

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Кафедра**

мікро- та наноелектроніки  
(найменування кафедри)

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПРИСТРОЇ ЖИВЛЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма:

Якість, стандартизація та сертифікація  
(назва освітньої програми)

Спеціальність:

152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна 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 17.08.2021 р.

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	<b>Пристрої живлення вимірювальної техніки</b> Навчальна дисципліна вибіркової компоненти
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший (бакалаврський) рівень
<b>Викладач</b>	Василенко О. В., к.т.н., доцент, доцент Мікро- і наноелектроніки
<b>Контактна інформація викладача</b>	Робочий телефон: +380617698367, телефон викладача: 0952394162, e-mail: <a href="mailto:traven03@yahoo.com">traven03@yahoo.com</a>
<b>Час і місце проведення навчальної дисципліни</b>	Згідно до розкладу занять.
<b>Обсяг дисципліни</b>	<b>Кількість годин</b> – загальний обсяг 150 годин <b>кредитів</b> – 5 кредитів ЄКТС <b>розподіл годин:</b> 30 годин лекційних, 14 годин лабораторних, 14 годин практичних, 92 години самостійна робота, <b>вид контролю</b> – залік
<b>Консультації</b>	Згідно з графіком консультацій.
<b>2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни</b>	
<b>Пререквізити</b>	<b>Дисципліни:</b> «Українська мова», «Елементи та компоненти електронних систем»
<b>Постреквізити</b>	<b>Дисципліни:</b> «Проектування вимірювальних систем»
<b>3. Характеристика навчальної дисципліни</b>	
<p>Пристрої живлення вимірювальної техніки (ПЖВТ) – це курс теоретично-практичного спрямування, що поєднує в собі теорію енергетичної електроніки, перетворювальної техніки та систем та теорію автоматичного керування із їх практичним застосуванням при розробці блоків живлення для інформаційно-вимірювальних систем.</p> <p>Вивчення навчальної дисциплін «Пристрої живлення вимірювальної техніки» дозволить студентові приймати обґрунтовані техніко-економічні рішення при оптимальному проектуванні та вдосконаленні інформаційно-вимірювальних систем (ІВС).</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати <b>загальні компетентності:</b></p> <p>K01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях. K02. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. K03. Здатність спілкуватися іноземною мовою. K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p><b>фахові компетентності:</b></p> <p>K14. Здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи. K15. Здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки. K16. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань.</p> <p><b>Очікувані програмні результати навчання:</b></p> <p>ПР01. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки. ПР09. Розуміти застосування методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання. ПР15. Знати та розуміти предметну область, її історію та місце в сталому розвитку</p>	

техніки і технологій, у загальній системі знань про природу і суспільство.

#### 4. Мета вивчення навчальної дисципліни

підготовка спеціалістів, що зрозуміли і засвоїли основні поняття в галузі енергетичної електроніки: прилади, пристрої та блоки живлення вимірювальних систем, в тому числі, інформаційно-вимірювальних систем.

#### 5. Завдання вивчення дисципліни

**Пізнавальні** – є освоєння принципів оптимального проектування блоків живлення для систем вимірювальної техніки.

**Практичні** – сформувані практичні навички використання програм для автоматизованого аналізу при проектуванні блоків живлення ІВС.

#### 6. Зміст навчальної дисципліни

##### **Модуль 1. Змістовий модуль 1.**

##### **Вступ.**

Цілі та задачі дисципліни. Вимоги до студентів. Література. Основні визначення.

Мета і задачі дисципліни. Необхідність застосування в електроенергетиці пристроїв енергетичної електроніки.

Класифікація, призначення та особливості блоків живлення для вимірювальних систем.

Основні види перетворення електричної енергії (AC/AC, DC/DC, AC/DC, DC/AC).

Перетворювачі ведені мережею та автономні. Інформаційна та енергетична електроніка.

##### **Тема 1. Елементна база пристроїв живлення.**

Поняття ідеального ключ. Тенденції розвитку елементної бази електроніки. Вплив нової елементної бази на підходи до проектування пристроїв живлення. Енергозберігаючі технології.

Класифікація силових напівпровідникових приладів. Нові гібридні прилади (IGBT, GAT тощо). Використання силових модулів в пристроях живлення.

##### **Тема 2. Системи генерації електроенергії.**

Шлях передачі електроенергії від електростанції до споживача. Історія розвитку: від теплових електростанцій до атомних. Системи «зеленої енергетики»: сонячні та вітрові системи генерації електроенергії. Структури систем генерації. Джерела «вторинного електроживлення».

DC, AC струм. Пульсуючий струм. Однофазний струм, трифазний струм.

Лінії електропередачі. Класи та характеристики змінної напруги за міжнародним європейським стандартом. Основні параметри струму та напруги. Зв'язок параметрів напруги змінного струму.

##### **Тема 3. Безперевні блоки живлення.**

Структура джерела електроживлення. Ведені мережею перетворювачі.

Трансформатори. Принцип дії, класифікація.

Загальні відомості та класифікація випрямлячів. Експлуатаційні параметри і характеристики випрямлячів. Керовані та некеровані випрямлячі.

Робота однофазного випрямляча на активне навантаження. Робота трифазного мостового випрямляча на активне навантаження.

Основні поняття про фільтри. Інтегруючі та диференціюючі ланцюги. Деякі особливості в конструкціях та роботі фільтрів.

##### **Модуль 2. Змістовий модуль 2.**

##### **Тема 4. Імпульсні джерела живлення.**

Структура імпульсних джерел живлення. Структура зарядних пристроїв.

Імпульсні трансформатори.

Класифікація імпульсних перетворювачів постійної напруги (ІППН, DC/DC Converters).

Перетворювачі знижувального типу (Buck Converter), характеристики, область застосування.

Перетворювачі підвищувального типу (Boost Converters), характеристики, область застосування. Блоки живлення на основі Flyback, використання Flyback Converters в DC/DC та AC/DC перетворювачах. Інвертори. Перетворювачі частоти.

**Тема 5. Джерела живлення як системи автоматичного регулювання.**

Структура та принцип дії джерел живлення в термінах САК.

Принципи регуляції в блоках живлення.

Широтно-імпульсна модуляція (ШІМ/PWM) – для регуляції вихідної напруги. Принципи дії. Режими контролю струму та напруги.

**Тема 6. Джерела безперебійного електроживлення.**

Джерела вторинного електроживлення / Switched-mode Power Supply: структури, області використання. Схема простого блоку живлення на двоканальному ШІМ-контролері.

Джерела безперебійного живлення (ДБЖ/ UPS): критерії якості, основні структурні схеми, область використання, перспективи розвитку. Структурна схема ДБЖ із подвійним перетворенням енергії. Блок живлення без корекції коефіцієнта потужності.

Розвиток та перспективи пристроїв живлення. Питання на залік.

**7. План вивчення навчальної дисципліни**

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
15	Змістовний модуль 2	тестування	1
1	Вступ.	лекція	2
1	Основні види перетворення електричної енергії (AC/AC, DC/DC, AC/DC, DC/AC).	Практичне заняття	2
2	Класифікація, структури блоків живлення.	лекція	2
2	Дослідження однонапівперіодного випрямляча.	Лабораторна робота	2
3	Елементна база пристроїв живлення ІВТ.	лекція	2
3	Характеристики реальних та ідеальних ключів.	Практичне заняття	2
4	Системи генерації електроенергії	лекція	2
4	Дослідження однофазного випрямляча з фільтром	Лабораторна робота	2
5	Згладжуючі фільтри.	лекція	2
5	Розрахунок параметрів згладжувальних фільтрів.	Практичне заняття	2
6	Керовані випрямлячі.	лекція	2
6	Дослідження роботи трифазного випрямляча з фільтром	Лабораторна робота	2
7	Зарядні пристрої.	лекція	2
7	Розрахунок трансформаторів.	Практичне заняття	2
7	Змістовний модуль 1	тестування	1
8	Безперевні блоки живлення.	лекція	2
8	Дослідження ШПІН в ECAD	Лабораторна робота	2
9	Імпульсні джерела живлення.	лекція	2
9	Розрахунок параметрів ШПІН.	Практичне заняття	2
10	Джерела електроживлення	лекція	2
10	Широтно-імпульсна регуляція в електронних пристроях	Лабораторна робота	2
11	Джерела вторинного електроживлення ІВТ	лекція	2
11	Аналіз структур джерел живлення ІВТ.	Практичне заняття	2

12	Джерела живлення як системи автоматичного регулювання.	лекція	2
12	Дослідження автономного інвертору струму.	Лабораторна робота	2
13	Джерела безперебійного електроживлення (ДБЖ).	лекція	2
13	Структурні схеми ДБЖ із подвійним перетворенням енергії.	Практичне заняття	2
14	Розвиток пристроїв живлення.	лекція	2
14	Дослідження Н-мосту на IGBT/MOSFET	Лабораторна робота	2
15	Змістовний модуль 2	тестування	1

### 8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1,2	Вступ. Класифікація, структури блоків живлення. Дослідження однонапівперіодного випрямляча	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	10	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
3,4	Елементна база пристроїв живлення. Дослідження однофазного випрямляча з фільтром	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	10	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
5,6	Системи генерації електроенергії. Дослідження однофазного випрямляча з фільтром	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	10	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
7	Змістовий модуль 1.	Підготовка до тестування	11	Тестування для самоконтролю в системі дистанційного навчання/АКР.
7,8	Безперевні блоки живлення. Керування приладами в блоках живлення.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	10	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
9,10	Імпульсні джерела живлення. Керування приладами в блоках живлення	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	10	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
11,12	Джерела живлення як системи автоматичного регулювання. Дослідження однофазних інверторів	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	10	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
13,14	Джерела безперебійного живлення. Дослідження імпульсних перетворювачів постійної напруги	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	10	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
15	Змістовий модуль 2.	Підготовка до тестування	11	Тестування для самоконтролю в системі дистанційного навчання/АКР.

**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=3627>;
- листування за допомогою електронної пошти [traven03@yahoo.com](mailto:traven03@yahoo.com) (у форматі 24/7 кожного дня);
- відеозустріч в системі Zoom Meeting, аудіоспілкування або повідомлення у сервісах Viber та Telegram (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 змістовних модулів.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка визначається як середня двох контролів за перший та другий змістовні модулі. Студент має право додатково скласти залік за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому трьох змістовних модулів та заліку.

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:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Для екзамену, курсової роботи/проєкту, практики	Для заліку
90-100	A	відмінно	Зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Оцінки «зараховано» заслуговує студент, який виявив повне (певне) знання навчального матеріалу, успішно (частково) виконав передбачені програмою завдання, засвоїв рекомендовану основну літературу. Оцінка «зараховано» виставляється студентам, які засвідчили системні (не системні) знання понять та принципів навчальної дисципліни і здатні до їх самостійного поповнення та оновлення (використання) під час подальшої навчальної роботи і професійної діяльності. Одночасно вони допустили певні неточності, пропуски, помилки, які зумовили некоректність окремих результатів та висновків.

Оцінка «не зараховано» виставляється студентів, який виявив значні прогалини в знаннях основного навчального матеріалу, допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань, незнайомий з основною літературою, а також студентам, у яких відсутні знання базових положень навчальної дисципліни або їх недостатньо для продовження навчання чи початку професійної діяльності.

### Критерії оцінювання курсу.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100-бальною шкалою.

Під час контролю по першому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі оцінюється до 10 балів (3 лабораторні роботи по 10 балів = 30 балів);
- робота на практичних заняттях оцінюється до 10 балів (4 практичних заняття по 10 балів = 40 балів);
- рубіжний контроль тестування/АКР – до 30 балів.

Під час контролю по другому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі оцінюється до 10 балів (4 лабораторні роботи по 10 балів = 40 балів);
- робота на практичних заняттях оцінюється до 10 балів (3 практичних заняття по 10 балів = 30 балів);
- рубіжний контроль тестування/АКР – до 30 балів.

Підсумковий контроль визначається як середня двох контролів за змістовні модулі.

Якщо студент додатково складає залік, то оцінювання враховує наступні критерії:

1. студент отримує два теоретичне питання, які потребують змістовної відповіді, кожне з них оцінюється від 0 до 30 балів;

- 30-25 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітко визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.
- 24-20 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття або поверхово проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.
- 19-10 балів отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.
- 9-0 балів отримують студенти, які частково і поверхово визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

2. Студент також отримує задачу, яка має продемонструвати його навички в практиці дослідження пристроїв живлення ВС, яке оцінюється в 40 балів максимум.

- 40-35 балів отримують студенти, які правильно реалізували проєкт і він показав правильну роботу при натурному, або модельному експерименті;
- 34-30 балів отримують студенти, які реалізували проєкт із незначними помилками;
- 29-20 балів отримують студенти, які зробили помилки під час проєктування;
- 19-0 балів отримують студенти, які зробили суттєві помилки під час проєктування.

В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістовних модулів та заліку.

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

Під час підсумкового контролю (заліку) враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті двох лабораторних робіт студента оцінюється до 40 балів всього;
- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті індивідуальної роботи студента оцінюється до 40 балів;
- тестування в системі Moodle (до 10 балів кожне).

## 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 та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні сформувані загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (сервіс Moodle) 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.

**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 графіку 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/normativna-baza-navchalnogo-procesu>).

**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.