

Вінницький національний технічний університет
 Кафедра електричних станцій та систем
 Факультет електроенергетики та електромеханіки

Електричні апарати

(Обов'язковий)

I (бакалаврський) рівень вищої освіти

Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Викладач: Лесько В.О.

Мова викладання: українська

1. Опис навчальної дисципліни

Характеристика навчальної дисципліни	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: 6	<p>Галузь знань 14 – Електрична інженерія</p> <p>Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</p> <p>Освітня програма Електроенергетика та електротехніка</p> <p>Рівень вищої освіти: перший бакалаврський</p>	Рік підготовки	
		3	3
Загальна кількість годин: 180		Семестр	
		5-й	5-й
Модулів: 2		Лекції	
		36 год.	10 год
Змістовних модулів: 2		Практичні, семінарські	
		18 год.	5 год.
Курсова робота/проект: не передбачено		Лабораторні	
		18 год.	5 год.
Підсумковий контроль: іспит	Самостійна робота		
	108 год.	160 год.	

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Електричні апарати» базується знаннях та уміннях, отриманих студентами під час вивчення дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електрична частина станцій та підстанцій». Дисципліна є основою як теоретичної так і практичної фахової підготовки спеціалістів для експлуатації електрообладнання станцій, підстанцій та розподільних мереж.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни. Вивчення основних відомостей та понять про теоретичні основи функціонування електричних апаратів, фізичних процесів нагрівання та охолодження струмоведучих частин апаратів, основ розрахунку електродинамічних сил, процесів у дуговому проміжку, методів та способів гасіння електричної дуги, ознайомлення з особливостями конструкцій та принципами дії основного комутаційного та вимірювального обладнання розподільних пристроїв станцій та підстанцій, особливостями його вибору та перевірки.

Завдання вивчення дисципліни. Підвищення рівня використання комп'ютерного програмного забезпечення; виховання у студентів почуття причетності до електроенергетичної галузі; прищеплення студентам навичок наукового аналізу, спрямованих на забезпечення самостійного осмислення технічних задач; навчання практичним навичкам роботи з літературними джерелами і науковою літературою; виховання уміння застосовувати набуті знання у повсякденній діяльності, для вирішення наукових і прикладних інженерних задач.

Програмні результати вивчення дисципліни. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

вміти:

- логічно та послідовно викласти засвоєний ним матеріал,
- використовувати знання з основ теорії функціонування електричних апаратів та принципів їх будови;
- визначати розрахункові умови вибору та перевірки електричних апаратів;
- обґрунтовувати вибір комутаційного електрообладнання за принципом дії та особливостями конструкцій;
- обґрунтовувати вибір вимірювальних електричних апаратів та пристроїв;

знати:

- основи теорії функціонування електричних апаратів та принципів їх будови;

- розрахункові умови вибору та перевірки електричних апаратів;
- знати принципи дії та особливості конструкцій основних типів комутаційних та вимірювальних електричних апаратів та пристроїв.
- принципи дії та особливості конструкцій основних типів комутаційних та вимірювальних електричних апаратів та пристроїв.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисциплін

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми для успішного виконання професійних обов'язків за обраною спеціальністю у процесі вивчення даної дисципліни у бакалавра повинні бути сформовані такі компетентності:

загально-професійні:

- базові знання основ електротехніки;
- базові уявлення про електротехнічні матеріали;
- базові знання про виробництво, передачу, розподіл та споживання електроенергії;
- базові знання про основи загальної та прикладної екології, принципи захисту і охорони природи від шкідливого впливу електричних станцій та електричних мереж;
- знання правових основ і сучасного законодавства України в електроенергетичній галузі;
- здатність до ділових комунікацій у професійній сфері, знання основ ділового спілкування, навички роботи в команді;

спеціалізовано-професійні

- здатність використовувати професійно профільовані знання в галузі математики для статистичної обробки експериментальних даних, математичного моделювання та розрахунку режимів електроенергетичних об'єктів;
- знання електричної частини електростанцій та підстанцій;
- знання конструкцій, основних характеристик, принципів дії та режимів роботи електроустаткування електростанцій та підстанцій;
- знання про електричні мережі та системи;
- знання про технічні та електрофізичні основи високих напруг;
- базові знання про оперативне управління режимами електроенергетичних систем, електростанцій та електричних мереж;
- здатність використовувати та впроваджувати нові технології в електроенергетиці, брати участь в модернізації і реконструкції електричних станцій, мереж, систем та високовольтного електроустаткування;

– здатність проводити діяльність з підвищення ефективного використання, технічного обслуговування та ремонту електроустаткування електричних станцій, мереж та систем.

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквіумів, тестування, заліку та іспиту.

На позааудиторну роботу виносяться вивчення окремих тем курсу, написання рефератів та контрольних робіт (для студентів заочної форми навчання), підготовка до практичних занять, колоквіумів, тестування, заліку, іспиту, написання курсового проекту, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ).

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Вступ. Предмет курсу, його призначення та місце серед дисциплін спеціальності. Класифікація, основні технічні параметри та вимоги до електричних апаратів.

Тема 3. Термічна стійкість. Термічна стійкість Тепловий розрахунок однорідних провідників при тривалому нагріванні. Нагрівання провідників та апаратів в довготривалому режимі. Нагрів котушок. Охолодження провідників.

Тема 4. Провідники при к.з. Особливості нагріву провідників при к.з. Термічна стійкість неізольованих провідників, кабелів та електричних апаратів. Визначення інтеграла Джоуля від аперіодичної та періодичної складових струму к.з.

Тема 5. Електродинамічні сили в провідниках. Загальні положення. Розрахунок взаємодії паралельних та перпендикулярних провідників. Електродинамічні зусилля в кільцевому витку. Електродинамічні зусилля в трифазному струмопроводі при к.з. Електродинамічна стійкість провідників та апаратів

Тема 6. Відновлювальна напруга. Вимкнення однофазного та трифазного кола змінного струму при КЗ. Процес вимкнення та його характеристики. Особливості вимкнення ємнісних та малих індуктивних струмів. Відновлювальна напруга на контактах вимикача. Основні характеристики перехідної відновлювальної напруги

Змістовий модуль 2.

Тема 7. Процеси у дуговому проміжку. Процеси у дуговому проміжку. Процеси іонізації та деіонізації дуги. ВАХ дуги. Умови гасіння дуги постійного

струму. Опір та потужність дуги. Особливості горіння та згасання дуги змінного струму

Тема 8. Гасіння дуги. Гасіння відкритої дуги в магнітному полі та поздовжніх щілинах. Особливості гасіння дуги в маслі та високим тиском. Гасіння дуги в вакуумі та елегазі. Полум'я дуги та боротьба з ним.

Тема 9. Електричні контакти. Конструкції та параметри гнучких та жорстких струмопроводів. Електричні контакти, класифікація, основні вимоги. Перехідний опір контакту. Матеріали контактів. Зношування контактів та його нормування. Конструкції контактів та контактних з'єднань.

Конструкції та параметри гнучких та жорстких струмопроводів. Провідникові матеріали. Форми перерізу жорстких шин. Конструкції пофазно-екранових струмопроводів. Струмопроводи до 1 кВ. Кабелі силові та контрольні-вимірювальні; особливості конструкцій, параметри та межі застосування

Тема 10. Комутаційні апарати напругою до 1000 В. Комутаційні апарати напругою до 1000 В: рубильники, перемикачі, автоматичні та неавтоматичні вимикачі, контактори, магнітні пускачі. Плавкі запобіжники напругою до 1000 В. Процес роботи плавкого запобіжника при КЗ. Струмообмежувальний ефект. Основні види конструкцій, характеристики та вибір запобіжників і автоматичних вимикачів.

Тема 11. Вимірювальні трансформатори струму та напруги. Призначення вимірювальних трансформаторів струму та напруги. Особливості режиму роботи трансформаторів струму і напруги. Векторні діаграми. Похибки та їх нормування. Конструкції трансформаторів струму та трансформаторів напруги.

Тема 12. Вимикачі. Вимикачі (масляні, повітряні, елегазові, вакуумні, електромагнітні). Вимикачі змінного струму: класифікація, основні технічні характеристики. Особливості конструкції масляних, повітряних, елегазових та вакуумних високовольтних вимикачів. Струмообмежувальні апарати.

Тема 13. Роз'єднувачі. Роз'єднувачі – принцип роботи, конструкції, межі застосування. Відокремлювачі та короткозамикачі. Вимикачі навантажень. Їх параметри, характеристики та межі застосування

Тема 14. Реактори. Реактори, здвоєні реактори. Їх параметри, характеристики та межі застосування.

Тема 15. Приводи високовольтних вимикачів. Приводи високовольтних вимикачів. Їх параметри, характеристики та межі застосування.

5. Теми семінарських занять (не передбачено)

6. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість	Кількість
---	------------	-----------	-----------

з/п		годин (денна форма)	годин (заочна форма)
1	Тепловий розрахунок провідників	2	1
2	Основи теплових розрахунків струмоведучих частин електричних апаратів	2	1
3	Тепловий розрахунок плавких вставок запобіжників	2	1
4	Тепловий розрахунок параметрів автоматичних вимикачів	2	1
5	Розрахункові умови вибору та перевірки характеристик електричних апаратів	3	-
6	Розрахунок основних параметрів та вибір запобіжників	3	-
7	Розрахунок параметрів розщеплювачів автоматичних вимикачів	2	1
8	Розрахункові умови селективного вибору запобіжників та автоматичних вимикачів	2	-
	Всього	18	5

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
1	Запобіжники.	2	1
2	Автоматичні вимикачі.	2	1
3	Контактори.	2	-
4	Магнітні пускачі.	2	1
5	Вимірювальні трансформатори напруги НОМ.	2	1
6	Вимірювальні трансформатори напруги НТМИ.	3	-
7	Вимірювальні трансформатори струму ТК.	2	1
8	Вимірювальні трансформатори струму ТПЛ	3	-
	<i>Усього годин</i>	18	5

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	(денна форма навчання)	
1	Тема 1. Вступ. Предмет курсу, його призначення та місце серед дисциплін спеціальності. Класифікація, основні технічні параметри та вимоги до електричних апаратів.	10
2	Тема 2. Втрати в провідниках. Поверхневий ефект. Ефект близькості. Втрати в деталях з магнітних матеріалів. Теплообмін. Конвекція. Випромінювання.	7
3	Тема 3. Термічна стійкість. Термічна стійкість Тепловий розрахунок однорідних провідників при тривалому нагріванні. Нагрівання провідників та апаратів в довготривалому режимі. Нагрів котушок. Охолодження провідників.	7
4	Тема 4. Провідники при к.з. Особливості нагріву провідників при к.з. Термічна стійкість неізолюваних провідників, кабелів та електричних апаратів. Визначення інтеграла Джоуля від аперіодичної та періодичної складових струму к.з.	7

5	Тема 5. Електродинамічні сили в провідниках. Загальні положення. Розрахунок взаємодії паралельних та перпендикулярних провідників. Електродинамічні зусилля в кільцевому витку. Електродинамічні зусилля в трифазному струмопроводі при к.з. Електродинамічна стійкість провідників та апаратів	7
6	Тема 6. Відновлювальна напруга. Вимкнення однофазного та трифазного кола змінного струму при КЗ. Процес вимкнення та його характеристики. Особливості вимкнення ємнісних та малих індуктивних струмів. Відновлювальна напруга на контактах вимикача. Основні характеристики перехідної відновлювальної напруги	7
7	Тема 7. Процеси у дуговому проміжку. Процеси у дуговому проміжку. Процеси іонізації та деіонізації дуги. ВАХ дуги. Умови гасіння дуги постійного струму. Опір та потужність дуги. Особливості горіння та згасання дуги змінного струму	7
8	Тема 8. Гасіння дуги. Гасіння відкритої дуги в магнітному полі та поздовжніх щілинах. Особливості гасіння дуги в маслі та високим тиском. Гасіння дуги в вакуумі та елегазі. Полум'я дуги та боротьба з ним.	6
9	Тема 9. Електричні контакти. Конструкції та параметри гнучких та жорстких струмопроводів. Електричні контакти, класифікація, основні вимоги. Перехідний опір контакту. Матеріали контактів. Зношування контактів та його нормування. Конструкції контактів та контактних з'єднань. Конструкції та параметри гнучких та жорстких струмопроводів. Провідникові матеріали. Форми перерізу жорстких шин. Конструкції пофазно-екранових струмопроводів. Струмопроводи до 1 кВ. Кабелі силові та контрольно-вимірювальні; особливості конструкцій, параметри та межі застосування	7
10	Тема 10. Комутаційні апарати напругою до 1000 В. Комутаційні апарати напругою до 1000 В: рубильники, перемикачі, автоматичні та неавтоматичні вимикачі, контактори, магнітні пускачі. Плавкі запобіжники напругою до 1000 В. Процес роботи плавкого запобіжника при КЗ. Струмообмежувальний ефект. Основні види конструкцій, характеристики та вибір запобіжників і автоматичних вимикачів.	6
11	Тема 11. Вимірювальні трансформатори струму та напруги. Призначення вимірювальних трансформаторів струму та напруги. Особливості режиму роботи трансформаторів струму і напруги. Векторні діаграми. Похибки та їх нормування. Конструкції трансформаторів струму та трансформаторів напруги.	7
12	Тема 12. Вимикачі. Вимикачі (масляні, повітряні, елегазові, вакуумні, електромагнітні). Вимикачі змінного струму: класифікація, основні технічні характеристики. Особливості конструкції масляних, повітряних, елегазових та вакуумних високовольтних вимикачів. Струмообмежувальні апарати	6
13	Тема 13. Роз'єднувачі. Роз'єднувачі – принцип роботи, конструкції, межі застосування. Відокремлювачі та короткозамикачі. Вимикачі навантажень. Їх параметри, характеристики та межі застосування	8
14	Тема 14. Реактори. Реактори, здвоєні реактори. Їх параметри, характеристики та межі застосування	8
15	Тема 15. Приводи високовольтних вимикачів. Приводи високовольтних вимикачів. Їх параметри, характеристики та межі застосування.	8
	Всього	108
	(заочна форма навчання)	

1	Тема 1. Вступ. Предмет курсу, його призначення та місце серед дисциплін спеціальності. Класифікація, основні технічні параметри та вимоги до електричних апаратів.	12
2	Тема 2. Втрати в провідниках Втрати в провідниках. Поверхневий ефект. Ефект близькості. Втрати в деталях з магнітних матеріалів. Теплообмін. Конвекція. Випромінювання.	10
3	Тема 3. Термічна стійкість. Термічна стійкість Тепловий розрахунок однорідних провідників при тривалому нагріванні. Нагрівання провідників та апаратів в довготривалому режимі. Нагрів котушок. Охолодження провідників.	11
4	Тема 4. Провідники при к.з. Особливості нагріву провідників при к.з. Термічна стійкість неізолюваних провідників, кабелів та електричних апаратів. Визначення інтеграла Джоуля від аперіодичної та періодичної складових струму к.з.	9
5	Тема 5. Електродинамічні сили в провідниках. Загальні положення. Розрахунок взаємодії паралельних та перпендикулярних провідників. Електродинамічні зусилля в кільцевому витку. Електродинамічні зусилля в трифазному струмопроводі при к.з. Електродинамічна стійкість провідників та апаратів	11
6	Тема 6. Відновлювальна напруга. Вимкнення однофазного та трифазного кола змінного струму при КЗ. Процес вимкнення та його характеристики. Особливості вимкнення емнісних та малих індуктивних струмів. Відновлювальна напруга на контактах вимикача. Основні характеристики перехідної відновлювальної напруги	10
7	Тема 7. Процеси у дуговому проміжку. Процеси у дуговому проміжку. Процеси іонізації та деіонізації дуги. ВАХ дуги. Умови гасіння дуги постійного струму. Опір та потужність дуги. Особливості горіння та згасання дуги змінного струму	6
8	Тема 8. Гасіння дуги. Гасіння відкритої дуги в магнітному полі та поздовжніх щілинах. Особливості гасіння дуги в маслі та високим тиском. Гасіння дуги в вакуумі та елегазі. Полум'я дуги та боротьба з ним.	7
9	Тема 9. Електричні контакти. Конструкції та параметри гнучких та жорстких струмопроводів. Електричні контакти, класифікація, основні вимоги. Перехідний опір контакту. Матеріали контактів. Зношування контактів та його нормування. Конструкції контактів та контактних з'єднань. Конструкції та параметри гнучких та жорстких струмопроводів. Провідникові матеріали. Форми перерізу жорстких шин. Конструкції пофазно-екранових струмопроводів. Струмопроводи до 1 кВ. Кабелі силові та контрольно-вимірювальні; особливості конструкцій, параметри та межі застосування	8
10	Тема 10. Комутаційні апарати напругою до 1000 В. Комутаційні апарати напругою до 1000 В: рубильники, перемикачі, автоматичні та неавтоматичні вимикачі, контактори, магнітні пускачі. Плавкі запобіжники напругою до 1000 В. Процес роботи плавкого запобіжника при КЗ. Струмообмежувальний ефект. Основні види конструкцій, характеристики та вибір запобіжників і автоматичних вимикачів.	7
11	Тема 11. Вимірювальні трансформатори струму та напруги. Призначення вимірювальних трансформаторів струму та напруги. Особливості режиму роботи трансформаторів струму і напруги. Векторні діаграми. Похибки та їх нормування. Конструкції трансформаторів струму та трансформаторів напруги.	5

12	Тема 12. Вимикачі. Вимикачі (масляні, повітряні, елегазові, вакуумні, електромагнітні). Вимикачі змінного струму: класифікація, основні технічні характеристики. Особливості конструкції масляних, повітряних, елегазових та вакуумних високовольтних вимикачів. Срумообмежувальні апарати	7
13	Тема 13. Роз'єднувачі. Роз'єднувачі – принцип роботи, конструкції, межі застосування. Відокремлювачі та короткозамикачі. Вимикачі навантажень. Їх параметри, характеристики та межі застосування	7
14	Тема 14. Реактори. Реактори, здвоєні реактори. Їх параметри, характеристики та межі застосування	5
15	Тема 15. Приводи високовольтних вимикачів. Приводи високовольтних вимикачів. Їх параметри, характеристики та межі застосування.	7
	Всього	122

9. Індивідуальні завдання

Обсяг і зміст індивідуальної роботи студента з дисципліни залежить від форми навчання студента. Крім того, за рішенням кафедри студенти готують реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

10. Методи навчання

Лекція, зокрема, з використанням технічних засобів навчання, лабораторні роботи, практичні заняття, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, підготовка рефератів, доповіді науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

В якості технічних засобів навчання використовуються:

- аудиторія, обладнана мультимедійним проектором;
- лабораторія зі стендами високої напруги;
-

11. Засоби діагностування результатів навчання

Протягом вивчення дисципліни передбачається поточний та підсумковий форми контролів знань студентів.

Поточний контроль проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів в результаті написання колоквіумів та захисту виконаних лабораторних робіт. Колоквіуми можуть проводитись за допомогою таких методів:

- письмової контрольної роботи;
- складання тестів у електронній системі університету;
- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової контрольної роботи (додатково оголошується розподіл балів за

складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на колоквіум).

Метод написання та максимально дозволений час колоквіуму оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

Підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом складання диференційованого заліку за темами, що охоплюють весь курс дисципліни. Диференційований залік може проводитись за допомогою таких методів:

- письмової роботи;
- складання тестів у електронній системі університету;
- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на підсумковий контроль).

Метод та максимально дозволений час складання підсумкового контролю оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичного заняття, тестування, колоквіумів, захисту контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання), заліку.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Вивчення дисципліни за кредитно-модульною системою (КМС) студентами денної форми навчання проводиться у відповідності з положенням про кредитно-модульну систему організацію навчального процесу у ВНТУ. Нижче наведено трудомісткість дисципліни.

<i>Модуль 1</i>		<i>Модуль 2</i>	
Лаб. робота № 1	4	Лаб. робота № 5	7
Лаб. робота № 2	4	Лаб. робота № 6	7
Лаб. робота № 3	6	Лаб. робота № 8	7
Лаб. робота № 4	7		
СРС №1	4	СРС № 2	4
Колоквіум 1	25	Колоквіум 2	25
Сума за модуль 1	50	Сума за модуль 1	50
Сума за семестр 100			

13. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Загальна оцінка студента за результатами КМС залежить від суми набраних протягом теоретичного семестру балів (до 100 балів), і визначається за таблицею.

Якщо студент за результатами виконання завдання протягом семестру отримав бальну оцінку на рівні F, то він має право пройти повторний курс вивчення дисципліни відповідно до «Тимчасового положення про порядок

ліквідації академічної заборгованості, академічної різниці та надання платної послуги з проведення занять з вивчення окремої навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом».

Рівень компетентності	За національною шкалою	За шкалою ЕКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий) «5»	відмінно (90–100)	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.
III Достатній (конструктивний) «4»	добре «4+» (82–89)	B	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	добре «4» (75–81)	C	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.
II Середній (репродуктивний) «3»	задовільно «3+» (64–63)	D	Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при програмуванні застосовуються не найраціональніші рішення.
	задовільно «3» (60–63)	E	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.
I Низький «2»	«незадовільно з можливістю повторного складання» 2 (35–59)	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.
	«незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» 2 (0–34)	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі.

14. Рекомендована література

Базова

1. Таев И.С. Электрические аппараты. Общая теория. - М.: Энергия, 1977. – 270 с.
2. Электрическая часть станций и подстанций / Под ред. А.А.Васильева. – М.: Энергия, 1985.
3. Лесько В.Ц. Фізичні основи електричних апаратів. Навч. посібник. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2000 р. – С. 134.
4. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техн. – 3-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
5. Электрическая часть станций и подстанций: Учебник для вузов / Васильев, И.П.Крючков, Е.Ф.Наяшкова и др. // Под ред А.А.Васильева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 567 с.
6. Родштейн Л.А. Электрические аппараты. – Л.: Энергоиздат, 1981.
7. Зелінський В.Ц., Лагутін В.М. Електричні апарати. Лабораторний практикум. Навчальний посібник: ВДТУ, 2002. – 116 с.
8. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев та ін. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 449 с. ISBN 978-966-2007-38-1
9. Клименко Б.В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс : навчальний посібник. – Харків: Вид-во «Точка», 2012. – 340 с. ISBN 978-617-669-015-3

Додаткова

1. Лежнюк П.Д., Зелінський В.Ц. Електричні апарати розподільних установок. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 128 с.
2. Соболев С.Н. Расчет и конструирование низковольтной электрической аппаратуры: Учебник для техн. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 1981. – 224 с.
3. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения / Н.М.Адоньев, В.В.Афанасьев, И.М.Бортник и др.; Под ред. В.В.Афанасьева. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 544 с.
4. Чунихин А.А. Электрические аппараты. – М.: Энергия, 1975. – 647 с.
5. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. – 13-е изд. – М.: Энергия, 1987. – 224 с.
6. Электротехнический справочник. – М.: Энергоиздат, 1980. – т. 1. – 520 с.
7. Электротехнический справочник. – М.: Энергоиздат, 1981. – т. 2. – 640 с.

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
2. Енергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>
3. <http://any-book.org/download/68591.html/>
4. <http://window.edu.ru/resource/262/75262/>