

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

На правах рукопису

Черкашина Галина Ігорівна

УДК 621.311

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ
НАВАНТАЖЕННЯМ У ПОБУТОВОМУ СЕКТОРІ

Спеціальність 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник:
Лазуренко Олександр
Павлович,
кандидат технічних наук,
професор

Харків – 2015

ЗМІСТ

Перелік прийнятих скорочень.....	6
Вступ.....	7
1 Методи забезпечення енергоефективності систем електропостачання побутового сектору.....	15
1.1 Побутовий сектор як елемент системи електропостачання.....	15
1.2 Фактичні втрати електроенергії при передачі.....	16
1.2.1 Змінні розрахункові втрати електроенергії в ЛЕП.....	18
1.2.2 Змінні розрахункові втрати електроенергії в трансформаторах.....	19
1.2.3 Умовно постійні розрахункові втрати електроенергії в трансформаторах розподільчої мережі.....	20
1.2.4 Розрахункові втрати електроенергії в інших елементах мережі.....	21
1.2.5 Структурно-балансова модель розподільчої мережі.....	22
1.3 Управління навантаженням.....	25
1.3.1 Методи вирівнювання графіків електричного навантаження.....	28
1.4 Огляд технічних рішень реалізації управління енергоспоживанням.....	32
1.4.1 Централізоване управління споживачами на тональних частотах.....	32
1.4.2 Централізоване управління споживачами по радіо на середніх і довгих частотах.....	34
1.4.3 АСКОЕ побутових споживачів закордоном.....	36
1.4.4 АСКОЕ побутових споживачів в Україні.....	38
1.5 Управління попитом на електричну енергію США.....	42
1.5.1 Диференційована тарифікація за часом використання (Time-	

of-Use Pricing).....	44
1.5.2 Тарифікація в режимі реального часу (Real-Time Pricing).....	45
1.6 Аналіз основних шляхів усунення несиметрії напруг і струмів в системах електропостачання.....	49
2 Економічний ефект від вирівнювання графіку електричного навантаження з боку споживача.....	52
2.1 Порядок розрахунку роздрібних тарифів на електричну енергію для побутових споживачів.....	52
2.2 Формування середньої закупівельної ціни на електричну енергію.....	52
2.3 Можливості зниження середньодобової закупівельної ціни на електричну енергію	54
2.3.1 Зниження середньодобової закупівельної ціни на електричну енергію за рахунок зниження ціни на електричної енергії одержаної від ТЕС.....	55
2.3.2 Зниження середньодобової закупівельної ціни на електричну енергію за рахунок зміни участі у покритті графіку навантаження джерел генерації.....	56
2.4 Фізичний ресурс побутового навантаження для надання послуг «регулювання».....	59
2.5 Обчислення економічного коефіцієнту нормативних технологічних витрат електроенергії в мережах, якими вона пройшла до кінцевого споживача.....	61
2.6 Зниження економічного коефіцієнту нормативних технологічних витрат електроенергії	64
2.6.1 Зниження змінних розрахункових витрат електроенергії в ЛЕП.....	65
2.6.2 Зниження розрахункових витрат електроенергії в інших елементах мережі.....	66

2.6.3 Зниження умовно-постійних розрахункових втрат електроенергії в трансформаторах розподільчої мережі.....	68
2.6.4 Зниження змінних розрахункових втрат електроенергії в трансформаторах.....	69
2.7 Методика визначення значення знижки до тарифу для побутових споживачів-регуляторів.....	71
2.7.1 Визначення втрат в електричній мережі 2 класу напруги побутових об'єктів, які обумовлені опором струмоведучих частин та характером навантаження споживача.....	74
2.7.2 Визначення дисперсійного коефіцієнту графіку електричного навантаження джерела живлення побутових об'єктів до вирівнювання та після.....	74
2.7.3 Визначення поточного тарифу на електричну енергію	83
2.7.4 Визначення вартості одного незадоволеного запиту на включення споживача-регулятора.....	83
2.7.4.1 Економія від переносу 1 кВт потужності в зону мінімального споживання.....	83
2.7.4.2 Вартість одного незадоволеного запиту на включення перенесеного 1 кВт потужності в зону мінімального споживання.....	85
2.7.4.3 Значення потужності споживачів-регуляторів, яке обумовило можливість переносу 1 кВт потужності в зону мінімального споживання.....	86
3 Вирівнювання графіку електричного навантаження енергосистеми за рахунок побутових споживачів-регуляторів.....	88
3.1 Забезпечення балансу електричної потужності в енергосистемах.....	88
3.2 Графіки навантаження у побуті.....	92
3.3 Об'єкт управління.....	93
3.4 Рішення задачі вирівнювання.....	94

3.5 Система управління електроспоживанням житлового будинку...	97
3.6 Характеристики споживачів-регуляторів.....	99
3.7 Пристрій керування електричним навантаженням.....	108
4 Симетрування режимів системи електропостачання за рахунок побутових споживачів-регуляторів.....	110
4.1 Модель системи електропостачання.....	110
4.2 Визначення коефіцієнту несиметрії за нульовою послідовністю.....	111
4.3 Фільтр симетричних складових.....	112
4.4 Управління режимами споживання електричної енергії за симетрією.....	116
4.5 Вибір регулятора системи управління.....	117
4.6 Синтез нечіткого регулятора.....	119
4.6.1 Формалізація вихідних умов.....	119
4.6.2 Формалізація завдання.....	125
4.6.3 Композиція.....	126
4.7 Похибка та стійкість процесу симетрування.....	127
5 Верифікація методів управління електричним навантаженням у побуті.....	130
5.1 Система електропостачання із можливістю симетрування режимів системи електропостачання.....	130
5.2 Верифікація пріоритетно-крокового методу.....	133
5.3 Верифікація методу управління при несиметричних режимах систем електроспоживання побутового сектору.....	134
Висновки.....	136
Література.....	138
Додаток А.....	154