

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

А. А. Мінченко, В. М. Яровий

КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ ЕНЕРГОСИСТЕМ ТА ПИТАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Навчальний посібник

*Затверджено редакційно-
видавничою радою
університету,
протокол № 3 від 28.12.2009 р.*

Харків НТУ «ХПІ» 2011

УДК 621.311 ББК 31.27я7 М62

Рецензенти:

О. Х. Горелік, д-р техн. наук, ст. наук, співроб., завідувач кафедри автоматизації енергосистем, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

П. Д. Лежнюк, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет.

Мінченко А. А.

М 62 Керування режимами енергосистем та питання автоматизації : навч. посіб. / А. А. Мінченко, В. М. Яровий. - Х. : НТУ «ХПІ», 2011.-192 с.

ISBN 978-966-593-941-2

Посібник познайомить з принципами оптимальності режиму енергосистем-ми та забезпечення стійкості паралельної роботи при великих та малих збурюючих впливах в енергосистемах. Наведено структуру, алгоритми функціонування та побудови систем автоматизованого та автоматичного керування при вирішенні зазначених задач.

Призначено для студентів спеціальностей «Електричні системи та мережі», «Системи керування виробництвом та розподілом електроенергії» та «Електричні станції».

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП	7

ЧАСТИНА ПЕРША

АВТОМАТИЗОВАНЕ Й АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ НОРМАЛЬНИМИ РЕЖИМАМИ ЕЕС..... 11

Розділ 1. Автоматизоване й автоматичне регулювання частоти та активної потужності..... 11

- 1.1.Режими роботи енергосистем і керування ними 11**
- 1.2.Про раціональне керування енергосистемою. 12**
- 1.3.Оптовий ринок електричної енергії України. 13**
- 1.4.Національна енергетична компанія (НЕК)
"Укренерго" - основа ОЕС України 15**

1.5. Основні поняття, що характеризують процеси в ЕЕС. Взаємозв'язок частоти й активної потужності	16
1.6. Загальні положення автоматизованого і автоматичного регулювання частоти і активної потужності	19
1.7. Первинні регулятори частоти обертання турбін	22
1.8. Характеристики регулювання частоти обертання турбін і електричної частоти мережі ..	23
1.9. Регулювання частоти первинними регуляторами частоти обертання турбін	25
1.10. Регулювання частоти за допомогою вторинних автоматичних регуляторів частоти	26
1.11. Автоматичне регулювання перетоків потужності	30
1.12. Математичне формулювання задачі оптимізації режиму ЕЕС	31
1.13. Метод Лагранжа	31
1.14. Питомі прирости витрат. Питомі видатки витрат	35
1.15. Реалізація розв'язання задачі оптимізації режиму ЕЕС з використанням математичного пакета MathCAD	37
1.16. Комплексне регулювання частоти і перетоків потужності	41
1.17. Керування активною потужністю і частотою ОЕС45 Контрольні запитання	47

Розділ 2. Автоматичне частотне розвантаження 49

2.1. Призначення й основні принципи виконання автоматичного частотного розвантаження	49
2.2. Запобігання помилковим вимиканням споживачів при короткочасних зниженнях частоти в енергосистемі	52
2.3. Автоматичне повторне вмикання після АЧР.	54
2.4. Схеми АЧР і ЧАПВ	54
2.5. Відділення власних потреб теплових електростанцій при зниженні частоти в енергосистемі	58
2.6. Автоматичний пуск гідрогенераторів при зниженні частоти в енергосистемі	60
Контрольні запитання	62

Розділ 3. Автоматичне вмикання синхронних генераторів на паралельну роботу 63

3.1.Способи синхронізації	63
3.2.Точна синхронізація.....	63
3.3.Самосинхронізація	65
3.4.Пристрої автоматичного вмикання генераторів на паралельну роботу	66
3.5.Синхронізатор з постійним часом випередження типу УБАС	67
3.6.Автоматичний синхронізатор типу СА-1	68
3.7.Пристрій напівавтоматичної самосинхронізації	72
Контрольні запитання	74

ЧАСТИНА ДРУГА

ПРОТИАВАРІЙНЕ АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ В ЕНЕРГОСИСТЕМАХ..... 75

Розділ 4. Задачі протиаварійного автоматичного керування ЕЕС 75

4.1.Збурюючі впливи на електроенергетичні системи	75
4.2.Протиаварійні керуючі діяння	76
4.3.Призначення і класифікація пристроїв протиаварійної автоматики.....	77
Контрольні запитання.....	80

Розділ 5. Засоби підвищення статичної і динамічної стійкості 81

5.1.Засоби підвищення статичної стійкості	81
5.2.Засоби підвищення динамічної стійкості.....	82
5.3.Основні положення Керівних вказівок щодо стійкості енергосистем ..,	90

Контрольні запитання.....	92
---------------------------	----

Розділ 6. Структура пристроїв ПА для запобігання порушенню стійкості	93
6.1. Загальні принципи виконання систем ПА	93
6.2. Децентралізований комплекс АЗПС вузла потужної електростанції	93
6.3. Децентралізований комплекс АЗПС міжсистемного транзиту	
6.4. Структурна побудова централізованого комплексу АЗПС	96
6.5. Варіанти структурних схем централізованих комплексів АЗПС	99
6.6. Загальні принципи виконання централізованих систем ПА	101
Контрольні запитання	104

Розділ 7. Режимні принципи протиаварійної автоматики, що запобігає порушенню стійкості	105
7.1. Особливості АЗПС	105
7.2. Запобігання порушенням стійкості в енергооб'єднанні найпростішої структури	106
7.3. Області статичної стійкості енергосистеми...	109
7.4. Процедура розрахунку граничного режиму без врахування саморозгойдування	112
7.5. Використання результатів розрахунку граничного режиму	119
Контрольні запитання.....	123

Розділ 8. Алгоритми централізованих комплексів ПА..	124
8.1. Розробка Енергомережпроекту (алгоритм 1)	124
8.2. Розробка НДПС (алгоритм 2)	126
8.3. Варіант рішення централізованого комплексу АЗПС з дозуванням керуючих діянь за алгоритмом І-ДО	132

Контрольні запитання.....	136
Розділ 9. Асинхронний режим і пристрої автоматичної ліквідації асинхронного режиму	137
9.1. Загальні положення.....	137
9.2. Способи ліквідації асинхронного режиму.....	139
9.3. Принципи виконання пристроїв автоматичної ліквідації асинхронного режиму ...	140
9.4. Пристрій АЛАР, розроблений Енергомережпроект	140
9.5. Спосіб наближеного визначення положення ЕЦХ146	
Контрольні запитання.....	147

Розділ 10. Пристрої автоматичного обмеження підвищення напруги.....	148
10.1. Причини виникнення перенапруг	148
10.2. Пристрій автоматичного обмеження підвищення напруги на лінії.....	150
10.3. Автоматика шунтувального реактора з іскровим проміжком.....	153
Контрольні запитання.....	155

ЧАСТИНА ТРЕТЯ

АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ І ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ (НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ ОЦІНОК) 156

Розділ 11. Мікропроцесорні автоматизовані й автоматичні системи керування енергетичними об'єктами.....	156
11.1. Призначення і здійснення автоматичного керування електростанціями.....	156
11.2. Мікропроцесорна автоматизована система керування ГЕС.....	158
11.3. Мікропроцесорна автоматизована система керування ТЕС	161
11.4. Цифрова автоматична система	

керування частотою й активною потужністю ЕЕС	169
Контрольні запитання	173

Розділ 12. Особливості керуючих пристроїв

І систем	174
протиаварійної автоматики.....	
12.1. Основні функції систем протиаварійної автоматики на основі сучасних оцінок.....	174
12.2. Функціонування і розвиток АЗПС	177
Контрольні запитання	182
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	183