

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра _____ **мікро- та наноелектроніки** _____
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АНАЛОГОВА СХЕМОТЕХНІКА

(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: _____ **Якість, стандартизація та сертифікація** _____
(назва освітньої програми)

Спеціальність: _____ **152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка** _____
(найменування спеціальності)

Галузь знань: _____ **15 Автоматизація та приладобудування** _____
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: _____ **бакалавр** _____
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри
_____ **мікро- та наноелектроніки** _____
(найменування кафедри)

Протокол № 1 від 28 серпня 2020 р.

м. Запоріжжя 2020

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	ППН 08 Аналогова схемотехніка Навчальна дисципліна обов'язкового компонента циклу професійної підготовки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Викладач	Нагорна Ніна Миколаївна, старший викладач
Контактна інформація викладача	764-67-33, телефон викладача 0672043797, E-mail викладача nagornnn@i.ua
Час і місце проведення навчальної дисципліни	У навчальній лабораторії кафедри 115 – Лабораторія цифрової схемотехніки та мікропроцесорної техніки або за розкладом занять.
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 135 годин. Кредитів – 4,5 кредитів ЄКТС. Розподіл годин: 26 годин лекцій; 12 годин практичних занять; 12 годин лабораторних занять; 85 годин самостійної роботи. Вид контролю – іспит.
Консультації	Згідно з графіком консультацій, який складається кафедрою на початку семестру. https://zp.edu.ua/kafedra-mikro-ta-nanoelektroniki
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
<p>Пререквізити:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Теорія електричних і електронних кіл; ➤ Пристрої інформаційно-вимірювальної техніки; ➤ Комп'ютерне моделювання; ➤ Системи автоматичного керування; ➤ Твердотіла електроніка. <p>Постреквізити:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Цифрова схемотехніка; ➤ Пристрої живлення вимірювальної техніки; ➤ Оцінка відповідності засобів вимірювальної техніки регламентам і стандартам. 	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
<p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати загальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; ➤ здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел; ➤ здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт; <p>фахові компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи; ➤ здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки; ➤ здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань. ➤ здатність виконувати технічні операції при випробуванні, повірці, калібруванні та інших операціях метрологічної діяльності; ➤ здатність до здійснення налагодження і дослідної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах. 	

Очікувані програмні результати навчання:

- вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки;
- вміти організовувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування.
- розуміти застосовуванні методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання.
- вміти організувати процедуру вимірювання, калібрування, випробувань при роботі в групі або окремо.

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є ознайомлення студентів з роботою аналогових пристроїв, їх властивостями, розвиток у них навичок побудови, досліджень, розрахунків аналогових схем, що складає основу майбутньої спеціальності. Вивчення дисципліни надає базу для розуміння принципів побудови блоків ЕОМ та інших технічних засобів автоматизації і керування, а також знайомить з можливостями пристосування аналогових пристроїв в мікроелектронній апаратурі.

5. Завдання вивчення дисципліни

Завданнями вивчення дисципліни є:

- ❖ **пізнавальні** – наочне представлення студентами принципів роботи окремих електронних пристроїв; засвоєння знань щодо особливостей лінійних і нелінійних пристроїв та принципів їх дії.
- ❖ **практичні** – набуття досвіду використання сучасних аналогових пристроїв і приладів та оволодіння умінням проектування аналогових функціональних вузлів різного функціонального призначення, а також набуття практичних навичок розрахунку параметрів та характеристик аналогових схем в статичних та динамічних режимах роботи.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 Операційні підсилювачі

Вступ. Мета і задачі дисципліни. Аналогові схеми, їх особливості. Особливості проектування АІС. Основні і спеціальні аналогові функції, сигнали.

Тема 1. Схеми ввімкнення та параметри операційних підсилювачів

Операційні підсилювачі (ОП): основні терміни, поняття, характеристики. Основні схеми ввімкнення ОП. Види зворотних зв'язків в підсилювачах. Параметри ОП: точності, динамічні, режимів підсилення сигналів змінного струму, експлуатаційні. Шуми ОП. Шумові параметри.

Тема 2. Схемотехніка ОП та їх частотні характеристики

Внутрішня схематехніка ОП. Каскади ОП. Диференційний підсилювач. Частотні властивості диференційних каскадів. Каскодна схема. Схема і принцип роботи ОП 140УД7. Частотні характеристики ОП. Корекція частотної характеристики. Підсилювачі напруги. Підсилювачі потужності. Схеми двотактових вихідних каскадів ОП класів В і АВ.

Тема 3. Покращання параметрів ОП і схеми однополярного живлення ОП

Схеми захисту ОП. Схеми покращання параметрів підсилювачів. Однополярне живлення ОП. Схеми підключення джерела зміщення до ОП. Схеми формування потенціалу штучної нульової точки. Схеми розширення динамічного діапазону ОП.

Змістовий модуль2
Спеціалізовані підсилювачі та функціональні аналогові пристрої

Тема 4. Спеціалізовані підсилювачі на базі інтегральних ОП

Ширококутні підсилювачі. Ширококутні підсилювачі зі зворотним зв'язком за струмом. Порівняльний аналіз властивостей ОП зі зворотним зв'язком за напругою та ОП зі зворотним зв'язком за струмом. ВЧ-підсилювачі. Підсилювачі диференціальних ліній. Ізольовані підсилювачі. Підсилювачі класу D (ШІМ-підсилювачі). Схемотехніка вихідних каскадів ОП класу D. Вимірювальні підсилювачі. Вимірювальні підсилювачі на одному, двох, трьох ОП. Використання вимірювальних підсилювачів в схемах.

Тема 5. Функціональні пристрої на ОП

Схеми масштабування, підсумовування, інтегрування, диференціювання, логарифмування, експоненціювання, випрямлячі на ОП, обмежувачі рівня. Лінійне перетворення сигналів на ОП. Схема джерела напруги, що керується струмом. Схеми джерел струму. Інвертори опору на ОП, гіратори на ОП. Активні електричні фільтри на ОП. Класифікація фільтрів. Реалізація фільтрів на ОП. Генератори сигналів на ОП. Релаксаційні генератори. Аналогові помножувачі.

Тема 6. Аналогові компаратори і комутатори

Компаратори. Параметри компараторів. Компаратори на ОП. Інтегральні компаратори. Аналогові мультиплектори. Матричні комутатори. Пристрої вибірки-зберігання.

Тема 7. Лінійні стабілізатори напруги і ДОН

Інтегральний стабілізатор напруги. Стабілізатор різнополярних напруг. LDO-стабілізатор. Джерела опорної напруги (ДОН). Схеми ДОН різних типів.

Тема 8. Аналогові та цифроаналогові ІС на реконфігурованих структурах

Програмовані аналогові інтегровані схеми. Схеми на конденсаторах, що перемикаються.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Вступ. Основні і спеціальні аналогові функції, еталони, сигнали.	Лекція	2
1	Основні показники підсилювачів.	Практичне заняття	2
2	Тема 1. Схеми ввімкнення та параметри операційних підсилювачів.	Лекція	2
2	Підсилювач на біполярному транзисторі з двополярним живленням.	Лабораторне заняття	2
3	Тема 1. Схеми ввімкнення та параметри операційних підсилювачів (продовження теми).	Лекція	2
3	Зворотний зв'язок у підсилювачах.	Практичне заняття	2
4	Тема 2. Схемотехніка ОП та їх частотні характеристики.	Лекція	2
4	Диференційний каскад.	Лабораторне заняття	2
5	Тема 2. Схемотехніка ОП та їх частотні характеристики (продовження теми).	Лекція	2
5	Частотні характеристики підсилювальних пристроїв.	Практичне заняття	2
6	Тема 3. Покращання параметрів ОП і схеми однополярного живлення ОП	Лекція	2
6	Двокаскадний підсилювач.	Лабораторне заняття	2

7	Тема 3. Покращання параметрів ОП і схеми однополярного живлення ОП (продовження теми).	Лекція	2
7	Частотні характеристики підсилювальних пристроїв.	Практичне заняття	2
8	Тема 4. Спеціалізовані підсилювачі на базі інтегральних ОП	Лекція	2
8	Двокаскадний підсилювач.	Лабораторне заняття	2
9	Тема 4. Спеціалізовані підсилювачі на базі інтегральних ОП (продовження теми).	Лекція	2
9	Розрахунок параметрів функціональних пристроїв на ОП.	Практичне заняття	2
10	Тема 4. Спеціалізовані підсилювачі на базі інтегральних ОП (продовження теми).	Лекція	2
10	Операційний підсилювач.	Лабораторне заняття	2
11	Аналогові компаратори.	Лекція	2
11	Стійкість підсилювачів.	Практичне заняття	2
12	Тема 5. Функціональні пристрої на ОП	Лекція	2
12	Операційний підсилювач.	Лабораторне заняття	2
13	Тема 6. Аналогові компаратори і комутатори.	Лекція	2
13	Стійкість підсилювачів.	Практичне заняття	2
14	Тема 7. Лінійні стабілізатори напруги і ДОН.	Лекція	2
14	Функціональні пристрої на ОП.	Лабораторне заняття	2

8. Самостійна робота

№ тижня	Назва тем	Види СР	Кількість годин	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1				
1	”Схеми ввімкнення та параметри операційних підсилювачів”.	Проробка літературних джерел, вивчення лекційного матеріалу, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт, доопрацювання завдань практичних занять.	6	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт, перевірка виконаних завдань практичних робіт.
2	”Схеми ввімкнення та параметри операційних підсилювачів”.	Самостійна робота № 1 ”Розрахунок підсилювальних каскадів на ОП”.	8	Перевірка виконаної роботи викладачем.
3	”Схеми ввімкнення та параметри операційних підсилювачів”.	Самостійна робота № 2 ”Розрахунок кола компенсації похибки вихідної напруги. підсилювача на ОП”	8	Перевірка виконаної роботи викладачем.
4	”Схемотехніка ОП та їх частотні характеристики”.	Проробка літературних джерел, вивчення лекційного матеріалу, підготовка до виконання	6	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт, перевірка виконаних

		та захисту лабораторних робіт, доопрацювання завдань практичних занять.		завдань практичних робіт.
5,6	”Покращання параметрів ОП і схеми однополярного живлення ОП”.	Проробка літературних джерел, вивчення лекційного матеріалу, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт, доопрацювання завдань практичних занять.	8	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт, перевірка виконаних завдань практичних робіт.
7	”Схеми ввімкнення та параметри операційних підсилювачів”, ”Схемотехніка ОП та їх частотні характеристики”, ”Покращання параметрів ОП і схеми однополярного живлення ОП”.	Підготовка до написання кваліфікаційного завдання.	6	Перевірка виконаної роботи викладачем.
Змістовий модуль 2				
8	”Схемотехніка ОП та їх частотні характеристики”.	Самостійна робота № 3 ”Розрахунок безтрансформаторного двотактового підсилювача потужності”.	8	Перевірка виконаної роботи викладачем.
9	”Схемотехніка ОП та їх частотні характеристики”.	Самостійна робота № 4 ”Автоматизоване дослідження динамічних властивостей підсилювачів”.	8	Перевірка виконаної роботи викладачем.
10,11	”Спеціалізовані підсилювачі на базі інтегральних ОП”.	Проробка літературних джерел, вивчення лекційного матеріалу, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт, доопрацювання завдань практичних занять.	5	Усне опитування на лекціях.
12	”Функціональні пристрої на ОП”.	Проробка літературних джерел, вивчення лекційного матеріалу, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт, доопрацювання завдань практичних занять.	5	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт, перевірка виконаних завдань практичних робіт.

13	"Аналогові компаратори і комутатори", "Лінійні стабілізатори напруги і ДОН".	Проробка літературних джерел, вивчення лекційного матеріалу.	6	Усне опитування на лекціях.
13	Аналогові та цифроаналогові ІС на реконфігурованих структурах.	Самостійне вивчення теми на основі опрацювання літературних джерел і матеріалів, наданих викладачем.	5	Усне опитування на лекціях.
14	"Схемотехніка ОП та їх частотні характеристики", "Спеціалізовані підсилювачі на базі інтегральних ОП", "Функціональні пристрої на ОП", "Аналогові компаратори і комутатори", "Лінійні стабілізатори напруги і ДОН", "Аналогові та цифроаналогові ІС на реконфігурованих структурах".	Підготовка до написання кваліфікаційного завдання та іспиту.	6	Перевірка виконаної роботи викладачем, іспит.

Консультативна допомога студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій (не менш ніж 2 години на тиждень або за попередньою домовленістю);
- використання системи дистанційного навчання Moodle:
<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1629>;
- листування за допомогою електронної пошти nagornn@i.ua (у форматі 24/7 кожного дня);
- відеозустріч в системі Zoom Meeting, аудіоспілкування або повідомлення у сервісах Viber та WhatsApp (за графіком консультацій викладача); спілкування по телефону (за графіком консультацій викладача).

9. Система та критерії оцінювання курсу

Оцінка знань студентів здійснюється за кредитно-модульною системою. Навчальний семестр складається з двох змістових модулів.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовий модуль оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка визначається як середня двох контролів за перший та другий змістові модулі. Студент має право додатково скласти іспит за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістових модулів та іспиту.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна в цілому оцінюється за 100-бальною шкалою.

Оцінка за 100-бальною шкалою переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-

трансфертної системи (ЄКТС – А, В, С, D, E, FX, F).

Шкала оцінювання при виді контролю: іспит

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
85-89	B	Добре
75-84	C	
70-74	D	
60-69	E	Задовільно
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Оцінка «відмінно» виставляється студентові за повне та відмінне виконання завдання без помилок, або з незначними помилками. Оцінка «добре» - за правильне виконання завдання, але з деякими помилками. Оцінка «задовільно» виставляється за виконання завдання в достатньому обсязі зі значною кількістю недоліків або в мінімальному обсязі. Оцінка «незадовільно» виставляється студентові, який не виконав завдання, або обсяг виконання завдання недостатній та містить грубі помилки, а також у випадку, коли у студента відсутні знання базових положень навчальної дисципліни або їх недостатньо для продовження навчання чи початку професійної діяльності.

Критерії оцінювання курсу

Оцінювання навчальних успіхів студентів реалізується шляхом проведення поточного та підсумкового контролю успішності.

Для студентів денної форми навчання:

1. Курсом передбачені *практичні заняття і лабораторні роботи*.

1.1. Враховуючи активність студента на практичних заняттях та результати аудиторних контрольних робіт студент може отримати в кожному модулі максимально 14 балів.

1.2. Якщо всі лабораторні роботи здані на оцінку „відмінно“, робіт студент може отримати в кожному модулі максимально 18 балів.

2. За два індивідуальні завдання студент може отримати в кожному модулі максимально 16 балів за умови демонстрації високого рівня знань і вміння їх застосовувати для проектування та аналізу схем аналогової схемотехніки.

3. По закінченню першого і другого півсеместрів проводяться рубіжні контролю у вигляді аудиторної контрольної роботи. Максимальна рейтингова оцінка цих видів контролю – 52 балів.

4. За підсумками першого та другого рубіжного модульного контролю формується підсумкова оцінка знань, яка оголошується студенту до початку екзаменаційної сесії. Під час екзаменаційної сесії студенти, які незгодні з оцінкою за підсумками рубіжного контролю або отримали незадовільну оцінку, здають іспит.

Для студентів заочної форми навчання передбачається захист контрольної роботи, розв'язування задач, лабораторні роботи, усний або письмовий іспит.

10. Політика курсу

Політика щодо академічної доброчесності

Складати всі проміжні та фінальні завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб. Надавати для оцінювання лише результати власної роботи.

Не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити ваші результати чи

погіршити/покращити результати інших студентів.

Не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів

Політика щодо відвідування аудиторних занять (особиста присутність студента)

Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал, виконуються лабораторні роботи на стендах та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні сформувати загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1629>) з подальшим захистом. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняні, стажування, мобільність, індивідуальний графік, інше) аудиторні види занять та завдань також можуть бути трансформовані в систему дистанційного навчання (сервіс Moodle).

Політика щодо дедлайнів

Студент зобов'язаний дотримуватись крайніх термінів (дата для аудиторних видів робіт або час в системі дистанційного навчання), до яких має бути виконано певне завдання. За наявності поважних причин (відповідно до інформації, яку надано деканатом) студент має право на складання індивідуального графіка вивчення окремих тем дисципліни.

Політика щодо оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються.

Політика щодо дотримання прав та обов'язків студентів

Права і обов'язки студентів відображено у п.7.5 Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка» (https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_organizatsiyu_osvitnoho_protseesu.pdf).

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних

Обмін персональними даними між викладачем і студентом в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>). Стаття 10, п.3.