

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

ЗБІРНИК ЗАДАЧ З ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

За редакцією
А.Ю.Воробкевича і О.І.Шегедина

2-ге видання , стереотипне

Допущено Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів електротехнічних та
електромеханічних спеціальностей вищих навчальних закладів

Львів
«Новий Світ–2000»
2020

ББК 31.213
УДК 621.3(076.1)

Допущено Міністерством освіти і науки України

Рецензенти:

Л.А.Синицький, *доктор технічних наук, професор, Львівський національний університет ім. І.Франка.*

В.І.Сенько, *доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут".*

Л.С.Копчак, *кандидат технічних наук, доцент, Національний університет "Львівська політехніка".*

Автори: Воробкевич А.Ю., Маляр В.С., Совин Р.Я., Соколовський М.О., Стахів П.Г., Шегедин О.І.

Відповідальний за випуск: проф. Стахів П.Г.

Збірник задач з теоретичних основ електротехніки. : Навч. посібник для студентів електротехнічних та електромеханічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Воробкевич А.Ю., Маляр В.С., Совин Р.Я., Соколовський М.О., Стахів П.Г., Шегедин О.І. За редакцією Воробкевича А.Ю., Шегедина О.І. – Львів: «Новий Світ-2000», 2020.–224 с.

ISBN 966-7827-48-8

У збірнику подані задачі з фізичних основ електротехніки, аналізу лінійних електричних кіл постійного і змінного періодичного струму та трифазних кіл, які охоплюють матеріал навчальної програми першого семестру вивчення дисципліни "Теоретичні основи електротехніки". Кожний розділ містить основні положення і співвідношення та приклади розв'язування типових задач. Для всіх задач наведені відповіді.

Збірник задач призначений для студентів електротехнічних та електромеханічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

ББК 31.213
УДК 621.3(076.1)

© Воробкевич А.Ю., Маляр В.С., Совин Р.Я.,
Соколовський М.О., Стахів П.Г., Шегедин О.І., 2020
© «Новий Світ-2000», ФОП Піча С.В, 2020

ЗМІСТ

Передмова	5
Розділ 1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ	7
1.1. Основні положення	7
1.2. Приклади розв'язування задач	18
1.3. Задачі	20
Розділ 2. ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	27
2.1. Основні положення	27
2.1.1. Елементи електричного кола. Схеми сполучення та заступні схеми електричних кіл	27
2.1.2. Закон Ома. Закони Кірхгофа	28
2.1.3. Методи розрахунку складних кіл постійного струму	29
2.2. Приклади розв'язування задач	33
2.3. Задачі	36
Розділ 3. ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ	55
3.1. Основні положення	55
3.1.1. Синусоїдні електричні величини	55
3.1.2. Діюче та середнє за модулем значення синусоїдної електричної величини	55
3.1.3. Векторне відображення синусоїдних величин	56
3.1.4. Відображення синусоїдних величин комплексними числами	56
3.1.5. Поняття про опори та провідності в колі синусоїдного струму	57
3.1.6. Амплітудні та фазові співвідношення для основних елементів електричного кола	61
3.1.7. Закони Кірхгофа	62
3.1.8. Розрахунок послідовного і паралельного сполучення опорів у колі синусоїдного струму	63
3.1.9. Розрахунок електричних кіл синусоїдного струму за допомогою комплексних чисел	63
3.1.10. Потужність у колі синусоїдного струму	63
3.2. Приклади розв'язування задач	64
3.3. Задачі	69

Розділ 4. ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ІЗ ВЗАЄМОІНДУКТИВНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ ТА РЕЗОНАНСНІ ЯВИЩА	97
4.1. Основні положення	97
4.1.1. Рівняння індуктивно зв'язаних котушок	97
4.1.2. Заміна магнетного зв'язку між котушками електричним зв'язком	99
4.1.3. Передача енергії між індуктивно зв'язаними котушками..	99
4.1.4. Резонансні явища в електричному колі змінного струму..	100
4.2. Приклади розв'язування задач	104
4.3. Задачі	111
Розділ 5. ТРИФАЗНІ ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА	134
5.1. Основні положення	134
5.1.1. Трифазні електричні кола та їх розрахунок	134
5.1.2. Метод симетричних складових	140
5.2. Приклади розв'язування задач	143
5.3. Задачі	149
Розділ 6. ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА НЕСИНУСОЇДНОГО СТРУМУ	176
6.1. Основні положення	176
6.2. Приклади розв'язування задач	181
6.3. Задачі	194
ВІДПОВІДІ	213
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	223

ПЕРЕДМОВА

Збірник задач є навчальним посібником з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки (ТОЕ)". Обсяг та зміст задач за тематикою відповідає програмі першої частини дисципліни "Теоретичні основи електротехніки" для електротехнічних та електромеханічних спеціальностей. У збірнику відображено багатолітній досвід використання задач як на семінарських заняттях, так і для самостійного опрацювання.

При формуванні задач були використані з необхідною корекцією методологічні засади, що застосовувалися в розроблених колективом кафедри теоретичної та загальної електротехніки Львівського політехнічного інституту навчальних посібниках за редакцією М.Г.Максимовича та І.Б.Куделька [7] та за редакцією П.П.Газдайки [8]. Основна мета посібника – надання допомоги студентам у вивченні дисципліни ТОЕ в умовах зростання ролі самостійної роботи. З цією метою на початку кожного розділу в стислій, але максимально доступній формі подано теоретичний матеріал, яким необхідно володіти для розв'язання задач. По-друге, в кожному розділі дано розв'язання типових задач із необхідними поясненнями. У кінці збірника до всіх задач подані відповіді.

До збірника увійшли задачі за наступними шести розділами: розділ 1 "Фізичні основи електротехніки" – автор доцент А.Ю.Воробкевич; розділ 2 "Лінійні електричні кола постійного струму" – автори професор П.Г.Стахів, доцент М.О.Соколовський; розділ 3 "Лінійні електричні кола синусоїдного струму" – автори професор П.Г.Стахів, доцент Р.Я.Совин; розділ 4 "Лінійні електричні кола із взаємоіндуктивними зв'язками та резонансні явища" – автори професор В.С.Маляр, доцент Р.Я.Совин; розділ 5 "Трифазні лінійні електричні кола" (включно з методом симетричних складових) – автори професор В.С.Маляр, доцент О.І.Шегедин; розділ 6 "Лінійні електричні кола несинусоїдного струму" – автор доцент О.І.Шегедин.

Задачі в кожному розділі розташовані за ознакою зростання їх складності. У кінці розділів 2,4,5,6 подані задачі підвищеної складності, позначені зірочкою. Ці задачі складені доцентами А.Ю.Воробкевичем та Р.Я.Совином і входили в конкурсні завдання Всеукраїнської студентської олімпіади з ТОЕ 1997-2002 рр. на її першому та заключному етапах. Більшість задач присвячено прямому аналізу електричних кіл, проте подано і задачі комбінованого типу. До збірника увійшло 547 задач, у тому числі 44 підвищеної складності.

У збірнику всі літерні позначення фізичних величин і комплексів прийнято у відповідності з вимогами ISO та Держстандарту України. На рисунках стрілкування подається стосовно миттєвих або комплексних

значень напруги чи струму. Кути в аргументах синусоїдних величин подаються як у градусах, так і в радіанах. Нумерація формул та рисунків у теоретичній частині розділу та розв'язаних прикладах наступна: перша літера В, друга літера (цифра) - номер розділу, а далі в порядку розташування подаються порядкові номери формул, рисунків та розв'язаних задач.

Нумерація задач, які підлягають розв'язанню, та рисунків до них наступна: перша літера номер розділу, а наступні порядковий номер задачі чи рисунка. Порядкові номери задач та рисунків до них можуть не збігатися, бо деякі задачі подаються без рисунків. Опори вольтметра та обвитки напруги ватметра чи фазометра в задачах приймаються рівними нескінченності, а опори амперметра та струмової обвитки ватметра чи фазометра рівними нулю, якщо в задачі не вказані інші параметри вимірювальних приладів. Амперметри та вольтметри змінного струму в задачах вимірюють діючі значення відповідно струмів та напруг, якщо не вказане інше їх функціональне призначення.

Автори глибоко вдячні рецензентам: професору В.І.Сеньку, професору Л.А.Синицькому та доценту Л.С.Копчаку за цінні зауваження та рекомендації. За технічне оформлення посібника автори висловлюють подяку Л.В.Акуловій, Д.І.Бойко, С.Г.Самойловій та всім, хто допомагав у цій роботі.