Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра електронної інженерії

АНАЛОГОВА ТА ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНІКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	***Перший (бакалаврський)***
Галузь знань	*16 Хімічна та біоінженерія*
Спеціальність	*163 Біомедична інженерія*
Освітня програма	*Регенеративна та біофармацевтична інженерія*
Статус дисципліни	*Нормативна*
Форма навчання	*очна (денна)*
Рік підготовки, семестр	*3 курс, осінній семестр*
Обсяг дисципліни	*4 кредитів (120 годин)*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*залік*
Розклад занять	*лекції, практичні та лабораторні заняття, http://rozklad.kpi.ua/*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: : *к.т.н, доцент, Карплюк Євгеній Сергійович, yk-ee@lll.kpi.ua* Практичні: *к.т.н, доцент, Голубєва Ірина Петрівна, golubeva-ee@lll.kpi.ua , к.т.н, доцент, Порєва Ганна Сергіївна, porevanna-ee@lll.kpi.ua* Лабораторні: *к.т.н, доцент, Порєва Ганна Сергіївна, porevanna-ee@lll.kpi.ua*
Розміщення курсу	Google classroom, електронний кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського (https://login.kpi.ua)

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Аналогова та цифрова схемотехніка» (далі – «АЦС») є складовою частиною циклу професійної підготовки.

Дисципліна «АЦС» є важливою складовою у програмі підготовки бакалаврів і базовим для вивчення інших дисциплін.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- *аналізу аналогових та цифрових схем;*
- *розробки аналогових та цифрових схем функціональних вузлів та електронних пристроїв.*

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- *функціональних і технічних характеристик сучасної елементної бази;*
- *типових схем поширених функціональних модулів.*

уміння:

- *добору елементної бази відповідно до розв'язуваної задачі;*
- *математичного моделювання аналогових та цифрових схем;*
- *визначення часових, частотних характеристик схем для аналогових схем;*
- *визначення схемних функцій для аналогових схем;*
- *використання засобів автоматизованого проектування;*
- *діагностики електронних схем.*

досвід:

- *моделювання аналогових та цифрових схем та оцінки його результатів;*
- *проектування функціональних вузлів електроніки;*
- *застосування засобів автоматизованого проектування.*

*Дисципліна формує **загальні** та **фахові компетентності**:*

ЗК 7 - Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК 1 - Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проєктування медичних приладів та систем.

ФК 3 - Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу,моделювання, проєктування та оптимізації медичних приладів та систем.

ФК 4 - Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації).

ФК 6 - Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проєктування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг.

ФК 7 - Здатність планувати, проєктувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та систем для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах.

ФК 10 - Здатність застосовувати принципи побудови сучасних автоматизованих систем управління виробництвом медичних приладів, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення.

ФК 12 - Здатність проєктувати та організовувати виробничі процеси за участю біологічних об'єктів різних форм організації (біологічних агентів) для отримання продуктів біосинтезу чи біотрансформації оздоровчого, профілактичного або лікувального (біофармацевтичного) призначення або для розробки біомедичних технологій.

ФК 13 - Здатність до інтегрованого використання інженерних та біологічних методів для розробки, проєктування, реалізації регенеративних та біофармачевтичних технологій, а також інженерних основ трансляційної медицини.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

ПРН 2 - Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.

ПРН 4 - Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

ПРН 5 - Формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів.

ПРН 10 - Здійснювати інженерний супровід, сервісне та інше технічне обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, медичних діагностичних і терапевтичних комплексів та систем, а також оформляти типову документацію за видами робіт згідно з Технічним регламентом щодо медичних виробів, Технічним регламентом щодо медичних виробів для діагностики in vitro, Технічним регламентом щодо активних медичних виробів, які імплантують.

ПРН 11 - Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси.

ПРН 14 - Вміти аналізувати сигнали, які передаються від органів на прилади, та проводити обробку діагностичної інформації.

ПРН 18 - Вміти використовувати системи автоматизованого проєктування для розробки технологічної та апаратної схеми медичних приладів та систем

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення навчальної дисципліни «АЦС» ґрунтується на знаннях, навичках та досвіді, здобутих під час вивчення дисциплін «Електротехніка», у розділах, пов'язаних з аналізом і розрахунком принципових електронних схем, «Вища математика» у розділах, пов'язаних з диференціюванням, інтегруванням.

Здобуті знання, навички та досвід є основою для вивчення дисциплін «Автоматизація у біоінженерії», який покладається на здобуті знання щодо аналізу та проектування основних елементів аналогових та цифрових пристроїв, та «Біомедичні прилади, апарати і комплекси».

3. Зміст навчальної дисципліни

*Надається перелік розділів і тем всієї **дисципліни**.*

1. *Базові елементи аналогової схемотехніки. Підсилювачі електричних сигналів та зворотні зв'язки у підсилювачах*
   - 1.1. *Базові елементи аналогової схемотехніки. Пасивні двополюсні і багатополюсні компоненти.*
   - 1.2. *Підсилювачі електричних сигналів. Основні визначення. Класифікація, основні показники підсилювачів.*
   - 1.3. *Схеми забезпечення статичного режиму біполярного і польового транзистора.*
   - 1.4. *Базові підсилювальні каскади на біполярному й польовому транзисторі в області робочих частот.*
   - 1.5. *RC-підсилювач в області малих часів і верхніх частот, в області малих часів і верхніх та середніх частот.*
   - 1.6. *Загальні поняття і класифікація зворотних зв'язків. Вплив зворотного зв'язку на підсиленнях і його нестабільність. Вплив зворотного зв'язку на вхідний і вихідний опори підсилювача. Вплив зворотного зв'язку на нижню, верхню граничні частоти та смугу пропускання підсилювача. Стійкість підсилювачів зі зворотнім зв'язком.*
2. *Базові схеми на операційних підсилювачах*

2.1. *Загальна характеристика та класифікація операційних підсилювачів. Макромоделі операційних підсилювачів*

2.2. *Масштабні інвертуючий і неінвертуючий підсилювачі. Диференціальний підсилювач. Суматори. Інвертор імпедансу.*

2.3. *Диференціатори, інтегратори, фазообертачі.*

2.4. Активні частотні фільтри

3. *Генератори гармонічних коливань.*

3.1. *Умови генерації гармонічних коливань. RC-генератори на ОП.*

3.2. *LC-генератори з індуктивною трьохточкою та ємнісною трьохточкою.*

4. *Основи теорії цифрової та комп'ютерної схемотехніки.*

4.1. *Цифрові системи та сигнали, системи числення, логічні функції.*

4.2. Схемотехнічна реалізація логічних величин, електронні ключі.

4.3. Застосування основних законів булевої алгебри в логічному проектуванні, мінімізація булевих функцій

5. *Комбінаційні функціональні вузли.*

5.1. *Основи проектування комбінаційних схем, перетворювачі коду.*

5.2. Шифратори, дешифратори, мультиплексори та демультиплексори.

5.3. Комбінаційні суматори і віднімачі.

5.4. Комбінаційні перемножувачі та арифметично- логічні пристрої.

6. *Послідовнісні функціональні вузли.*

6.1. *Тригери: RS, D, JK, T типу.*

6.2. Регістри.

6.3. Лічильники імпульсів.

7. Цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі (ЦАП, ЦАП).

7.1. *Цифро-аналогові перетворювачі.*

7.2. Аналого-цифрові перетворювачі.

8. Пам'ять цифрових пристроїв

8.1. *Функції, основні параметри, вхідні та вихідні сигнали, організація доступу до пам'яті.*

8.2. Оперативна пам'ять, динамічна пам'ять.

8.3. Постійна пам'ять. Флеш-пам'ять.

9. *Сертифікація медичного обладнання*

9.1. Загальні вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик. Додатковий стандарт. Вимоги до медичного електричного обладнання та медичних електричних систем.

9.2. Електромагнітна сумісність (EMC)

4. Навчальні матеріали та ресурси

Інформаційні ресурси:

1. *Персональна web-сторінка Карплюка Є.С. https://ee.kpi.ua/~yk/*
2. *Електронний кампус КПІ*

Базова рекомендована література

1. *Медяний Л. П. Аналогова схемотехніка – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 177 с. (електронне видання, режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/21491/1/Medianyi.pdf)*
2. *Johan Huijsing. Operational Amplifiers: Theory and Design. - Springer Cham, 2017. ISBN: 978-3-319-28127-8*
3. *Цифрова схемотехніка [Електронний ресурс] : практикум з дисципліни для студентів спеціальностей 6.051402 - «Біомедична інженерія» та 6.051003 «Приладобудування» / В. І. Зубчук, Н. В. Захарчук ; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. - 194 с.*
4. *Цифрова схемотехніка : підручник / В.М. Карташов, Л.П. Тимошенко ; за редакцією В.М. Карташова ; Міністерство освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. - Харків : С.Ф. Коряк, 2018. - 270 с.*
5. *ДСТУ EN 60601-1:2019 Вироби медичні електричні. Частина 1. Загальні вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик (EN 60601-1:2006, IDT; IEC 60601-1:2005, IDT)*

Допоміжна рекомендована література

1. *Behzad Razavi. Fundamentals of Microelectronics, 3rd Edition. - Wiley, 2021. ISBN: 978-1-119-69514-1*
2. *Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник / В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйков та ін. — 2-ге вид., допов. і переробл. — К.: Вища шк., 2004. — 366 с.: іл.*
3. *Analog Circuit Design / Peter D. Hiscock - Second Edition 1 March, 2011, 1194 pp.*
4. *Horowitz, Paul, and Winfield Hill. The Art of Electronics. 3rd ed., Cambridge University Press, 2015.*
5. *Stan Amos and Mike James. Principles of Transistor Circuits Ninth Version. - Newnes, 2000. ISBN: 9780750644273*
6. *Anthony Peyton, V. Walsh. Analog Electronics with Op-amps: A Source Book of Practical Circuits 1st Edition. - Cambridge University Press, 1993. ISBN: 978-0521336048*
7. *Співак В.В., Багрій Жуйков В.Я., Бойко В.І., Гурій А.М., Зорі В.В. Схемотехніка електронних систем: том 2 Цифрова схемотехніка: підручник. – К.: Вища школа 2005 – 320 с.*
8. *Схемотехніка: пристрої цифрової електроніки : підручник для студ., які навчаються за спеціальністю "Електроніка" : у 2 т. В.М. Рябенький, В.Я. Жуйков, Ю.С. Ямненко, О.В. Борисов; М-во освіти і науки України, НТУУ "КПІ". - Київ : НТУУ "КПІ", 2015.*
9. *Цифрова схемотехніка електронних систем : підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів, які навчаються в галузі знань "Електроніка" / В.І. Бойко [та ін.]. - Київ : Освіта України, 2010. - 352 с.*

10. *Цифрова схемотехніка : навч. посіб. / В. М. Рябенький, В. Я. Жуйков, В. Д. Гулий. - Львів : Новий Світ-2000, 2009. - 736 с.*
11. *Бабіч Н.П., Жуков І.А., Основи цифрової схемотехніки, Київ, 2005. – 280 с.*
12. *Бойко В.А. и др. Курсовые и дипломные проекты. Требования к оформлению документации. – К.: Корнейчук, 2003. – 176 с.*
13. *Basic Electronics Tutorials and Revision [Електроний ресурс]. - Режим доступу: https://www.electronics-tutorials.ws/*
14. *Mano, M. M. (2002). Digital Design. Prentice Hall.*
15. *Harris, D., & Harris, S. (2015). Digital Design and Computer Architecture. Elsevier.*
16. *Floyd, T. L. (2009). Digital Fundamentals. Prentice Hall.*
17. *Lala, P. K. (2007). Principles of Modern Digital Design. Wiley.*
18. *Reid, K. J., & Dueck, R. K. (2008). Introduction to Digital Electronics. Thomson Delmar Learning.*
19. *Аналогова схемотехніка: Редактор схемотехнічних проектів Virtuoso [Електроний ресурс] : навч. посіб. для студ. за спеціальністю 153 "Мікро- та наносистемна техніка", освітньою програмою "Електронні мікро- і наносистеми та технології" / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Голубєва І.П., Казміренко В.А., Карплюк Є.С. Вунтесмері Ю.В. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.*
20. *Фесечко В.О., Зубчук В.І., Попов А.О. Методичні вказівки до курсового проектування по схемотехніці. – К.: КПІ 2009. – 130 с.*
21. *Зубчук В. И. И др. Справочник по цифровой схемотехнике / В.И. Зубчук, В.П. Сигорский, А. Н. Шкуро. - К.: Техника, 1990. - 448 с.*
22. *Основи цифрової схемотехніки : навчальний посібник / О.В. Барабанов, О.С. Баужа ; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка. - Київ : ВПЦ "Київський університет", 2016. - 103 с.*
23. *Конспект лекцій кредитного модуля «Цифрова схемотехніка» дисципліни «Електроніка» для напрямів підготовки 6.051402 «Біомедична інженерія», 6.051003 «Приладобудування» [Електронний ресурс] / Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» ; укладачі В. І. Зубчук, Н. В.Захарчук. - Київ : НТУУ «КПІ». 2016. - 195 с.*
24. *ДСТУ EN 60601-1-2:2015 Вироби медичні електричні. Частина 1-2. Загальні вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик. Додатковий стандарт. Електромагнітна сумісність. Вимоги та випробування (EN 60601-1-2:2007; AC:2010, IDT)*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційна частина навчальних занять присвячується викладенню методів аналізу та синтезу аналогових електронних схем у відповідності до функціональної класифікації по розділам курсу, а зокрема викладенню функціональних і технічних характеристик сучасної елементної бази, побудови та аналізу типових схем поширених функціональних модулів.

№ з/п	***Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)***
1.	*Тема 1.1. Вступ. Базові елементи аналогової схемотехніки. Пасивні двополюсні і багатополюсні компоненти.*

	Тема 1.2. Підсилювачі електричних сигналів. Основні визначення. Класифікація, основні показники підсилювачів. *Завдання на СРС: Матричний метод розрахунку схемних функцій.*
2.	*Тема 1.3. Схеми забезпечення статичного режиму біполярного і польового транзистора.* *Тема 1.4. Базові підсилювальні каскади на біполярному й польовому транзисторі в області робочих частот (Підсилювачі з спільним емітером (СЕ) / спільним витоком (СВ), з спільною базою (СБ) / з спільним затвором (СЗ), з спільним колектором (СК) / з спільним стоком (СС) в області робочих частот).* *Завдання на СРС: Розрахунок схемних функцій для підсилювальних каскадів із СЕ, СБ, СК.*
3.	*Тема 1.5. RC-підсилювач в області малих часів і верхніх частот, в області малих часів і верхніх та середніх частот.* *Література : основна 1-4; додаткова _.* *Завдання на СРС: Розрахунок схемних функцій для підсилювальних каскадів із СВ, СЗ, СС.*
4.	*Тема 1.6. Загальні поняття і класифікація зворотних зв'язків. Вплив зворотного зв'язку на підсиленнях і його нестабільність. Вплив зворотного зв'язку на вхідний і вихідний опори підсилювача. Вплив зворотного зв'язку на нижню, верхню граничні частоти та смугу пропускання підсилювача. Стійкість підсилювачів зі зворотнім зв'язком.* *Завдання на СРС: Отримання аналітичних виразів схемних функцій для каскаду, що охоплений зворотнім зв'язком.*
5.	*Тема 2.1. Загальна характеристика та класифікація операційних підсилювачів. Макромоделі операційних підсилювачів.* *Тема 2.3. Масштабні інвертуючий і неінвертуючий підсилювачі. Диференціальний підсилювач. Суматори. Інвертор імпедансу.* *Тема 2.4. Диференціатори, інтегратори, фазообертачі.* *Завдання на СРС: Параметри і номенклатура сучасних операційних підсилювачів.*
6.	*Тема 2.4. Активні частотні фільтри (Активні НЧ і ВЧ-фільтри першого і другого порядку. Активні смугоперепускаючий і смугозатримуючий фільтри другого порядку.)* *Завдання на СРС: Типи апроксимації АЧХ фільтра. Засоби автоматизованого синтезу та аналізу частотних фільтрів.*
7.	*Тема 3.1. Умови генерації гармонічних коливань. RC-генератори на ОП. (RC-генератори з фазообертачем. RC-генератори з мостом Віна. RC-генератор з подвійним Т-мостом)*

	Завдання на СРС: Розрахунок схем RC-генераторів гармонічних коливань.
8.	*Тема 3.2. Умови генерації гармонічних коливань у трьох точкових LC-генераторів. LC-генератори з індуктивною трьох точкою у схемах зі спільним емітером (СЕ) і спільною базою (СБ) (зі спільним витоком (СВ) і спільним затвором (СЗ). LC-генератори з ємнісною трьох точкою у схемах СЕ і СБ (СВ і СЗ).* *Завдання на СРС: Розрахунок схем LC-генераторів гармонічних коливань.*
9.	*Тема 4.1. Вступ. Цифрові системи та сигнали, системи числення, алгебра логіки.* *Завдання на СРС: Арифметичні операції, форми, діапазони і точність представлення чисел.*
10.	*Тема 4.2. Схемотехнічна реалізація логічних величин, електронні ключі.* *Тема 4.3. Застосування основних законів булевої алгебри в логічному проектуванні. Логічні елементи. Мінімізація булевих функцій.* *Завдання на СРС: функціонально-повні набори.*
11.	*Тема 5.1. Основи проектування комбінаційних схем, перетворювачі кодів. Синтез перетворювачів кодів. Двійково-десяткові перетворювачі. Шифратори. Дешифратори.* *Завдання на СРС: Спеціальні перетворювачі кодів*
12.	*Тема 6.1. Тригери, загальна характеристика. Асинхронні RS-тригери. Тема 4.1. Організація синхронізації амплітудою чи фронтом у тригерах. Синхронні RS, R, S, E типу.* *Тема 6.2. Універсальні JK-тригери. D-тригери. D-тригери з динамічним керуванням. T-тригери.* *Завдання на СРС: Історія створення бістабільних схем, різновиди синхронних тригерів. Будова тригерної комірки*
13.	*Тема 7.1. Загальна характеристика і параметри цифрових перетворювачів (ЦАП). Схеми ЦАП із зваженими резистор ними, з матрицею R-2R, з генераторами струму. Перемножуючі ЦАП.* *Тема 7.2. Основні характеристики і параметри аналого-цифрових перетворювачів (АЦП). АЦП послідовної лічби. АЦП порозрядного зрівноважування. АЦП паралельно-послідовної дії.* *Завдання на СРС: Місце і роль аналого-цифрових перетворень у системах обробки сигналів*
14.	*Тема 9.1. Загальні вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик. Додатковий стандарт. Вимоги до медичного електричного обладнання та медичних електричних систем.* *Тема 9.2. Електромагнітна сумісність (EMC)*

	Завдання на СРС: Система якості та структура стандартів та норм для медичного обладнання

Практичні заняття призначені для закріплення теоретичного матеріалу, що розглянуто на лекціях та в ході самостійної роботи. На практичних заняттях виконується поточне опитування студентів, а також дві контрольні роботи.

№ з/п	***Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)***
1.	Вступне заняття. Налаштування середовища для роботи в Cadence. Основні методи розрахунку аналогових схем.
2.	БТ. Три схеми включення. Побудова ВАХ транзистора. Аналіз транзисторних схем по постійному струму
3.	Аналіз транзисторних схем у смузі робочих частот
4.	Аналіз транзисторних схем на НЧ та ВЧ
5.	Аналіз впливу НЗЗ на характеристики транзисторних підсилювачів. Аналіз та проєктування схем на ОП (суматори та диференціальні підсилювачі)
6.	Аналіз схем на ОП у смузі робочих частот. Проєктування фазообертача.
7.	Аналіз фільтрів на ОП
8.	Проєктування фільтрів на ОП
9.	Аналіз та проєктування генераторів
10.	*Основи проєктування комбінаційних схем.*
11.	*Синтез перетворювачів кодів. Двійково-десяткові перетворювачі. Шифратори та дешифратори.*
12.	*Комбінаційні суматори. Багаторозрядні суматори. Суматори з паралельним переносом.*
13.	*Послідовнісні функціональні вузли. Синтез лічильників на основі універсальних JK-тригерів та D-тригерів.*

Лабораторні роботи призначені для здобуття практичних навичок роботи з реальними електронними аналоговими та цифровими схемами, використання вимірювальної апаратури для вивчення роботи макетів аналогових та цифрових схем, застосування комп'ютерних засобів моделювання дії аналогових компонентів і складених з них електронних схем.

№	***Назва лабораторної роботи***	***Кількість годин***

1.	*Підсилювачі на біполярних транзисторах*	*6*
2.	*Операційні ланки нульового порядку*	*4*
3.	*Дослідження комбінаційних функціональних вузлів*	*4*
4.	*Дослідження послідовнісних функціональних вузлів – лічильники*	*4*
Всього		*18*

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включає опрацювання тем, які в достатній мірі висвітлені в літературних джерелах та виконання індивідуальних завдань.

№ з/п	***Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання***	***Кількість годин СРС***
1.	Підсилювачі потужності	*8*
2.	*Схеми логарифмування і антилогарифмування. Формувачі модуля змінної напруги. Помножувачі і подільники напруги. Пристрої, що виконують математичні операції*	*10*
3.	*Характеристики і параметри цифрових мікросхем*	*8*
4.	*Високоточні багато розрядні аналого-цифрові перетворювачі. Сігма-дельта АЦП і їх застосування у вимірювальній техніці*	*10*
5.	*Пам'ять цифрових схем*	*12*

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- *Відвідування лекцій, практичних і лабораторних занять є обов'язковим. У разі дистанційної форми навчання за відвідування занять нараховуються бали, які враховуються у рейтингу студента.*
- *Звіти з виконання лабораторних робіт та індивідуальних завдань виконуються рукописним чином.*
- *За несвоєчасне виконання завдань нараховуються штрафні бали.*

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

1) *дві підсумкові тематичні роботи;*
2) *виконання всіх лабораторних робіт;*

Система рейтингових балів

1. Підсумкові тематичні роботи

Метою контрольних робіт є перевірка засвоєння основних теоретичних положень дисципліни, практичних навичок застосування теоретичних знань при розв'язанні практичних задач, перевірка засвоєння навчального матеріалу, який було винесено для самостійного вивчення.

Теми, що виносяться на контрольну роботу, потребують додаткового опрацювання протягом самостійної роботи. Метою контрольної роботи є перевірка якості виконання СРС та закріплення здобутих навичок

Складається з двох частин, присвячених наступним темам:

- *Розрахунок і синтез транзисторних підсилювальних каскадів. Зворотній зв'язок в транзисторних підсилювачах, розрахунок і синтез схем на операційних підсилювачах.*
- *Синтез комбінаційних схем (перетворювачів коду, мультиплексорів, шифраторів і дешифраторів).*

Підсумкова робота виконується кожним студентом самостійно за індивідуальним варіантом.

Кожна підсумкова тематична робота виконується в формі письмової відповіді на одне теоретичне питання та розв'язання задачі щодо аналізу запропонованої схеми. Максимальна оцінка за підсумкову тематичну роботу складає 20 балів (5 балів за правильну відповідь на теоретичне питання + 15 балів за правильне розв'язання задачі), що становить 20% від підсумкового рейтингу.

Критерії оцінювання:

- *максимальна оцінка за відповідь на теоретичне питання виставляється у разі повного та правильного розкриття суті питання, наведення повних та еквівалентних схем, аналітичних виразів для розрахунку із зазначенням шляху їх отримання;*
- *оцінка за відповідь на теоретичне питання знижується якщо є недоліки у відповіді;*
- *максимальна оцінка за розв'язання задачі виставляється у разі правильності аналітичних виразів шуканих схемних функцій в залежності від номіналів компонентів та параметрів макромоделей.*

2. Лабораторні роботи

В ході вивчення курсу «Аналогова та цифрова схемотехніка» студенти виконують 4 лабораторні роботи.

Кожна з лабораторних робіт за підсумками захисту оцінюється за системою з максимальним балом 5, що складає 5% від підсумкового рейтингу.

Критерії оцінювання:

- *максимальний бал виставляється за лабораторну роботу, виконану вчасно та відповідно до робочого завдання, якщо отримані правильні результати, охайно виконаний звіт, правильно сформульовані висновки до роботи, на захисті продемонстровано розуміння усіх результатів та етапів їх отримання, вільне володіння теоретичним підґрунтям роботи;*
- *лабораторна робота оцінюється у 3-4 бали, якщо наявні незначні недоліки при виконанні роботи, отриманих результатах, оформленні звіту, зроблених висновках та при захисті роботи;*
- *лабораторна робота оцінюється у 1-2 бали, якщо наявні суттєві недоліки при виконанні роботи, отриманих результатах, оформленні звіту, зроблених висновках та при захисті роботи;*

Порядок перерахунку рейтингу у підсумкову оцінку

Рейтинг є кількісною мірою знань та умінь студентів, отриманих протягом вивчення дисципліни. На основі набраного рейтингу RD виставляється підсумкова оцінка.

Рейтинг набирається за підсумками:

- *Виконання практичних завдань;*
- *Виконання та захист лабораторних робіт;*
- *Виконання підсумкових тематичних робот;*
- *Письмової залікової роботи.*

Протягом семестру виконується 4 лабораторні роботи, 2 підсумкові тематичні роботи.

Вид завдання	**Кількість завдань**	**Шкала оцінювання (найвища оцінка)**	**%**
Практичні завдання			**20**
блок АС	2	5	
блок ЦС	2	5	
Лабораторні роботи	4	10	**40**
Підсумкова тематична робота:	2	20	**40**
теоретичне питання	2	5	
практичне завдання	2	15	

Невчасний захист завдання штрафується зниження оцінки на 1 бал за тиждень запізнення. При наявності відповідних наказів по університету, штрафні санкції можуть не застосовуватися.

Формується підсумок семестрового рейтингу відповідно у відповідності до термінів проміжних атестацій. Таким чином, максимальний рейтинг за всіма видами робіт протягом семестру складає Rсем = (6×5 + 1x10) + 4×5 + 2x20 = 100 балів.

Критеріями допуску до семестрового контролю (заліку) є:

- *виконання всіх обов'язкових завдань курсу (виконання усіх лабораторних робіт, підсумкових тематичних робіт);*
- *семестровий рейтинг складає не менше 50%.*

У випадку недопуску до семестрового контролю, бали за всі завдання включно із додатковими враховуються таким чином, що семестровий рейтинг не може перевищувати 60%.

Залік проводиться за білетами з 2 теоретичних та 1 практичного завдання. Теоретичні завдання оцінюється за тридцятибальною шкалою, практичне завдання за сорокабальною. Таким чином, максимальний рейтинг за підсумками заліку становить Rзал = 2×30+40 = 100 балів.

Максимальний рейтинг за підсумками семестру та виконання залікової роботи становить RD = Rсем_норм×0.5 + Rзал×0.5 = 50 + 50 = 100 балів.

Оцінки визначаються відповідно до таблиці:

Значення рейтингу з кредитного модуля *RD*	Оцінка та її визначення
0,95R ≥ RD	Відмінно
0,85R ≥ RD > 0,95R	Дуже добре
0,75R ≥ RD > 0,85R	Добре
0,65R ≥ RD > 0,75R	Задовільно
0,6R ≥ RD > 0,65R	Достатньо (задовольняє мінімальні критерії)
RD < 0,6R	Незадовільно

Умови позитивної проміжної атестації

Календарна атестація студентів (на 8 та 14 тижнях семестрів) з дисциплін проводиться викладачами за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50 % від максимально можливого на час атестації, студент вважається задовільно атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «незадовільно».

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 ВІД 01.10.2020 Р. «Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті»

За кожен сертифікат з результуючими балами про успішне проходження дистанційних чи онлайн курсів рекомендованих за курсом до семестрового рейтингу враховуються додаткові бали пропорційно до вказаних у сертифікаті із розрахунку 10 балів, що відповідають максимальним балам сертифіката.
Максимальна кількість сертифікатів, за які враховуються додаткові бали, не може перевищувати двох.
Додаткові бали враховуються до семестрового рейтингу в повному обсязі за умови отримання сертифікатів у терміни вказані у завданні.

За активну участь у практичних заняттях студент/студентка можуть отримати додаткові бали.
Максимальна кількість додаткових балів не може перевищувати 15 балів за семестр.

Орієнтований список теоретичних питань, що виносяться на залік наведено у Додатку 1.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено *доцентом кафедри електронної інженерії, к.т.н., Карплюком Євгенієм Сергійовичем, доцентом кафедри електронної інженерії, к.т.н., Порєвою Ганною Сергіївною, доцентом кафедри електронної інженерії, к.т.н., Голубєвою Іриною Петрівною.*

Ухвалено

кафедрою електронної інженерії (протокол № 33 від 17.06.2026 р.)

Погоджено

Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06/2026 від 18.06.2026 р.)

Додаток 1.

Орієнтовний список питань до заліку з курсу

1. *Статичний режим RC-підсилювача у схемі СЕ (p-n-p та n-p-n транзисторів).*
2. *Статичний режим RC-підсилювача у схемі СБ.*
3. *Статичний режим RC-підсилювача у схемі СК.*
4. *Статичний режим RC-підсилювача у схемі СВ (з p та n-каналом).*
5. *Статичний режим RC-підсилювача у схемі СЗ.*
6. *Статичний режим RC-підсилювача у схемі СС.*
7. *Схема забезпечення статичного режиму в RC-підсилювачах на біполярних транзисторах.*
8. *Схема забезпечення статичного режиму в RC-підсилювачах на польових транзисторах.*
9. *RC-підсилювач у схемі СЕ для смуги середніх частот.*
10. *RC-підсилювач у схемі СБ для смуги середніх частот.*
11. *RC-підсилювач у схемі СК для смуги середніх частот.*
12. *RC-підсилювач у схемі СВ для смуги середніх частот.*
13. *RC-підсилювач у схемі СЗ для смуги середніх частот.*
14. *RC-підсилювач у схемі СС для смуги середніх частот.*
15. *Макромодель RC-підсилювача на середніх частотах. Порівняння функцій RC-підсилювача СЕ, СБ, СК на середніх частотах.*
16. *Макромодель RC-підсилювача на низьких частотах.*
17. *Макромодель RC-підсилювача на високих частотах.*
18. *Повна макромодель RC-підсилювача. Часові та частотні характеристики*
19. *Масштабні підсилювачі на ОП.*
20. *Диференціальний масштабний підсилювач на ОП.*
21. *Сумуючий підсилювач на ОП.*
22. *Інвертор імпедансу на ОП.*
23. *Перетворювач керованих джерел струму і напруги на ОП.*
24. *Диференційні підсилювачі на ОП.*
25. *Інтегруючі підсилювачі на ОП.*
26. *Фазообертаючі підсилювачі на ОП.*
27. *Загальна характеристика активних фільтрів.*
28. *Активні НЧ та ВЧ-фільтри першого порядку.*
29. *Активні НЧ та ВЧ-фільтри другого порядку.*
30. *Смугопропускаючі фільтри другого порядку.*
31. *Смугозатримуючі фільтри другого порядку.*
32. *У мови генерації гармонічних коливань.*
33. *RC-генератори із поротом фази у ланцюзі зворотнього зв'язку.*
34. *RC-генератори без пороту фази у ланцюзі зворотнього зв'язку (з мостом Віна, 2Т-мостом).*
35. *LC-генератори з трансформаторним зворотнім зв'язком.*
36. *Загальна характеристика трьохточкових схем LC-генератора.*
37. *LC-генератор з індуктивною трьохточкою в схемі СЕ.*
38. *LC-генератор з індуктивною трьохточкою в схемі СБ.*
39. *LC-генератор з індуктивною трьохточкою в схемі СВ.*
40. *LC-генератор з індуктивною трьохточкою в схемі СЗ.*
41. *LC-генератор з ємнісною трьохточкою в схемі СЕ.*
42. *LC-генератор з ємнісною трьохточкою в схемі СБ.*
43. *LC-генератор з ємнісною трьохточкою в схемі СВ.*
44. *LC-генератор з ємнісною трьохточкою в схемі СЗ.*
45. *LC-генератор на тунельному діоді.*

46. D-тригер типу «защіпка» (схема, карта Карно, характеристичне рівняння)
47. JK-тригер типу "защіпка" принцип роботи. Карта Карно та характеристичне рівняння
48. JK-тригер типу "MS", принцип роботи, карта Карно та характеристичне рівняння
49. RS-тригер типу «защіпка» (схема, карта Карно, характеристичне рівняння)
50. RS-тригер типу MS (схема, часові діаграми)
51. R-тригер на ЛЕ І-НІ (схема, карта Карно, характеристичне рівняння)
52. Алгебраїчний суматор
53. Асинхронний лічильник з послідовним переносом (схема, часові діаграми)
54. Асинхронний лічильник з наскрізним переносом (схема, часові діаграми)
55. Віднімач на ЛЕ АБО-НІ
56. Двійково-десятковий суматор
57. Діодно-транзисторні ЛЕ І-АБО-НІ, АБО-НІ
58. Е-тригер синхронний на ЛЕ І-НІ
59. Комбінаційний віднімач
60. Лінійний дешифратор
61. Лічильник Джонсона (схема, таблиця відповідності)
62. Лічильник з керованим Ксч (схема та принцип роботи)
63. Лічильники-дільники частоти, часові діаграмами
64. Матричний дешифратор
65. Мультиплексори
66. Однорозрядний цифровий компаратор на ЛЕ АБО-НІ
67. Паралельні регістри
68. Пірамідальний дешифратор
69. Повний суматор на ЛЕ АБО-НІ
70. Пріоритетний шифратор
71. Реверсивний асинхронний лічильник з міжрозрядними зв'язками на ЛЕ І-НІ
72. Реверсивний регістр зсуву
73. Регістри зсуву
74. Синхронний S-тригер на логічних елементах І-НІ
75. Синхронний D-тригер на ЛЕ АБО-НІ, карта Карно, характеристичне рівняння
76. Синхронний RS-тригер, керований рівнем на ЛЕ І-НІ
77. Синхронний RS-тригер, керований рівнем на ЛЕ АБО-НІ
78. Синхронний R-тригер керований рівнем на ЛЕ І-НІ
79. Синхронний лічильник
80. Суматор з прискореним переносом (формули, схема)
81. Схема, карта Карно та характеристичне рівняння S-тригера на ЛЕ І-НІ
82. Схема, карта Карно та характеристичне рівняння Е-тригера на ЛЕ АБО-НІ
83. Шифратор
84. Місце та роль аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів.
85. Передаточна характеристика і параметри ЦАП.
86. ЦАП на суматорі струмів зі зваженими резисторами.
87. ЦАП на матриці R-2R.
88. Послідовний ЦАП з ШІМ.
89. Призначення, характеристики АЦП.
90. АЦП паралельного зчитування.
91. АЦП послідовного відліку.
92. АЦП послідовного наближення.
93. АЦП слідкуючого типу.
94. Призначення, класифікація запам'ятовуючих пристроїв.