

**Силабус
освітнього компоненту ОК 25**

Силова електроніка

Назва дисципліни:	Силова електроніка
Рівень вищої освіти:	Перший (бакалаврський)
Галузь знань:	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність:	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна (Освітньо-наукова) програма:	Електромобілі та автомобільна електроніка
Сторінка курсу в Moodle:	https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=3551
Рік навчання:	4 (3т)
Семестр:	8 (6т)
Обсяг освітнього компоненту	3 кредитів (90 годин)
Форма підсумкового контролю	Екзамен
Консультації:	за графіком
Назва кафедри:	кафедра автомобільної електроніки
Мова викладання:	українська
Керівник курсу:	Двадненко Володимир Якович
Контактний телефон:	(057) 700-38-52
E-mail:	dvadnenkovladimir@gmail.com

Короткий зміст освітнього компоненту:

Метою є формування сукупності знань, вмінь та уявлень про силову електроніку та її структурні складові, їх принцип дії та особливості застосування у складі перетворювальної техніки, силових установок електромобілів та зарядних станцій та інших систем автомобільного транспорту. Отримання навичок з розрахунку, вибору та визначення основних характеристик елементів силової електроніки із використанням сучасної елементної бази.

Предмет: принципи роботи, основи теорії, характеристики та параметри силової електроніки, принципи аналізу електронних силових схем, методи проєктування силової електроніки.

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- засвоєння фізичних основ роботи та основних понять силової електроніки;
- вивчення особливостей функціонування та принципів побудови сучасної силової електроніки;
- придбання теоретичних та практичних навичок проведення експериментального дослідження та програмування на рівні вмінь та знань, достатніх для практичної діяльності з силової електроніки;
- придбання практичних навичок щодо застосовування прикладного програмного забезпечення для силової електроніки - знайомство з прикладним програмним забезпеченням для розрахунку та моделювання роботи електронних схем та придбання практичних навичок його застосовування для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;
- формування спроможності самостійно вчитися, опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

Передумови для вивчення освітнього компоненту:

OK7 - Фізика; OK12 - Основи метрології та електричні вимірювання; OK13 - Електротехнічні матеріали; OK 16 - Теоретичні основи електротехніки; OK19 – Електроніка і мікросхемотехніка; OK24 - Теорія електроприводу.

Компетентності, яких набуває здобувач:

Загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- ЗК8. Здатність працювати автономно;
- ЗК10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і

досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК1. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР);

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки;

ФК3. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг;

ФК4. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики;

ФК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу;

ФК7. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання;

ФК8. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища;

ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування;

ФК11. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Результати навчання відповідно до освітньої програми:

ПРН1. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН2. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПРН7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПРН8. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПРН9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПРН17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

Тематичний план

№ теми	Назва тем (ЛК, ЛР, ПР, СЗ, СР)	Кількість годин	
		очна	заочна
1 семестр			
1	ЛК Вступ. Предмет і задачі вивчення дисципліни. Історія та етапи розвитку силової електроніки. Напрямки розвитку силового електронного обладнання автомобілів	2	-
	ЛР -	-	-
	СР Класифікація пристроїв силової електроніки, основні поняття.	2	5
2	ЛК Силові діоди.	1	0,2
	ЛР Дослідження характеристик силових діодів	4	0,5
	СР Класифікація, маркування та особливості застосування силових діодів.	3	5
3	ЛК Силові ключі на біполярних транзисторах.	1	0,2
	ЛР Дослідження характеристик силових транзисторів.	4	0,5
	СР Класифікація, та особливості застосування силових транзисторів.	3	5
4	ЛК Силові ключі на тиристорах.	1	0,2
	ЛР Класифікація, та особливості застосування силових тиристорів	4	0,5
	СР Класифікація, та особливості застосування силових тиристорів.	3	5
5	ЛК Силові ключі на польових транзисторах.	1	0,2
	ЛР -	-	-
	СР Класифікація, та особливості застосування силових польових транзисторів.	3	5
6	ЛК Силові ключі на IGBT транзисторах.	1	0,2
	ЛР Дослідження характеристик силових польових та IGBT транзисторів.	4	0,5
	СР Класифікація, та особливості застосування IGBT транзисторів.	3	5
7	ЛК Драйвери силових ключів.	2	0,2
	ЛР -	-	-
	СР Параметри та характеристики драйверів силових польових та IGBT транзисторів.	2	5
8	ЛК Силові випрямлячі.	1	0,2
	ЛР -	-	-
	СР Багатофазні силові випрямлячі.	2	5
9	ЛК Силові перетворювачі.	2	0,2
	ЛР -	-	-

	СР Драйвери світлодіодних освітлювальних пристроїв. Силові перетворювачі в автомобілях..	2	5
10	ЛК Коректори коефіцієнта потужності. Зарядні пристрої електромобілів.	2	0,2
	ЛР -	-	-
	СР Коректори коефіцієнта потужності та зарядні пристрої електромобілів.	3	6
11	ЛК Інвертори вентильних електродвигунів. Електромобілі і гібридні автомобілі.	2	0,2
	ЛР -	-	-
	СР Вентильні інвертори електродвигунів електромобілів. Параметри та особливості гібридних автомобілів та електромобілів.	2	5
Разом	ЛК	16	2
	ЛР	16	2
	СР	28	56
	Екзамен	30	30

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (за наявності): не передбачено.

Методи навчання:

- МН1 – словесний метод (пояснення, дискусія, бесіда тощо);
- МН2 – практичний метод (практичні заняття/лабораторні заняття);
- МН3 – наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- МН4 – робота з науково - методичною літературою / робота з довідковою літературою;
- МН5 – самостійна робота;

Система оцінювання та вимоги:

Форми та методи оцінювання: екзамен, поточний контроль, письмове опитування, усне опитування, тестування.

Поточна успішність

1 Поточна успішність здобувачів за виконання навчальних видів робіт на навчальних заняттях і за виконання завдань самостійної роботи оцінюється за допомогою 100-бальної шкали оцінок з наступним перерахуванням у чотирибальну шкалу. Під час оцінювання поточної успішності враховуються всі види робіт, передбачені навчальною програмою.

1.1 Лекційні заняття оцінюються шляхом опитування за попереднім матеріалом та визначення якості виконання конкретизованих завдань.

1.2 Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання, виконання та оформлення практичної роботи.

1.3 Лабораторні заняття оцінюються якістю виконання звітів про виконання лабораторних робіт.

1.4 Семінарські заняття оцінюються якістю виконання індивідуального завдання/реферату.

2 Оцінювання поточної успішності здобувачів вищої освіти здійснюється на кожному практичному занятті (лабораторному чи семінарському) за чотирибальною шкалою («5», «4», «3», «2») і заносяться у журнал обліку академічної успішності.

– «відмінно»: здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі знання з відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення;

– «добре»: здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

– «задовільно»: здобувач в основному опанував теоретичні знання навчальної теми, або дисципліни, орієнтується у першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, невпевнено відповідає на додаткові питання, не має стабільних знань; відповідаючи на питання практичного характеру, виявляє неточність у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою професією;

– «незадовільно»: здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

3 Підсумковий бал за поточну діяльність визнається як середньоарифметична сума балів за кожне заняття, за індивідуальну роботу, поточні контрольні роботи за формулою:

$$K^{поточ} = \frac{K1 + K2 + \dots + Kn}{n},$$

де $K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю;

$K1, K2, \dots, Kn$ – оцінка успішності n -го заходу поточного контролю;

n – кількість заходів поточного контролю.

Оцінки конвертуються у бали згідно шкали перерахунку (таблиця 1).

Таблиця 1 – Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу

4-бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100- бальна шкала
5	100	4,45	89	3,90	78	3,35	67
4,95	99	4,4	88	3,85	77	3,3	66
4,9	98	4,35	87	3,80	76	3,25	65
4,85	97	4,3	86	3,75	75	3,2	64
4,8	96	4,25	85	3,7	74	3,15	63
4,75	95	4,20	84	3,65	73	3,1	62
4,7	94	4,15	83	3,60	72	3,05	61
4,65	93	4,10	82	3,55	71	3	60
4,6	92	4,05	81	3,5	70	від 1,78 до 2,99	від 35 до 59
						повторне складання	
4,55	91	4,00	80	3,45	69	від 0 до 1,77	від 0 до 34
4,5	90	3,95	79	3,4	68	повторне вивчення	

Підсумкове оцінювання

1 Екзамен проводиться після вивчення всіх тем дисципліни і складається здобувачами вищої освіти в період екзаменаційної сесії після закінчення всіх аудиторних занять

2 До екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, які виконали всі види робіт передбачені навчальним планом з дисципліни:

- були присутні на всіх аудиторних заняттях (лекції, семінари, практичні);
- своєчасно відпрацювали всі пропущені заняття;
- набрали мінімальну кількість балів за поточну успішність (не менше 60 балів, що відповідає за національною шкалою «3»);

Якщо поточна успішність з дисципліни нижче ніж 60 балів, здобувач вищої освіти має можливість підвищити свій поточний бал до мінімального до початку екзаменаційної сесії.

3 Оцінювання знань здобувачів при складанні екзамену здійснюється за 100-бальною шкалою.

Оцінювання знань здобувачів шляхом тестування здійснюється за шкалою:

- «Відмінно»: не менше 90 % правильних відповідей;
- «Дуже добре»: від 82 % до 89 % правильних відповідей;
- «Добре»: від 74 % до 81 % правильних відповідей;
- «Задовільно»: від 67 % до 73% правильних відповідей;
- «Задовільно достатньо»: від 60 % до 66 % правильних відповідей;
- «Незадовільно»: менше 60 % правильних відповідей.

4 Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни визначається як середньозважена оцінка, що враховує загальну оцінку за поточну успішність і оцінку за складання екзамену.

5 Розрахунок загальної підсумкової оцінки за вивчення навчальної дисципліни проводиться за формулою:

$$PK^{екз} = 0,6 \cdot K^{поточ} + 0,4 \cdot E,$$

де $PK^{екз}$ – підсумкова оцінка успішності з дисциплін, формою підсумкового контролю для яких є екзамен;

$K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю (за 100-бальною шкалою);

E - оцінка за результатами складання екзамену (за 100-бальною шкалою).

0,6 і 0,4 – коефіцієнти співвідношення балів за поточну успішність і складання екзамену.

6 За виконання індивідуальної самостійної роботи та участь у наукових заходах здобувачам нараховуються додаткові бали.

6.1 Додаткові бали додаються до суми балів, набраних здобувачем вищої освіти за поточну навчальну діяльність (для дисциплін, підсумковою формою контролю для яких є залік), або до підсумкової оцінки з дисципліни, підсумковою формою контролю для якої є екзамен.

6.2 Кількість додаткових балів, яка нараховується за різні види індивідуальних завдань, залежить від їх об'єму та значимості:

- призові місця з дисципліни на міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 20 балів;
- призові місця з дисципліни на всеукраїнських олімпіадах – 20 балів;
- участь у міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 15 балів
- участь у міжнародних / всеукраїнських наукових конференціях студентів та молодих вчених – 12 балів;
- участь у всеукраїнських олімпіадах з дисципліни – 10 балів
- участь в олімпіадах і наукових конференціях ХНАДУ з дисципліни – 5 балів;
- виконання індивідуальних науково-дослідних (навчально-дослідних) завдань підвищеної складності – 5 балів.

6.3 Кількість додаткових балів не може перевищувати 20 балів.

7 Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни не може

перевищувати 100 балів.

Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни визначається згідно зі шкалою, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань здобувачів за результатами підсумкового контролю з навчальної дисципліни

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
90-100	Відмінно	Зараховано	A	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального
80-89	Добре	Зараховано	B	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального
75-79			C	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, деякі практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками
67-74	D		Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, можливо, містять помилки	
60-66	Задовільно		E	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, багато передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального.

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
35–59	Незадовільно	Не зараховано	FX	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
0–34			F	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

Політика курсу:

- курс передбачає роботу в колективі, середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики;
- освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу;
- самостійна робота передбачає вивчення окремих тем навчальної дисципліни, які винесені відповідно до програми на самостійне опрацювання, або ж були розглянуті стисло;
- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- якщо здобувач вищої освіти відсутній на заняттях з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача;
- курсова робота повинна бути захищена не пізніше, ніж за тиждень до початку екзаменаційної сесії (**вказується за наявності**);
- під час вивчення курсу здобувачі вищої освіти повинні дотримуватись правил академічної доброчесності, викладених у таких документах: «Правила академічної доброчесності учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_dobroch_1.pdf), «Академічна доброчесність. Перевірка тексту академічних, наукових та кваліфікаційних робіт на плагіат» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_85_1_01.pdf), «Морально-етичний кодекс учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_MEK_1.pdf).
- у разі виявлення факту плагіату здобувач отримує за завдання 0 балів і повинен повторно виконати завдання, які передбачені у силабусі;
- списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування.

Рекомендована література:

1. В.І. Сенько, М.В. Панасенко, Є.В. Сенько, ММ. Юрченко, Л.І. Сенько, В.В. Ясінський. Електроніка і мікросхемотехніка: У 4-х т. Том 4. Книга І. Силова електроніка: Навч. посібник / За ред. В.І. Сенька. - К.: Каравела, 2012. - 640 с.
2. В. І. Сенько, М. В. Панасенко, Є. В. Сенько, М. М. Юрченко, Л. І. Сенько, В. В. Ясінський С31 Електроніка і мікросхемотехніка: У 4-х т. Том 4. Книга 2. Силова електроніка: Навч. посібник / За ред. В. І. Сенька. - К.: Каравела, 2013. -316 с.
3. М. Н. Rashid. Power electronics, Handbook, Third Edition. University of West Florida, 2011, 1411p.

Додаткові джерела:

1. Ericson R. W. Fundamentals of power electronics. – 2017.
2. Robert Perret (Editor) Power Electronics Semiconductor Devices. Wiley-ISTE, 2013, 576 p.
3. Stefanos N. Manias. Power Electronics and Motor Drive Systems, School of Electrical and Computer Engineering National Technical University of Athens, 2017, 967p

Розробник (розробники)

силабусу навчальної дисципліни

підпис



підпис

_____ Двадненко В.Я. _____

ПІБ

_____ Дзюбенко О.А. _____

ПІБ

Гарант освітньо-професійної програми

підпис



підпис

_____ Дзюбенко О.А. _____

ПІБ

Завідувач кафедри

підпис



_____ Гнатов А.В. _____

ПІБ