

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

Затверджено

На засіданні кафедри радіофізики та
комп'ютерних технологій
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій

Львівського національного університету
імені Івана Франка

(протокол № 15/23 від 29.08 2023 р.)

Завідувач кафедри:



Іван КАРБОВНИК

Силабус з навчальної дисципліни
“Моделювання радіоелектронних систем”,
що викладається в межах ОПП “Комп'ютерні науки”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 122 – Комп'ютерні науки

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Моделювання радіоелектронних систем
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Драгоманова 50, м. Львів, 79005, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів, 79011
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій Кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – Інформаційні технології 122 – Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Рендзіняк Сергій Йосипович, доктор техн. наук, професор
Контактна інформація викладачів	serhii.rendziniak@lnu.edu.ua https://electronics.lnu.edu.ua/employee/rendziniak-serhiy-yosypovych/
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 321, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів
Сторінка курсу	
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Моделювання радіоелектронних систем” є вибірковою дисципліною з спеціальності 122 – Комп'ютерні науки для освітньої програми “Комп'ютерні науки”, яка викладається в 6-му семестрі в обсязі 5,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб оволодіти сучасними методами моделювання радіоелектронних систем, їхніми особливостями, характеристиками та методами розрахунку з використанням сучасних спеціалізованих програмних комплексів.
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета:</i> підготувати фахівців з комп'ютерних наук в галузі радіоелектронних систем в такому обсязі, щоб вони могли правильно вибирати необхідні електричні та електронні пристрої при проектуванні елементів комп'ютерних систем. <i>Цілі:</i> забезпечити знайомство студентів з методами моделювання радіоелектронних систем і сформувати навички їх практичного використання; навчити студента правильно експлуатувати електронні пристрої та розробляти технічні завдання для проектування елементів комп'ютерних систем.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Схемотехніка електронних систем: У 3-х кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник /Бойко В. І., Гуржій А. М., Жуйков В. Я. та ін. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 366 с.: іл. 2. Схемотехніка електронних систем: У 3-х кн. Кн. 2. Цифрова

	<p>схемотехніка: Підручник /Бойко В. І., Гуржій А. М., Жуйков В. Я. та ін. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 423 с.: іл.</p> <p>3. Бабич М.П., Жуков І.А. Комп'ютерна схемотехніка: Навчальний посібник. – К.: “МК-Прес”, 2004. – 412с.: іл.</p> <p>4. Комбінований (гібридний) лабораторний практикум з теорії електричних та електронних кіл, сигналів і вимірювань у комп'ютеризованій лабораторії: навч. посібник/ Ю.Я. Бобало, П.Г. Стахів, С.Й. Рендзіняк та ін.; за ред.. Ю.Я. Бобала. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 152 с.</p> <p>5. Воловик А. Ю., Гаврілов Д. В., Семенов А. О., Шутило М. А., Червак О. П. Сигнали та процеси в радіотехніці: лабораторний практикум Сигнали та процеси в радіотехніці : лабораторний практикум / Ю. М. Воловик, Д. В. Гаврілов, А. О. Семенов [та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 97 с.</p> <p>Додаткова література (Інтернет-ресурси):</p> <p>6. OrCAD Capture Editor Tutorials – https://resources.pcb.cadence.com/orcad-tutorials</p> <p>7. OrCAD PCB Editor Tutorials – https://resources.pcb.cadence.com/orcad-pcb-editor-tutorials</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 165 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 101 год.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення даного курсу студент буде:</p> <p>знати: основні поняття, визначення і проблеми курсу; вимоги до постановки основних задач моделювання радіоелектронних систем; основні методи аналізу і синтезу пристроїв радіоелектронних систем;</p> <p>вміти: визначати структуру радіоелектронних систем, оцінювати їх якість; визначати за заданими вимогами технічні параметри системи, характеристики і структуру пристроїв, які входять до складу системи; розраховувати часові, частотні та енергетичні характеристики сигналів радіоелектронних систем; володіти сучасними спеціалізованими програмними засобами проектування пристроїв радіоелектронних систем.</p>
Ключові слова	Радіотехніка, пристрої радіоелектронних систем, моделювання радіоелектронних пристроїв, проектування радіоелектронних пристроїв, методи розрахунку.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру
Пререквізити	<p>Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з курсів:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математичний аналіз; - алгоритмізація та програмування; - чисельні методи; - фізичні основи електроніки; - електротехніка та електроніка.
Навчальні методи та техніки, які будуть ви-	Інформаційні методи (лекції, презентації, лабораторні роботи, написання рефератів, виконання індивідуальних завдань, робота у групі, командна робота, обговорення, консультації для поглибленого розуміння тем,

користовуватися під час викладання курсу	бесіда, ілюстрація, демонстрація), дедуктивні методи на основі узагальнень, евристичні методи (проблемна лекція), інтерактивні методи (дискусія).
Необхідне обладнання	<p>Для проведення лекційних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • монітор TFT 23"; • системний блок (процесор Intel i5-6500, 8GB оперативної пам'яті, HDD 256GB) ; • мультимедійне обладнання (проектор, проекційний екран, дошка настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема); • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. <p>Для проведення лабораторних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • комп'ютерна лабораторія з 12-14 робочими місцями; • монітори TFT 23"; • системні блоки (процесор Intel i5-6500, 8GB оперативної пам'яті, HDD 256GB); • мультимедійне обладнання (проектор, проекційний екран, дошка настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема); • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. <p>Необхідне програмне забезпечення:</p> <ul style="list-style-type: none"> • операційна система Windows 10; • програмний комплекс OrCAD Lite версії 17.2.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль: до 50 балів за виконання модульного завдання – написання есе за обраною тематикою з переліку та розв'язування задач. • Виконання лабораторних робіт: до 50 балів. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Змістовий модуль – самостійна робота студента оформлена у вигляді есе – робота друкованим текстом, рекомендованим обсягом до 10 сторінок (шрифт Times New Roman, 14). Есе включає в себе детальний розгляд обраної індивідуальної теми, приведення прикладів та електричних схем, огляду методів. Есе також повинно містити посилання на літературні джерела/інтернет ресурси, що були використані під час його написання. Фінальна версія есе здається студентом у електронному форматі .pdf викладачу для оцінки. Темі для змістових модулів див. у розділі Питання до модульного контролю.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні зайняття курсу. Студенти</p>

повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів, визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.

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.

Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали за виконання лабораторних робіт. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; 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.

Оцінювання лабораторних робіт (7 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 50) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії (0-5 балів за одну роботу) та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-5 балів за одну роботу). У підсумку, всі набрані бали множаться на коефіцієнт (5/7) для переведення у 50-ти бальну шкалу.

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;

4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками);

3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує неточно, або з помірними недоліками;

2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми функціонує з суттєвими недоліками;

1 - студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, код програми не функціонує належним чином;

0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.

Оцінювання змістового модуля (50 балів) — за результатами написаних студентом есе, тестів, розв'язків задач, тощо.

Бали оцінювання змістового модуля нараховуються за наступним співвідношенням:

50-40 – розглянута тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, містить аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом. Наведені приклади

	<p>відповідають темі. Можуть бути присутні несуттєві помилки та невідповідності;</p> <p>40-30 – відтворюється значна частина розглянутої теми. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни, проте присутні неточності та/або невідповідності основній темі. Наведені приклади частково відповідають темі;</p> <p>30-20 – відстежується загальне розуміння розглянутої теми. Виявлені множинні неточності та невідповідності, пояснення наведених прикладів відсутні;</p> <p>20-10 – студент погано розуміє розглянуту тему. Виявлені суттєві неточності та невідповідності. Наведені приклади з суттєвими недоліками, або не відповідають темі;</p> <p>10-0 – студент взагалі не розуміє розглянуту тему. Тему не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи, приклади відсутні.</p> <p>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти: Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах на провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.</p>
<p>Питання до модульного контролю</p>	<p>Орієнтовні теми змістових модулів:</p> <p>Напівпровідникові діоди: властивості, позначення, основні характеристики.</p> <p>Стабілітрони: властивості, позначення, основні характеристики.</p> <p>Діодні електронні ключі.</p> <p>Некеровані однофазні однопівперіодні випростувачі.</p> <p>Некеровані однофазні двопівперіодні випростувачі з нульовим виводом.</p> <p>Некеровані однофазні випростувачі мостової схеми.</p> <p>Схеми помноження напруги.</p> <p>Пасивні згладжувальні фільтри.</p> <p>Параметричні стабілізатори напруги.</p> <p>Біполярний транзистор як основний активний елемент електронного підсилювача.</p> <p>Біполярні транзистори: властивості, позначення, основні характеристики.</p> <p>Схема транзисторного підсилювача з спільною базою.</p> <p>Схема транзисторного підсилювача з спільним емітером.</p> <p>Схема транзисторного емітерного повторювача.</p> <p>Статичні характеристики біполярних транзисторів.</p> <p>Температурні та частотні властивості біполярного транзистора.</p> <p>Біполярний транзистор в динамічному режимі.</p> <p>Схеми живлення та стабілізації режиму роботи біполярного транзистора.</p> <p>Заступні схеми біполярного транзистора.</p> <p>Польовий транзистор як основний активний елемент електронного підсилювача.</p> <p>Польові транзистори: властивості, позначення, основні характеристики.</p> <p>Однокаскадні підсилювачі на біполярних транзисторах.</p>

	<p>Режими роботи підсилювального каскаду. Диференціальні підсилювачі. Структурна схема і основні характеристики операційних підсилювачів. Лінійний частотно-незалежний ідеальний операційний підсилювач. Масштабні неінвертувальні підсилювачі. Масштабні інвертувальні підсилювачі. Суматори на базі операційного підсилювача. Інтегратори на базі операційного підсилювача. Диференціатори на базі операційного підсилювача. Компаратори на базі операційного підсилювача. Тиристори: властивості, позначення, основні характеристики. Тиристорні електронні ключі. Транзисторні електронні ключі. Заступні схеми біполярного транзистора. Заступні схеми польового транзистора. Типи зворотних зв'язків операційного підсилювача. LC-генератори гармонійних коливань на операційному підсилювачі. RC-генератори гармонійних коливань на операційному підсилювачі. Генератори гармонійних коливань на операційному підсилювачі: схема Віна. Мультивібратори на операційному підсилювачі. Одновібратори на операційному підсилювачі.</p>
Опитування	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

**Схема курсу “Моделювання радіоелектронних систем”
для студентів спеціальності 122 – Комп’ютерні науки**

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття) **лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література. * Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1	Основні поняття цифрової та аналогової електроніки	Лекція	[1], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
1	Робота в середовищі OrCAD Capture	Лабораторна робота	[5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Елементи схемотехніки радіоелектронних схем	Лекція	[1], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Лабораторна робота № 1 «Дослідження напівпровідникових діодів (побудова ВАХ)» (підготування)	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
3	Випростувачі однофазного струму	Лекція	[1], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
3	Лабораторна робота № 1 «Дослідження напівпровідникових діодів (побудова ВАХ)»	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
4	Діодні електронні ключі	Лекція	[1], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
4	Лабораторна робота № 2 «Однофазні випростувачі змінного струму» (підготування)	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Активні елементи електронних пристроїв (біполярні та польові транзистори)	Лекція	[1], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Лабораторна робота № 2 «Однофазні випростувачі змінного струму»	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
6	Схеми живлення та стабілізації режимів роботи транзисторів	Лекція	[1], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
6	Лабораторна робота № 3 «Дослідження регульовальних властивостей тиристора» (підготування)	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
7	Підсилювачі електричних сигналів	Лекція	[1], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
7	Лабораторна робота № 3 «Дослідження регульовальних властивостей тиристора»	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
8	Операційні підсилювачі	Лекція	[1], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
8	Лабораторна робота № 4 «Дослідження однокаскадного підсилювача на біполярному транзисторі»	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

	(підготування)				
9	Зворотні зв'язки в підсилювачах	Лекція	[2], [3], Сайт курсу	2	Кінець поточного тижня
9	Лабораторна робота № 4 «Дослідження однокаскадного підсилювача на біполярному транзисторі»	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
10	Генератори гармонічних сигналів	Лекція	[2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
10	Лабораторна робота № 5 «Дослідження аналогових пристроїв на операційних підсилювачах» (підготування)	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
11	Генератори імпульсів	Лекція	[2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
11	Лабораторна робота № 5 «Дослідження аналогових пристроїв на операційних підсилювачах»	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
12	Генератори лінійно-змінної напруги	Лекція	[2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
12	Лабораторна робота № 6 «Дослідження мультівібратора» (підготування)	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
13	Модуляція і демодуляція сигналів	Лекція	[2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
13	Лабораторна робота № 6 «Дослідження мультівібратора»	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
14	Аналогове перетворення сигналів	Лекція	[2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
14	Лабораторна робота № 7 «Дослідження перетворювачів сигналів» (підготування)	Лабораторна робота	[4], [5], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
15	Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі	Лекція	[2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
15	Лабораторна робота № 7 «Дослідження перетворювачів сигналів»	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
16	Сучасні методи вимірювання напруги (осцилографи, цифрові тестери)	Лекція	[2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
16	Підсумкове заняття	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня