

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра електропостачання промислових підприємств

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор

В.Л. Грешта

“ _____ ” _____ 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електротехнічні комплекси промислових підприємств

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

освітня програма Енергетичний менеджмент

(назва спеціалізації)

інститут, факультет електротехнічний факультет

(найменування інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма дисципліни Електротехнічні комплекси промислових підприємств для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітня програма Енергетичний менеджмент „30” січня, 2024 року-18 с.

Розробники:

Кулагін Дмитро Олександрович, професор кафедри електропостачання промислових підприємств, д-р техн. наук, професор

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри
«Електропостачання промислових підприємств»

Протокол від. “31” січня _____ 2024 року № 6

Завідувач кафедри _____

_____ (підпис)

(Шрам О.А.)
(прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 2024 року

Схвалено науково-методичною комісією Електротехнічного _____ факультету

Протокол від. “ _____ ” _____ 2024 року № _____

“ _____ ” _____ 20__ року

Голова _____

(підпис)

(Антонов М.Л.)

(прізвище та ініціали)

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів –6	Галузь знань <u>14 Електрична інженерія</u> <small>(шифр і назва)</small>	За вибором	
	Напрямок підготовки <u>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u> <small>(код і назва)</small>		
Модулів – 2	Спеціальність (професійне спрямування): <u>Енергетичний менеджмент</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ <small>(назва)</small>		Семестр	
Загальна кількість годин - 180		1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 60 самостійної роботи студента – 120	Освітній ступінь: магістр	Лекції	
		36 год.	8 год.
		Практичні, семінарські	
		24 год.	6 год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
120 год.	166 год.		
Індивідуальні завдання: год.			
Вид контролю: залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 33% до 67%

для заочної форми навчання – 8% до 92%

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни

- вивчення основних теоретичних положень функціонування, проектування, аналізу та керування електротехнічними комплексами промислових підприємств;
- теоретичне забезпечення підготовки фахівців, здатних розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми електроенергетики, що передбачає застосування теорій і методів фізики та інженерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати такі компетентності:

загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

фахові компетентності:

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

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

- 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.

- Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

- Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

- Здатність знаходити, аналізувати та узагальнювати положення нормативно-правових актів, судову практику, положення джерел міжнародного права стосовно галузі енергетики.

Очікувані програмні результати навчання:

- Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

- Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

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

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

- Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.
- Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.
- Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.
- Уміти знаходити, аналізувати та узагальнювати положення нормативно-правових актів, судову практику, положення джерел міжнародного права стосовно галузі енергетики.

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні відомості. Методи аналізу та синтезу електротехнічних комплексів промислових підприємств

Тема 1. Вступ.

Значення дисципліни при підготовці магістрів, її зміст, зв'язок з іншими дисциплінами навчального плану.

Рекомендована література та методичні вказівки до вивчення дисципліни.

Основні терміни, визначення, схеми та позначення на них.

Література: [1-21]

Тема 2. Механіка електротехнічних комплексів.

Загальні положення механіки електротехнічних комплексів.

Розрахункові схеми електротехнічних комплексів.

Рівняння роботи електротехнічних комплексів.

Література: [1-21] .

Тема 3. Основні характеристики елементів електротехнічних комплексів.

Електричні двигуни.

Перетворювачі електричної енергії.

Електричні апарати.

Давачі.

Корегуючі елементи.

Блочні елементи керування.

Джерела живлення.

Муфти з електромагнітним керуванням.

Література: [1-21] .

Тема 4. Способи регулювання електротехнічних комплексів.

Загальні відомості.

Параметричні способи регулювання.

Регулювання в залежності від типу комплексу та роду струму.

Література: [1-21] .

Тема 5. Вибір елементів електротехнічних комплексів.

Вибір елементів за родом струму, принципом дії та напругою.

Вибір за конструктивним виконанням.

Вибір за потужністю.

Література: [1-21] .

Тема 6. Загальні принципи керування електротехнічними комплексами.

Принципи автоматичного керування характеристиками електротехнічних комплексів.

Принципи позиціонування.

Захисти, блокування та сигналізація.

Література: [1-21] .

Тема 7. Принципи керування електротехнічними комплексами постійного струму.

Типові вузли схем автоматичного керування на постійному струмі.

Замкнуті системи стабілізації постійного струму.

Цифрові системи керування.

Література: [1-21] .

Тема 8. Принципи керування електротехнічними комплексами змінного струму.

Типові вузли схем автоматичного керування на змінному струмі.

Замкнуті системи стабілізації змінного струму.

Цифрові системи керування.

Література: [1-21] .

Тема 9. Методи аналізу і синтезу електротехнічних комплексів.

Порядок дослідження.

Аналіз і синтез електротехнічних комплексів безперервної дії.

Методи синтезу і аналізу релейних систем.

Методи синтезу і аналізу аналогових систем.

Методи синтезу і аналізу цифрових систем.

Основні положення статистичного аналізу систем автоматичного керування.

Література: [1-21].

Тема 10. Функціональні системи електротехнічних комплексів.

Системи програмного керування.

Системи керування з самоналаштуванням.

Елементи позиційних та спостерігаючих систем.

Література: [1-21].

Тема 11. Дослідження питань надійності електротехнічних комплексів.

Основні поняття.

Показники надійності.

Дослідження надійності функціонування.

Література: [1-21].

Тема 12. Конструювання комплектних пристроїв керування електротехнічними комплексами.

Види та класифікація комплектних пристроїв.

Загальні технічні вимоги до комплектних пристроїв.

Система типових конструкцій комплектних пристроїв.

Конструювання електричного монтажу комплектних пристроїв.

Конструювання комплектних пристроїв.

Література: [1-21].

Змістовий модуль 2. Системи електротехнічних комплексів промислових підприємств.

Тема 1. Підйомно-транспортні та транспортні електротехнічні комплекси.

Характеристики та умови використання електротехнічних комплексів.

Системи керування електротехнічними комплексами.

Особливості проектування, синтезу та аналізу електротехнічних комплексів.

Література: [1-21].

Тема 2. Верстатні електротехнічні комплекси.

Характеристики та умови використання електротехнічних комплексів.

Системи керування електротехнічними комплексами.

Особливості проектування, синтезу та аналізу електротехнічних комплексів.

Література: [1-21].

Тема 3. Металургійні електротехнічні комплекси.

Характеристики та умови використання електротехнічних комплексів.

Системи керування електротехнічними комплексами.

Особливості проектування, синтезу та аналізу електротехнічних комплексів.

Література: [1-21].

Тема 4. Гірничо-видобувальні електротехнічні комплекси.

Характеристики та умови використання електротехнічних комплексів.

Системи керування електротехнічними комплексами.

Особливості проектування, синтезу та аналізу електротехнічних комплексів.

Література: [1-21].

Тема 5. Сільськогосподарські електротехнічні комплекси.

Характеристики та умови використання електротехнічних комплексів.

Системи керування електротехнічними комплексами.

Особливості проектування, синтезу та аналізу електротехнічних комплексів.

Література: [1-21].

Тема 6. Електротехнічні комплекси хімічної промисловості.

Характеристики та умови використання електротехнічних комплексів.

Системи керування електротехнічними комплексами.

Особливості проектування, синтезу та аналізу електротехнічних комплексів.

Література: [1-21].

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Основні відомості. Методи аналізу та синтезу електротехнічних комплексів промислових підприємств												
Тема 1. Вступ	4	2	2				4	0,5	0,5			3
Тема 2. Механіка електротехнічних комплексів.	9,5	2				7,5	9,5	0,5				9
Тема 3. Основні характеристики елементів електротехнічних комплексів.	11,5	2	2			7,5	11,5	0,5	0,5			10,5
Тема 4. Способи регулювання електротехнічних комплексів.	11,5	2	2			7,5	11,5	0,5	0,5			10,5
Тема 5. Вибір елементів електротехнічних комплексів.	11,5	2	2			7,5	11,5		0,5			11
Тема 6. Загальні принципи керування електротехнічними комплексами.	11,5	2	2			7,5	11,5		0,5			11
Тема 7. Принципи керування електротехнічними комплексами постійного струму.	11,5	2	2			7,5	11,5		0,5			11
Тема 8. Принципи керування електротехнічними комплексами змінного струму.	9,5	2				7,5	9,5					9,5
Тема 9. Методи аналізу і синтезу електротехнічних комплексів.	9,5	2				7,5	9,5					9,5
Усього годин за модулем 1	90	18	12			60	90	2	3			85

Модуль 2												
Тема 10. Функціональні системи електротехнічних комплексів.	9,5	2				7,5	9,5					9,5
Тема 11. Дослідження питань надійності електротехнічних комплексів.	9,5	2				7,5	9,5					9,5
Тема 12. Конструювання комплектних пристроїв керування електротехнічними комплексами.	9,5	2				7,5	9,5					9,5
Разом за змістовим модулем 1	118,5	24	12			82,5	118,5	2	3			111,5
Змістовий модуль 2. Системи електротехнічних комплексів промислових підприємств.												
Тема 1. Підійомно-транспортні електротехнічні комплекси.	10,5	2	2			6,5	10,5	1	0,5			9
Тема 2. Верстатні електротехнічні комплекси.	10,5	2	2			6,5	10,5	1	0,5			9
Тема 3. Металургійні електротехнічні комплекси.	10,5	2	2			6,5	10,5	1	0,5			9
Тема 4. Гірничовидобувальні електротехнічні комплекси.	10,5	2	2			6,5	10,5	1	0,5			9
Тема 5. Сільськогосподарські електротехнічні комплекси.	10,5	2	2			6,5	10,5		0,5			10
Тема 6. Електротехнічні комплекси хімічної промисловості.	9	2	2			5	9		0,5			8,5
Разом за змістовим модулем 2	61,5	12	12			37,5	61,5	4	3			54,5
Усього годин за модулем 2	90	18	12			60	90	6	3			81
Усього годин	180	36	24			120	180	8	6			166

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	-

6. Теми практичних занять

1	Вивчення можливостей операційного середовища Simulink для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств.	4
2	Вивчення блоків операційного середовища Simulink для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств.	4
3	Вивчення засобів маскуваня підсистем при моделюванні електротехнічних комплексів промислових підприємств за допомогою операційного середовища Simulink.	4
4	Вивчення загальних можливостей пакету MatLab для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств.	4
5	Вивчення відладчика пакету MatLab для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств.	4
6	Вивчення можливостей s-моделей для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств.	4

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Механіка електротехнічних комплексів.	7,5
2	Основні характеристики елементів електротехнічних комплексів.	7,5
3	Способи регулювання електротехнічних комплексів.	7,5
4	Вибір елементів електротехнічних комплексів.	7,5
5	Загальні принципи керування електротехнічними комплексами.	7,5
6	Принципи керування електротехнічними комплексами постійного струму.	7,5
7	Принципи керування електротехнічними комплексами змінного струму.	7,5

8	Методи аналізу і синтезу електротехнічних комплексів.	7,5
9	Функціональні системи електротехнічних комплексів.	7,5
10	Дослідження питань надійності електротехнічних комплексів.	7,5
11	Конструювання комплектних пристроїв керування електротехнічними комплексами.	7,5
12	Підйомно-транспортні електротехнічні комплекси.	6,5
13	Верстатні електротехнічні комплекси.	6,5
14	Металургійні електротехнічні комплекси.	6,5
15	Гірничо-видобувальні електротехнічні комплекси.	6,5
16	Сільськогосподарські електротехнічні комплекси.	6,5
14	Електротехнічні комплекси хімічної промисловості.	5
	Разом	120

9. Індивідуальні завдання

Для студентів заочної форми навчання – 1 контрольна робота.

10. Методи навчання

Робочою програмою передбачені такі форми організації навчального процесу як лекції, лабораторні роботи, самостійна робота студентів, консультації та контрольні заходи.

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (рисунок, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- аналітичний метод – уявного (практичного) розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

11. Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати такі компетентності:

загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

фахові компетентності:

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

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

- 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.

- Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

- Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

- Здатність знаходити, аналізувати та узагальнювати положення нормативно-правових актів, судову практику, положення джерел міжнародного права стосовно галузі енергетики.

Очікувані програмні результати навчання:

- Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

- Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

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

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

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

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

- Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

- Уміти знаходити, аналізувати та узагальнювати положення нормативно-правових актів, судову практику, положення джерел міжнародного права стосовно галузі енергетики.

12. Засоби оцінювання

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання практичних робіт;
- двох рубіжних модульних контролів;
- залікової роботи.

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання практичних робіт;
- захисту контрольної роботи;
- залікової роботи.

13. Критерії оцінювання

Оцінювання успішності студентів здійснюється окремо за кожний модуль на відповідному рубіжному модульному контролі (РМК) за 100-бальною шкалою.

Під час контролю враховуються наступні види робіт:

- робота студента на лекціях оцінюється до 12 балів;
- виконання та захист практичних робіт оцінюється до 60 балів;
- модульні контрольні роботи – до 28 балів (2 роботи 14 балів).

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	для заліку
90 – 100	зараховано
82-89	
74-81	
64-73	
60-63	
35-59	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни "Електротехнічні комплекси промислових підприємств" для студентів V курсу усіх форм навчання / Укл. Д.О. Кулагін. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024.- 60с.

15. Рекомендована література

Базова

1. Теорія електропривода: Підручник. М.Г. Попович, М.Г. Борисюк, В.А. Гаврилюк та ін. За ред. М.Г. Поповича.- К.: Вища школа., 1993.-494с. (2 пр., ел)

2. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навчальний посібник/ За ред. М.Г.Поповича. – К.: Либідь, 2005. – 672 с. (3 пр., ел)

3. Електромеханічні системи автоматизації та електропривод (теорія і практика): Навчальний посібник/ За ред. М.Г.Поповича, В.В.Кострицького. – К.: КНУТД, 2008. – 408 с. (3 пр., ел)

4. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник / Кириленко О.В., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф., Мазур Т.А. Львів:Вид. «Львівська політехніка», 2010. – 608 с. (2 пр., ел)

5. Кулагін Д. О. Проектування систем керування тяговими електропередачами моторвагонних поїздів : монографія / Д. О. Кулагін. – Бердянськ : ФО-П Ткачук О. В., 2014. – 154 с. (1 пр., ел).

6. Кулагін Д. О. Інформаційні управляючі системи та технології : колективна монографія / Д. О. Кулагін., П. Д. Андрієнко, [та ін.]. – Донецьк : Донбас, 2014. – 218 с. (1 пр., ел).

7. Системи прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах: від теорії до практики: колективна монографія у 2т. Т.2. / за заг. ред. Савчук Л. М. / Павлоград : АРТ Синтез-Т, 2014. – 429 с. – ISBN 978-617-7232-00-0 (повне вид.), ISBN 978-966-97393-9-1 (том 2). (1 пр., ел).

8. Кулагін Д. О. Інтеграція економічних та технічних процесів: сучасний стан та перспективи розвитку: колективна монографія / за заг. ред. Савчук Л. М. / Х. : Вид-во «Діса плюс», 2015. – 480 с. – ISBN 978-617-7064-86-1. (1 пр., ел).

9. Отроверхов М. Я. Методи дослідження електротехнічних систем і комплексів: монографія / М. Я. Отроверхов, А. М. Сільвестров, К. Х. Зеленський. - Київ : ТАЛКОМ, 2019. – 300 с. (1 пр., ел).

10. Кулагін Д. О. Розробка елементів системи керування тяговою електропередачею дизель-поїзда ДЕЛ-02 / Кулагін Д. О. // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 1/2012 (17). – С. 77–80. (1 пр., ел).

11. Кулагін Д. О. Розробка математичної моделі тягового перетворювача частоти дизель-поїзда / Кулагін Д. О. // Вісник КрНУ ім. М. Остроградського. – 2012. – № 2 (73). – С. 96–99. (1 пр., ел).

12. Кулагін Д. О. Аналіз режимів роботи модернізованої тягової електропередачі автономного локомотива / Кулагін Д. О., Андрієнко П. Д., Андрієнко Д. С. // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний

науково-виробничий журнал. – Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 2/2012 (18) . – С. 615–617. (1 пр., ел).

13. Кулагін Д. О. Баланс потужностей рухомого складу в процесі рекуперації електричної енергії / Кулагін Д. О. // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 36(1009). – С. 392–393. (1 пр., ел).

14. Кулагін Д. О. Спосіб апроксимації кривої намагнічування тягового асинхронного двигуна / Кулагін Д. О. // Електротехніка та електроенергетика. – 2013. – №2. – С. 66-70. (1 пр., ел)

15. Кулагін Д. О. Особливості задачі раціонального керування модулем вектора потокозчеплення тягового асинхронного двигуна дизель-поїзда / Кулагін Д. О. // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2013. – № 2. – С. 155–157. (1 пр., ел).

16. Кулагін Д. О. Врахування впливу насичення магнітних кіл на механічні характеристики тягових асинхронних двигунів / Д. О. Кулагін // Праці Одеського політехнічного університету. – 2014. – № 1(43). – С. 147–153. (1 пр., ел).

17. Кулагін Д. О. Визначення динамічних індуктивностей асинхронного двигуна з урахуванням процесів насичення / Кулагін Д. О. // Електротехніка та електроенергетика. – 2014. – №1. – С. 55–60. (1 пр., ел).

18. Кулагін Д. О. Аналіз енергетичних потоків тягового перетворювача частоти / Кулагін Д. О. // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2012. – № 15(91). – С. 337–339. (1 пр., ел).

19. Кулагін Д. О. Аналіз роботи керуючої системи тягового перетворювача частоти моторвагонного рухомого складу / Кулагін Д. О. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2014. – № 5. – С. 23–26. (1 пр., ел).

20. Кулагін Д. О. Математична модель тягового асинхронного двигуна з урахуванням насичення / Кулагін Д. О. // Технічна електродинаміка. – 2014. – № 6. – С. 49–55. (1 пр., ел).

21. Кулагін Д. О. Математична модель тягового асинхронного двигуна з урахуванням насичення магнітних кіл / Кулагін Д. О. // Науковий вісник НГУ. – 2014. – № 6. – С. 103–110. (1 пр., ел).

Допоміжна

1. Долбня В. Т. Топологические методы анализа и синтеза электрических цепей и систем / Долбня В. Т. – Х. : Вища школа. – 1974. – 145 С. (1 пр., ел)

2. Жуйков В. Я. Автоматизированное проектирование силовых электронных схем / В. Я. Жуйков, В. Е. Сучик, П. Д. Андриенко, М. А. Еременко. – К. : Техника, 1988. – 184 С. (1 пр., ел)

16. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека ім. В.І.Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>

2. Система дистанційного навчання НУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА» / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://moodle.zp.edu.ua/>