

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра електроенергетики



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри

проф. Папаїка Ю.А.

» _____ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**дження сучасних досягнень сигової електроніки в спеціальних
пристроях систем електропостачання»**

Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика
Освітній рівень.....	електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	доктор філософії
Статус	Електроенергетика електротехніка
Загальний обсяг	та електромеханіка
Форма підсумкового	вибіркова
контролю	4 кредитів ECTS (120 годин)
Термін викладання	залік
Мова викладання	4-й семестр
	українська

Викладач: проф. Рогоза М.В.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

Робоча програма навчальної дисципліни «Впровадження сучасних досягнень силової електроніки в спеціальних пристроях систем електропостачання» для аспірантів спеціальності 141 «Електроенергетика електротехніка та електромеханіка» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. електроенергетики – Д. : НТУ «ДП», 2020. – 12 с.

Розробник – Рогоза М.В.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки аспірантів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Робоча програма буде в пригоді для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (протокол № 1 від 31.08.2020).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	4
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	5
6.1 Шкали	5
6.2 Засоби та процедури.....	6
6.3 Критерії	7
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	11
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	11

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-науковій програмі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності «141 Електроенергетика електротехніка та електромеханіка» здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни В2.2 «Впровадження сучасних досягнень силової електроніки в спеціальних пристроях систем електропостачання» віднесено такі результати навчання:

ВК2.2	застосовувати сучасні засоби силової електроніки в системах електрозабезпечення
-------	---

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо створення сучасних систем електропостачання Smart Grid промислових підприємств.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ВК2.2	ВК2.2-2.2	застосовувати сучасні засоби силової електроніки в системах електрозабезпечення

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Економіка та організація виробництва	Обґрунтування прийнятих рішень в процесі виконання проектно-конструкторських та дослідницьких робіт
Обчислювальна техніка та програмування	Використовувати інформаційні і комунікаційні технології
Електричні апарати	Визначати будову та принципи роботи електричних апаратів розподільчих пристроїв високої та низької напруги і апаратів електроприводу, а також конструкції вузлів апаратів, режимів їх роботи, експлуатаційні характеристики
Основи релейного захисту та автоматики енергосистем	Обирати структуру та принципи побудови систем захисту електрообладнання систем електропостачання та мережевої автоматики

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	60	9	51	-	-	9	51
практичні	60	30	30	-	-	30	30
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-

семінари	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	39	81	-	-	39	81

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	60
ВК2.2-2.2	1 Можливі схемні реалізації широтно-імпульсних перетворювачів змінної напруги ШПЗН як швидкодіючого керованого двохполуперіодного ключа змінного струму (регулятора параметрів режиму). Електромагнітні процеси, що протікають в електричних колах з ШПЗН	8
ВК2.2-2.2	2 Статичні (тиристорні) компенсатори реактивної потужності	12
	Загальна характеристика	
	Переваги	
	Принцип дії	
	Система керування	
	Економічний ефект впровадження	
ВК2.2-2.2	3 Напівпровідникові обмежувачі струмів короткого замикання як нового типу пристроїв FACTS	12
	Загальна характеристика	
	Переваги	
	Принцип дії	
	Економічний ефект впровадження	
ВК2.2-2.2	4 Обмежувачі струмів КЗ на базі високотемпературних надпровідників як нового типу пристроїв FACTS	16
ВК2.2-2.2	5 Швидкодіючі автоматичні вимикачі змінного струму високої та низької напруги на базі ШПЗН	12
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	60
ВК2.2-2.2	1 ШПЗ змінної напруги	10
ВК2.2-2.2	2 Компенсатори реактивної потужності типу ТКРМ	10
ВК2.2-2.2	3 Статичні тиристорні компенсатори типу СТК	10
ВК2.2-2.2	4 Компенсатори реактивної потужності типу КРМ-0,4	10
ВК2.2-2.2	5 Напівпровідникові обмежувачі струмів короткого замикання	10
ВК2.2-2.2	6 Обмежувачі струмів КЗ на базі високотемпературних надпровідників	10
РАЗОМ		120

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень аспірантів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що

ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання аспіранта за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо аспірант отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності аспіранта за вимогами НРК до 9-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Аспірант на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються аспірантам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання ККР під час заліку за бажанням аспіранта
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі аспіранта шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен аспірант під час заліку має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного дескриптора НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання аспіранта ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії аспіранта для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується

коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для аспірантського рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання
для 9-го кваліфікаційного рівня за НРК**

Інтегральна компетентність – здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
Знання		
♦ спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи; ♦ критичне осмислення проблем у навчанні та /або професійній діяльності та на межі предметних галузей	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; - критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння		
♦ розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та	Відповідь характеризує уміння: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми;	95-100

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог; ♦ провадження дослідницької та/або інноваційної діяльності	- оновлювати знання; - інтегрувати знання; - провадити інноваційну діяльність; - провадити наукову діяльність	
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
Комунікація		
♦ зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються; ♦ використання іноземних мов у професійній діяльності	Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова: - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. Комунікаційна стратегія: - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції; - використання іноземних мов у професійній діяльності	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
Автономність та відповідальність		
♦ відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди; ♦ здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним	Відмінне володіння компетенціями: - використання принципів та методів організації діяльності команди; - ефективний розподіл повноважень в структурі команди; - підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); - стресовитривалість; - саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; - володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань; - належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	95-100
	Упевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень автономності та відповідальності незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання.

Дистанційна платформа MOOD, Офіс-365 Teams.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Рогоза М.В. Електричні апарати: Навч. посібник – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2012. – 208 с.
2. Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс. Учебник для вузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.
3. Клименко Б.В. Електричні апарати комутації та захисту. Загальний курс: навчальний посібник. – Харків. Вид-во «Точка». 2012. – 340 с.
4. Гловацкий В.Г., Пономарев И.В. Современные средства релейной защиты и автоматики электросетей: Пособие. – 2009. – 104 с.
5. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. Энергоатомиздат – 1998 – 71 с.
6. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. Преобразовательная техника. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 431 с.
7. Антипов К.М., Востросаблин А.А., Жуков В.В., Кудрявцев Е.П., Крючков И.П., Кузнецов Ю.П., Мозгалев К.П., Неклепаев Б.Н., Пираторов М.В., Пойдо А.И., Шунтов А.М. О проблеме координации уровней токов короткого замыкания в энергосистемах. — Электрические станции, 2005, № 4.
8. Н. Schmitt, R. Krebs, K. Kunde, R. Witzmann, M. Kleimaier New switching and current limiting technologies application and system requirements. Новые технологии коммутации и ограничения ТКЗ. Применение и требования энергосистемы. Доклад СИГРЭ 13-108 2002.
9. Рабочая группа СИГРЭ А3.10 Fault current limiters - Application, principles and testing. Ограничители токов КЗ: применение, принципы, испытания. — Electra, 2003, No 211, 47-57 (нечетн.-англ.).

10. Functional specification for a fault current limiters. Функциональные параметры для ограничителей ТКЗ. — Electra, 2001, No 194, 23-29 (нечетн.-англ.).
11. Bock J., Kleimaier M. Supraleitung beginnt Eindring im Netzen. Сверхпроводимость начинает вторгаться в сети. — Elektrizitaetswirtschaft, 2005, 104, No 25, 26-29. Nexans.
12. Strombegrenzern gegen Kurzschluss. Борьба с токами коротких замыканий — ограничители ТКЗ. Bulletin SEV/VSE, 2004, 95, No 18.
13. Дорофеев В.В., Черноплеков В.А., Кейлин В.Е., Волков Э.П., Шакарян Ю.Г., Михайлов А.К., Сытников В.Е., Чубраева Л.И., Новиков Н.Л. Проблемы создания и применения в электрических сетях устройств, использующих явления сверхпроводимости. — Электричество, 2005, № 7.
14. Fukagawa H., Matsumura T., Ohkuma T., Sugimoto S., Genje T., Uezono H. Current State and Future Plans of Fault Current Limiting Technology in Japan. Современное состояние и планы на будущее ограничения ТКЗ в сетях Японии. Доклад СИГРЭ 13-208, 2000.
15. Meyer C., Schroeder S., De Doncker R.W. Semiconductor switches and limiters for distributed medium voltage systems. Полу- проводниковые выключатели и ограничители тока для систем среднего напряжения распределенной энергетики. — IEEE Trans. on Power Electronics, 2004, No 5, 1333-1340.
16. Halbleiterkurzschlussstrombegrenzer. Полупроводниковый ограничитель ТКЗ. — Elektrizitaetswirtschaft, 1997, No 26, 1599-1603.
17. Choi S.S., Wang T.X., Vilathgamuwa D.M. Transmission series compensation with short-circuit current limiting. Продольная ком- пенсация с функциями ограничения токов КЗ. — IEEE Trans.on Power Delivery, 2005, 20, No 3, 2248-2256.
18. D. Retzmann, E. Lerch, K. Sadek, G. Thumm, V. Gor, D. Povh, Lu Yichuan. SCCL- A new type of FACTS based short-circuit current limiter for application in high voltage systems. Новый тип устройства FACTS на основе ограничителя ТКЗ в сетях ВН. Доклад СИГРЭ В4-209, 2004.