

## ЗМІСТ

Умовні позначення .....	10
Основні скорочення.....	13
Передмова .....	14
Вступ.....	15
<b>Розділ 1. Електроенергетика та засади ефективного енерговикористання.....</b>	<b>17</b>
1.1. Розвиток електротехніки та електроенергетики .....	17
1.1.1. Електрика стародавнього світу.....	18
1.1.2. Розвиток електротехніки в новий час.....	21
1.1.3. Розвиток електроенергетики.....	28
1.2. Енергетичні кризи як поштовх до енергоощадності .....	29
1.3. Енергоспоживання та енергоемність економіки.....	32
1.4. Показники енергетичної ефективності .....	36
Приклад 1.1 .....	38
Приклад 1.2 .....	38
Контрольні запитання .....	39
<b>Розділ 2. Ланцюг перетворення енергії. Електрична енергія та її споживачі.....</b>	<b>40</b>
2.1. Енергетичний ланцюг та енергетична цінність ПЕР .....	42
2.2. Споживачі електричної енергії.....	45
2.2.1. Розвиток споживачів електричної енергії.....	45
2.2.2. Поняття споживача та приймача електричної енергії .....	48
2.3. Характеристика приймачів і споживачів електричної енергії.....	49
2.3.1. Графіки електричного навантаження.....	49
2.3.2. Розрахункові величини навантаження .....	52
Приклад 2.1 .....	56
Приклад 2.2 .....	57
Контрольні запитання .....	59
<b>Розділ 3. Заощадження електричної енергії в елементах системи електропостачання.....</b>	<b>60</b>
3.1. Структура системи електропостачання .....	60
3.2. Елементи ЕПС змінного струму.....	62
3.2.1. Лінії електропередачі змінного струму.....	62
3.2.2. Силові трансформатори.....	67
3.3. Елементи ЕПС постійного струму .....	76

3.3.1. Лінії електропередачі постійного струму.....	76
3.3.2. Електропередачі постійного струму.....	77
Приклад 3.1 .....	81
Приклад 3.2 .....	82
Контрольні запитання.....	83
<b>Розділ 4. Перетоки реактивної потужності та рівень втрат електричної енергії.....</b>	<b>84</b>
4.1. Поняття реактивної потужності.....	84
4.1.1. Характеристика приймачів електроенергії.....	88
4.2. Негативні явища, пов'язані з передаванням реактивної потужності.....	88
4.3. Зниження перетоків реактивної потужності.....	89
4.3.1. Заходи зменшення споживання реактивної потужності.....	90
4.3.2. Застосування засобів компенсації реактивної потужності.....	91
4.4. Пристрої компенсації реактивної потужності.....	92
4.4.1. Синхронні компенсатори та синхронні двигуни.....	93
4.4.2. Шунтові конденсаторні батареї та реактори.....	94
4.4.3. Статичні компенсатори опосередкованого регулювання.....	95
4.4.4. Статичні компенсатори безпосереднього регулювання.....	96
4.5. Розподіл компенсувальних пристроїв у мережі.....	98
4.5.1. Розподіл компенсувальних устав у радіальній мережі.....	98
4.5.2. Розподіл конденсаторів у магістральній мережі.....	100
Приклад 4.1 .....	102
Приклад 4.2 .....	103
Контрольні запитання.....	104
<b>Розділ 5. Якість електричної енергії.....</b>	<b>106</b>
5.1. Якість електричної енергії та її показники.....	106
5.2. Показники якості електричної енергії, за які відповідальна енергосистема.....	108
5.2.1. Відхилення частоти.....	108
5.2.2. Змінення (відхилення) напруги.....	110
5.2.3. Коливання (флуктуації) напруги, флікер.....	115
5.2.4. Провал напруги.....	118
Приклад 5.1.....	119
Контрольні запитання.....	121
<b>Розділ 6. Несиметрія трифазної системи напруг.....</b>	<b>122</b>
6.1. Виникнення несиметрії в ЕПС.....	123

6.1.1. Виникнення несиметрії в нормальних робочих режимах.....	123
6.1.2. Виникнення несиметрії в аварійних режимах .....	125
6.2. Обчислення напруг та струмів послідовностей.....	125
6.3. Нормування несиметрії напруг .....	128
6.4. Вплив несиметрії напруг та струмів .....	129
6.5. Засоби зниження несиметрії напруг .....	134
6.5.1. Застосування схемних вирішень .....	134
6.5.2. Застосування симетрувальних пристроїв .....	134
6.5.3. Трансформатор із пофазним регулюванням .....	138
Приклад 6.1 .....	139
Приклад 6.2 .....	139
Приклад 6.3 .....	142
Контрольні запитання .....	143
<b>Розділ 7. Несинусоїдність струму у мережі та засоби зниження негативного впливу .....</b>	<b>144</b>
7.1. Вищі гармоніки та несинусоїдність періодичних функцій.....	144
7.2. Розрахунок показників несинусоїдності .....	146
7.2.1. Розклад несинусоїдної функції в ряд Фур'є.....	147
7.2.2. Параметри несинусоїдних струму та напруги .....	149
7.2.3. Показники несинусоїдності .....	150
7.3. Потужності в колі періодичного несинусоїдного струму.....	152
7.4. Негативний вплив вищих гармонік на елементи ЕПС .....	153
7.4.1. Додаткові втрати потужності .....	153
7.4.2. Старіння ізоляції.....	157
7.5. Засоби зниження рівнів вищих гармонік.....	159
7.5.1. Фільтрувальні пристрої та їх призначення.....	160
7.5.2. Функція розділення навантаження .....	160
7.5.3. Ланцюгові фільтро-компенсувальні пристрої .....	162
7.5.4. Застосування активних фільтрів .....	163
Приклад 7.1 .....	166
Приклад 7.2 .....	167
Контрольні запитання .....	168
<b>Розділ 8. Електроосвітлювальні устави як споживачі електричної енергії .....</b>	<b>169</b>
8.1. Електросвітлові устави та їх класифікація.....	169
8.2. Основні світлові величини .....	170
8.2.1. Кількісні показники.....	170

8.2.2. Якісні показники освітлення.....	172
8.3. Електричні джерела світла.....	173
8.3.1. Лампи розжарювання.....	175
8.3.2. Люмінесцентні лампи.....	176
8.3.3. Газорозрядні лампи високого тиску.....	177
8.3.4. Світлодіодні лампи.....	177
8.4. Освітлювальні пристрої.....	181
8.5. Заощадження електричної енергії в освітлювальних уставах.....	182
8.5.1. Заходи підвищення енергоефективності на стадії проектування.....	182
8.5.2. Заходи підвищення енергоефективності чинних систем.....	183
Приклад 8.1.....	188
Приклад 8.2.....	188
Контрольні запитання.....	189
<b>Розділ 9. Промислові електромеханічні устави. Привідні електричні двигуни.....</b>	<b>190</b>
9.1. Електромеханічні устави промислових підприємств.....	190
9.1.1. Історія становлення.....	191
9.1.2. Електричний привод.....	192
9.2. Електричні машини.....	193
9.2.1. Асинхронні машини.....	193
9.2.2. Синхронні машини.....	198
9.2.3. Синхронні двигуни з постійними магнітами.....	200
9.2.4. Двигуни постійного струму.....	202
9.3. Підвищення ефективності електродвигунів.....	206
9.3.1. Заміна недовантажених електродвигунів двигунами меншої потужності.....	206
9.3.2. Зниження напруги живлення.....	208
9.3.3. Використання автоматичних обмежувачів неробочого режиму.....	209
9.3.4. Впровадження енергоефективних двигунів.....	210
Приклад 9.1.....	212
Приклад 9.2.....	213
Контрольні запитання.....	214
<b>Розділ 10. Механічна частина електроприводу. Помпові устави.....</b>	<b>215</b>
10.1. Механічна частина електроприводу.....	215
10.1.1. Механічна характеристика виконавчого органу робочої машини.....	216
10.1.2. Узгодження характеристик виконавчих механізмів і приводних двигунів.....	217
10.2. Помпові устави.....	218

10.3. Класифікація pomp та їх характеристики .....	220
10.3.1. Лопатеві помпи .....	221
10.3.2. Помпи тертя .....	225
10.4. Заощадження енергії в помпових уставах .....	227
10.4.1. Підвищення коефіцієнта корисної дії помпи .....	227
10.4.2. Покращення завантаження pomp .....	227
10.4.3. Зменшення втрат та витрат води .....	228
10.4.4. Впровадження частотно-регульованого електроприводу .....	230
Приклад 10.1 .....	232
Приклад 10.2 .....	233
Приклад 10.3 .....	234
Контрольні запитання .....	236
<b>Розділ 11. Енергозаощадження у вентиляційних системах .....</b>	<b>237</b>
11.1. Системи вентиляції .....	237
11.2. Вентилятори .....	238
11.3. Характеристики вентиляційної мережі .....	241
11.4. Розрахунок вентиляційних устав .....	245
11.4.1. Необхідна кратність повітрообміну .....	245
11.4.2. Вибір вентилятора .....	247
11.4.3. Вибір приводного двигуна .....	248
11.5. Заощадження енергії у вентиляційних уставах .....	249
11.5.1. Заміна вентиляторів старих типів на сучасні .....	250
11.5.2. Енергоефективне регулювання продуктивності вентиляторів .....	250
11.5.3. Усунення дефектів під час експлуатації вентиляційних устав .....	254
11.5.4. Впровадження автоматичного керування вентиляційними уставами .....	254
Приклад 11.1 .....	255
Контрольні запитання .....	255
<b>Розділ 12. Промислові електротехнологічні устави та оцінювання їхньої ефективності ...</b>	<b>257</b>
12.1. Електротехнологічні устави промислових підприємств .....	257
12.1.1. Електротехнологічні процеси та устави .....	257
12.1.2. Історичний розвиток .....	258
12.2. Класифікація електротехнологічних устав .....	260
12.2.1. Електротермічні устави .....	261
12.2.2. Електрозварювальні устави .....	262
12.2.3. Електрохімічні устави .....	262

12.2.4. Електрофізичні устави.....	263
12.2.5. Електрокінетичні устави .....	264
12.3. Електротехнологічні устави як приймачі електричної енергії .....	264
12.4. Оцінка ефективності ЕТУ .....	265
Приклад 12.1.....	266
Контрольні запитання.....	267
<b>Розділ 13. Електротермічні устави резистивного нагрівання .....</b>	<b>269</b>
13.1. Принцип дії та устаткування ЕТУ резистивного нагрівання.....	270
13.1.1. Конструкційне виконання печей резистивного нагрівання .....	271
13.1.2. Електрообладнання електротермічних устав резистивного нагрівання .....	275
13.2. Печі резистивного нагрівання – режими та оцінка ефективності .....	278
13.2.1. Режими роботи печей .....	278
13.2.2. Споживання енергії та потужність печі .....	279
13.2.3. Теплові втрати через футерівку печі .....	280
13.2.4. Оцінка ефективності .....	283
13.3. Підвищення ефективності ЕТУ резистивного нагрівання .....	284
13.3.1. Зменшення теплових втрат .....	284
13.3.2. Збільшення продуктивності електропечей .....	288
13.3.3. Зменшення втрат на акумуляцію тепла та використання попереднього нагрівання виробів .....	290
13.3.4. Раціоналізація електричних та теплових режимів .....	293
Приклад 13.1.....	294
Приклад 13.2.....	296
Приклад 13.3.....	297
Контрольні запитання.....	298
<b>Розділ 14. Устави індукційного та діелектричного нагрівання.....</b>	<b>300</b>
14.1. Устави індукційного нагрівання.....	300
14.1.1. Індукційні плавильні печі .....	307
14.1.2. Індукційні нагрівальні устави .....	313
14.2. Устави діелектричного нагрівання.....	316
14.3. Устави індукційного та діелектричного нагрівання як приймачі електричної енергії .....	320
14.4. Енергозаощадження в індукційних уставах .....	320
Приклад 14.1.....	323
Контрольні запитання.....	324

<b>Розділ 15. Промислові революції, автоматизація та енергоефективність</b> .....	326
15.1. Промислові та інформаційні технології .....	326
15.1.1. Перша промислова революція .....	327
15.1.2. Друга промислова революція .....	329
15.1.3. Третя промислова революція .....	330
15.1.4. Інформаційні рівні виробництва .....	332
15.2. Четверта промислова революція .....	333
15.2.1. Кіберфізичні системи .....	334
15.2.2. Інтернет речей .....	335
15.2.3. Інтернет послуг .....	336
15.2.4. “Розумне виробництво” .....	336
15.3. “Розумні системи” у побуті .....	337
15.3.1. Кіберфізична система “розумний будинок” .....	337
15.3.2. “Розумний міський транспорт” .....	339
15.3.3. Від “розумного будинку” до “розумного міста” .....	339
Контрольні запитання .....	340
Список літератури .....	341
Предметний покажчик .....	343