсу для студентів факультету електроніки та комп'ютерних технологій. Вона вивчає основи будови, види та властивості матеріалів, їх використання в електротехніці. Розглядаються сучасні проблеми матеріалознавства, а також описуються основні

	компоненти сучасної електроніки – інтегральні мікросхеми, оптоелектронні прилади, акустоелектроніка та кріотроніка.
Мета та цілі дисципліни	<p>Метою дисципліни є отримати теоретичні знання про будову, структуру і властивості матеріалів, а також про процеси, що проходять у матеріалах за дії зовнішніх чинників, набуття загальних знань про сучасні компоненти електроніки.</p> <p>Цілі дисципліни: набути практичних знань про властивості матеріалів, а також про фізичні процеси, які протікають у матеріалах електроніки. Навчитись робити обгрунтовані висновки при виконанні лабораторних робіт.</p>
Література для вивчення дисципліни	<p style="text-align: center;">Базова</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Матеріали і компоненти електроніки: навчальний посібник / Є.Я. Швець, І.Ф. Червоний, Ю.В. Головка – Запоріжжя: ЗДІА, 2011. – 278 с. 2. Фізика напівпровідників. Підручник для студентів ВНЗ.МОНУ / Ю.В. Попик. Ужгород: ТОВ «ІВА», 2014. – 820 с. 3. Електроматеріалознавство. Підручник / Л.В. Журавльова, В.М. Бондар. К.: Грамота, 2006. – 312 с. 4. Електронне перенесення в напівпровідниках та напівпровідникових структурах: навчальний посібник рек. МОНУ/ В.П. Савчин, Р.Я. Шувар. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2008. – 688 с. 5. Фізична електроніка. Розділи: емісійні явища. Методи діагностики поверхні: навчальний посібник / С.С. Поп, І.С. Шароді. Львів: Євросвіт, 2001. – 230 с. 6. Матеріали електронної техніки: навчальний посібник / Л.В. Крилик, О.О. Селецька. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 120 с. 7. Матеріали і компоненти функціональної електроніки: навчальний посібник / Л.В. Однорець. І.М. Пазуха. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 196 с. 8. Основи фізики напівпровідників і напівпровідникових приладів: навчальний посібник / Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – 243 с. <p>Допоміжна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. М.В. Нікулін. Електроматеріалознавство. К.-:Вища школа. 1990.- 176 с. 10. Василенко І.І., Широков Ю.І. Конструкційні та електротехнічні матеріали. Навч. Посібн.-Львів., Магнолія, - 2006,- 242 с. 11. Леонт'єв В.О., Бевз С.В., Видмиш В.А. Електротехнічні матеріали : навч. Посібн. – Вінниця: ВНТУ, 2013.- 122 с. 12. Л.В. Однорець. Матеріали і компоненти функціональної електроніки, навч. Пос. 2020.- 193 с. <p>Методичне забезпечення:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму з курсу «Матеріали електронної техніки». І.М. Матвішин, Л.В.

	Костик, Б.В. Павлик, А.П. Лучечко, Львів, Видав. Центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2012.- 52 с.
Обсяг курсу	Загальний обсяг 105 год. Аудиторних занять – 64 год.: 32 год. – лекційних занять, 32. год- лабораторних занять. Самостійна робота – 41 год.
Очікувані результати навчання	<p>В результаті вивчення даного курсу студент повинен:</p> <p>знати: основні фізичні характеристики матеріалів та елементів електроніки; розуміти, як вибирати за певними параметрами матеріал і використовувати його відповідно до призначення та властивостей.</p> <p>вміти: здійснювати практичні виміри характеристик матеріалів та елементів, а також оцінювати похибки при порівнянні їх з табличними даними, підбирати необхідні електронні компоненти при проектуванні електричних та електронних схем. В подальшому знання, отримані студентами з курсу “Матеріали та компоненти сучасної електроніки”, будуть використовуватись при вивченні наступних дисциплін: «Твердотільна електроніка». «Квантова електроніка», «Теорія електричних та електронних кіл», «Обчислювальна техніка та автоматизація експерименту».</p> <p>Після вивчення курсу здобувачі набудуть таких компетентностей і програмних результатів:</p> <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>ЗК12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов’язків.</p> <p>ФК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.</p> <p>ФК3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.</p> <p>ФК7. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструкцій пристроїв та систем електроніки.</p> <p>ФК9. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем.</p>

	<p>ФК11. Здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, виконувати профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та систем, монтувати, налагоджувати та ремонтувати аналогові, цифрові та оптичні модулі, розробляти та виготовляти друковані плати, розробляти програмне забезпечення для мікроконтролерів.</p> <p>ПР1. Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.</p> <p>ПР4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотільної електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.</p> <p>ПР13. Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення; відповідати вимогам гнучкості в подоланні перешкод та досягненні мети, раціонального використання та нормування часу, дисциплінованості, відповідальності за свої рішення та діяльність.</p>
Ключові слова	провідник, діелектрик, напівпровідник, резистор, конденсатор, індуктивність, компонент, інтегральна мікросхема.
Формат курсу	Очний.
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	В кінці другого семестру залік.
Пререквізити	Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких предметів: «Фізичні основи електроніки».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції, презентації, лабораторні роботи, виконання індивідуальних завдань (робота у групі, команді), обговорення, дискусія. Робота в системах Microsoft Teams та Moodle для здійснення модульного контролю, завантаження виконаних лабораторних завдань.
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер, проектор, платформа Microsoft Teams, базове комп'ютерне програмне забезпечення, сцинтиляційний детектор, спектрофлуориметр CM2203, ФЕП та інше. 1. Хімічні сполуки (CuSO_4 , NaCl , Na_2KSO_4) для росту кристалів з розчинів.

	<p>2. Кристали (NaCl, KCl, CdI₂, PbI₂, CsI, CsBr для виготовлення зразків, протравлені кристали GaAs, пластини Si).</p> <p>3. Спектрофотометр «Specord M-40».</p> <p>4. Вакуумний пост ВУП-5.</p> <p>5. Джерела типу ТЕС-2, Б5-44.</p> <p>6. Мікроскоп відбитого світла Epival, БІОЛАМ М, мікроінтерферометр МІІ-4.</p>
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою.</p> <p>Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторні роботи: 60% семестрової оцінки (максимальна кількість балів — 60); • контрольні заміри: 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів — 40 (2x20); <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p> <p>Академічна доброчесність: студенти повинні самостійно виконати ряд лабораторних робіт, а також підготувати реферат або проект за тематикою курсу. Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності при виконанні лабораторних робіт та формуванні звітів є підставою для їх незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідують усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані при поточному контролі (виконання лабораторних робіт, модулів), самостійній роботі та бали підсумкового заліку. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторних занять; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>

Оцінювання лабораторних робіт (9 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 60) відбувається шляхом оцінки підготовки до виконання лабораторної роботи, безпосередньо її виконання та захисту звіту:

• лабораторні роботи 1-9 (0-5 балів за одну роботу)

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

5 – студент в повному обсязі володіє теоретичним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, надає правильні відповіді на запитання по темі, демонструє використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання;

4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал, повністю самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, демонструє використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками);

3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та вагається та надає неточні, не конкретні відповіді на запитання по темі, частково самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, демонструє використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання з помірними недоліками;

2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал, частково самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, та в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, демонструє використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання з суттєвими недоліками;

1 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання не функціонують належним чином, не в змозі самостійно реалізувати завдання для виконання роботи, лише при допомозі викладача;

0 – студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал та використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання не функціонують належним чином, не функціонують взагалі, не в змозі при допомозі викладача реалізувати завдання для виконання роботи, лише при допомозі викладача;

У підсумку, всі набрані бали множаться на коефіцієнт для переведення у 60-ти бальну шкалу.

Контрольні заміри проводяться у формі модульних робіт

	<p>шляхом письмових відповідей на контрольні питання по 20 балів за кожен замір (2x20=40 балів).</p>
<p>Питання до модульних контролів (замірів знань)</p>	<p>Перелік питань і завдань для проведення модульного контролю (підсумкової оцінки знань усіх тем курсу) розміщено в MS Teams.</p> <p>Питання до модуля І.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальна класифікація матеріалів електроніки. 2. Будова матеріалів. 3. Класи чистоти н/п матеріалів. 4. Структура твердих тіл. 5. Кристалічні речовини, елементарна комірка та основні параметри. 6. Ріст кристалів за Чохральським. 7. Метод Стокбаргера Бріджмена. 8. Метод росту кристалів за Кіропулосом. 9. Власне поглинання у н/п та визначення ΔE_g. 10. Радіуси атомів та іонів. 11. Типи ґраток Браве. 12. Корпускулярно-хвильові властивості матерії. 13. Хвильова природа матерії. 14. Принцип невизначеності. 15. Рівняння Шредінгера. 16. Критерії розподілу матеріалів на провідники, напівпровідники та діелектрики за енергетичними зонними діаграмами. 17. Квантові числа. Спін електрона. 18. Принцип Паулі. 19. Енергетичні рівні електронів в атомі. 20. Енергія іонізації. 21. Періодична система елементів. 22. Хімічний зв'язок в молекулах. 23. Ковалентний хімічний зв'язок. 24. Електронегативність. 25. Полярний та іонний хімічні зв'язки. 26. Хімічний зв'язок у твердому тілі. 27. Провідникові матеріали. 28. Класифікація провідникових матеріалів. 29. Надпровідникові матеріали. 30. Сплави високого опору. 31. Композиційні провідні матеріали. 32. Кристалізаційні методи очистки матеріалів. 33. Оптичні властивості мінералів. 34. Механічні властивості мінералів. 35. Фізичні явища на контакті двох металів. 36. Загальна характеристика та класифікація напівпровідників.

37. Власна електронна та діркова електропровідності.
38. Рухливість носіїв заряду.
39. Фізичні процеси в напівпровідниках.
40. Фотоелектричний ефект.
41. Контактні явища в напівпровідниках.
42. Активні діелектрики (п'єзо-, термо-, піро-електрики).
43. Пасивні діелектрики. Стекла, ситали, кераміка.
44. Рідкі кристали.
45. Аморфні метали і напівпровідники.
46. Фрактальні структури і речовини.
47. Нанорозмірні матеріали електроніки.
48. Нанокластери.
49. Вуглецеві наноструктури.
50. Розмірні ефекти.

Питання до модуля II.

1. Загальна характеристика компонентів.
2. Основні поняття та характеристики електронних компонентів (електронні компоненти, компонентна база, електронна система).
3. Вплив зовнішніх факторів (температури, тиску, вологи) на параметри компонентів.
4. Матеріали для виготовлення резисторів та їх конструкції.
5. Фотометрія полум'я для визначення чистоти матеріалу.
6. Нефелометрія.
7. Кулонометрія.
8. Метод ізотопних індикаторів.
9. Суть методу ЕПР.
10. Люмінесцентні методи аналізу чистоти матеріалів.
11. Метод вимірювання сталої Холла.
12. Метод Вернейля.
13. Ріст кристалів з розчинів, умови.
14. Домішкове поглинання у н/п.
15. Непрямі переходи у н/п.
16. Загальна класифікація матеріалів електроніки.
17. Екстракція як метод очистки матеріалів.
18. Сублімація для очистки матеріалів.
19. Дистиляція та ректифікація.
20. Віскери та їх властивості.
21. Визначення ΔE_g за температурним ходом провідності.
22. Ефект Холла у напівпровідниках.
23. Провідникові матеріали та їх класифікація.
24. Контактні явища в металах.
25. Технічні характеристики резисторів.
26. Графічні позначення резисторів у схемах.
27. Напівпровідникові конденсатори.

	<p>28.Плівкові конденсатори.</p> <p>29.Конденсатори змінної ємності.</p> <p>30.Основні параметри конденсаторів.</p> <p>31.Маркування конденсаторів.</p> <p>32.Матеріали для виготовлення індуктивностей.</p> <p>33.Еквівалентні заміни індуктивності в мікросхемах. Використання індуктивності в електроніці.</p> <p>34.Напівпровідникові інтегральні мікросхеми (НІМС).</p> <p>35.Типи конструкцій та структура НІМС.</p> <p>36.Ізоляція елементів у НІМС.</p> <p>37.Плівкові та гібридні інтегральні мікросхеми.</p> <p>38.Великі інтегральні мікросхеми.</p> <p>39.Фоторезистори та фотодіоди.</p> <p>40.Фототранзистори та фототиристори.</p> <p>41.Оптрони та світло випромінюючі діоди.</p> <p>42.Волоконно-оптичні лінії зв'язку.</p> <p>43.Магнітоелектроніка як галузь електроніки.</p> <p>44.Основні групи сучасних магнітних елементів (магніторезистори, магніотиристори, перетворювачі Холла).</p> <p>45.Електромагнітні перетворювачі та їх принципи роботи</p> <p>46.Акустoeлектричний ефект.</p> <p>47.Принципи будови акустoeлектронних приладів.</p> <p>48.Лінії затримки на поверхневих акустичних хвилях.</p> <p>49.Основи функціонування кріотронів.</p> <p>50.Недоліки кріотроніки.</p>
Опитування	Анкету з метою оцінювання якості курсу буде надано після вивчення курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тиж	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год.	Термін виконання
1	Тема 1. Предмет і завдання дисципліни. Загальна класифікація матеріалів електроніки. Будова матеріалів. Структура твердих тіл. Кристалічні речовини, елементарна комірка та основні параметри. Радіуси атомів та іонів. Типи ґраток Браве.	Лекція (2 год.)	1, 2, 3	Вступне заняття. Інструктаж з безпеки життєдіяльності. 2 год. Мінерали та їх використання в електроніці. (2 год.)	1 тиж. семестру
2	Тема 2. Основи зонної теорії твердих тіл.	Лекція (2 год.)	1, 4, 5		2-3 тиж.

	Корпускулярно-хвильові властивості матерії. Хвильова природа матерії. Принцип невизначеності. Рівняння Шредінгера.			Хімічні сполуки, їх отримання та характеристики. (4 год.)	семестру
3	Тема 3. Квантові числа та принцип Паулі. Критерії розподілу матеріалів на провідники, напівпровідники та діелектрики за енергетичними зонними діаграмами. Квантові числа. Спін електрона. Принцип Паулі. Енергетичні рівні електронів в атомі. Енергія іонізації	Лекція (2 год.)	3, 4, 5		
4	Тема 4. Природа та види хімічного зв'язку. Періодична система елементів. Хімічний зв'язок в молекулах. Ковалентний хімічний зв'язок. Електронегативність. Полярний та іонний хімічні зв'язки. Хімічний зв'язок у твердому тілі.	Лекція (2 год.)	1, 2, 7	Методи очистки основних матеріалів електроніки. (4 год.)	4-5 тиж. семестру
5	Тема 5. Види матеріалів електроніки, властивості та використання. Провідникові матеріали. Класифікація провідникових матеріалів. Надпровідникові матеріали. Сплави високого опору. Композиційні провідні матеріали. Фізичні явища на контакті двох металів.	Лекція (2 год.)	1, 2, 3,8		
6	Тема 6. Напівпровідникові матеріали. Загальна характеристика та класифікація напівпровідників. Власна електронна та діркова електропровідності. Рухливість носіїв заряду. Фізичні процеси в напівпровідниках. Фотоелектричний ефект. Контактні явища в напівпровідниках.	Лекція (2 год.)	2, 3, 4	Методи концентрування домішок та визначення їх кількості (4 год.).	6-7 тиж. семестру
7	Тема 7. Діелектричні матеріали. Активні діелектрики (п'єзо-, термо-, піро-електрики). Пасивні діелектрики. Стекла, ситали, кераміка. Рідкі кристали.	Лекція (2 год.)	2, 3, 6,7		

8	<p>Тема 8. Сучасні проблеми матеріалознавства. Аморфні метали і напівпровідники. Фрактальні структури і речовини. Нанорозмірні матеріали електроніки. Нанокластери. Вуглецеві наноструктури. Розмірні ефекти.</p>	Лекція (2 год.)	1, 2, 3,	Розчини. Визначення невідомої концентрації розчинів оптичним методом. (2 год.)	8 тиж. семестру
9	<p>Тема 9. Компоненти електроніки, їх призначення та характеристика. Загальна характеристика компонентів. Основні поняття та характеристики електронних компонентів (електронні компоненти, компонентна база, електронна система). Вплив зовнішніх факторів (температури, тиску, вологи) на параметри компонентів.</p>	Лекція (2 год.)	1, 5, 8	Методи вирощування кристалів з розчинів (4 год.)	9-10 тиж. семестру
10	<p>Тема 10. Основи будови, класифікація та умовні позначення резисторів. Матеріали для виготовлення резисторів та їх конструкції. Технічні характеристики резисторів. Графічні позначення резисторів у схемах.</p>	Лекція (2 год.)	1, 8, 9		
11	<p>Тема 11. Конденсатори та їх характеристика. Напівпровідникові конденсатори. Плівкові конденсатори. Конденсатори змінної ємності. Основні параметри конденсаторів. Маркування конденсаторів.</p>	Лекція (2 год.)	7, 5, 9	Основи росту кристалів з розплавів (4 год.)	11-12 тиж. семестру
12	<p>Тема 12. Індуктивні елементи та їх характеристика. Матеріали для виготовлення індуктивностей. Еквівалентні заміни індуктивності в мікросхемах. Використання індуктивності в електроніці</p>	Лекція (2 год.)	9, 10		
13	<p>Тема 13. Інтегральні мікросхеми та функціональна електроніка. Напівпровідникові інтегральні мікросхеми (НІМС). Типи конструкцій та структура НІМС. Ізоляція елементів у НІМС. Плівкові та гібридні інтегральні</p>	Лекція (2 год.)	3, 7, 8	Методики визначення ширини забороненої зони напівпровідників (4 год.)	13-14 тиж. семестру

	мікросхеми. Великі інтегральні мікросхеми.				
14	Тема 14. Оптиелектронні прилади. Фоторезистори та фотодіоди. Фототранзистори та фототиристори. Оптрони та світло випромінюючі діоди. Волоконно-оптичні лінії зв'язку.	Лекція (2 год.)	9, 10,11		
15	Тема 15. Магнітоелектронні компоненти та хемотроніки. Магнітоелектроніка як галузь електроніки. Основні групи сучасних магнітних елементів (магніторезистори, магніотиристори, перетворювачі Холла). Електромагнітні перетворювачі та їх принципи роботи	Лекція (2 год.)	10, 11	Методи травлення поверхні кристалів та обчислення густини дислокацій. Підсумкове заняття. (4 год.)	15-16 тиж. семестру
16	Тема 16. Акустоелектроніка та кріотроніка. Акустоелектричний ефект. Принципи будови акустоелектронних приладів. Лінії затримки на поверхневих акустичних хвилях. Основи функціонування кріотронів. Недоліки кріотроніки.	Лекція (2 год.)	6, 9, 11		