МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(назва факультету, інституту)

електропостачання
(назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 621.311

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ ***В.А. Попов***
(підпис) (ініціали, прізвище)

"___"_____20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності *141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*
(код і назва спеціальності)

спеціалізація *«Енергетичний менеджмент та енергоефективність»*
(код і назва спеціальності)

на тему: *« Керування управління попитом кінцевих споживачів на лібералізованому ринку електричної енергії»*

Виконав: студент _2_ курсу, групи ____ОН-з91мп_____

Кононенко Лев Олександрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник *канд. техн. наук, доцент Коцар О.В.* _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали (підпис)

Нормоконтроль *ас. Прокопенко І.Д.* _____
(вчена ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент *директор ТОВ «УКРТОРГ ЕНЕРДЖИ» Литвинчук В.І.* _____
(вчена ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2020

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Факультет (інститут) *Інститут енергозбереження та енергоменеджменту*
(повна назва)

Кафедра _____*електропостачання*_____
(повна назва)

Освітньо-кваліфікаційний рівень _____*другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою* _____

Спеціальність *141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,*

спеціалізація _*«Енергетичний менеджмент та енергоефективність»*_____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов
«___»_____20___р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студентці

_____*Кононенко Леву Олександровичу*_____
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема дисертації __*«Керування управління попитом кінцевих споживачів на лібералізованому ринку електричної енергії»*_____

Науковий керівник ____*Коцар О.В., канд. техн. наук, доцент* _____**,**
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від *«03»* листопада *2020 р. №3198-с*

2. Термін подання студентом дисертації _____*10 грудня 2020 р.*_____

3. Об’єкт дослідження ___*Ринок електричної енергії України, інформаційна взаємодія суб’єктів ринку, попит та пропозиція на ринку електроенергії, методи управління попитом.*

4. Предмет дослідження___*Методи та засоби формування, управління і обміну даними комерційного обліку електричної енергії та моніторингу енерговикористання в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії.*_____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:
1)розглянути теоретичні основи функціонування ринку електричної енергії в Україні;
2) проаналізувати теперішній стан ринку електроенергії, взаємовідносини суб'єктів ринку, попит та пропозицію електричної енергії;
3) дослідити методи та засоби формування, управління та обміну даними комерційного обліку;
4) дослідити методи та засоби управління попитом з боку споживачів на ринку електроенергії;
5) розробити теоретичні засади і практичну реалізацію комплексного енергомоніторингу та формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом в умовах лібералізованого ринку електричної енергії України на базі багатофункціональної АСКОЕ кінцевого споживача
6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу *презентація – наочні матеріали за результатами дослідження*
7. Орієнтовний перелік публікацій *Результати досліджень повинно бути апробовано принаймні на двох науково-практичних конференціях та видано принаймні в одному фаховому виданні*
8. Дата видачі завдання *29 травня 2020 р.*

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Постановка мети, завдання, визначення об'єкту та предмету дослідження	01.06.2020 – 10.06.2020	
2	Теоретичні засади функціонування ринку електроенергії	10.06.2020-10.07.2020	
3	Теоретичні основи обліку споживання електричної енергії	10.07.2020-05.08.2020	
4	Послідовність побудови обліку електроенергії	05.08.2020-01.09.2020	
5	Розроблення стартап-проекту з вдосконалення комплексного енергомоніторингу	01.09.2020-15.09.2020	
6	Формулювання висновків	15.09.2020-30.09.2020	
7	Оформлення дисертації	30.09.2020-10.10.2020	
8	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	10.10.2020-25.10.2020	
9	Попередній захист МД	10.12.2020	
10	Захист дисертації	22.12.2020	

Студент _____ *Л.О. Кононенко*
(підпис) (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації _____ *О.В. Коцар*
(підпис) (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи: дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 123 сторінки, 26 рисунків, 24 таблиці, переліку використаних джерел з 40 найменувань.

Актуальність роботи. Розвиток ринкових відносин в електроенергетичній галузі України сьогодні пов'язаний з впровадженням повномасштабної конкурентної моделі функціонування ринку електричної енергії. Купівля та продаж електричної енергії в Україні здійснюються в умовах постійного та неперервного у часі забезпечення балансу генерації та споживання електричної енергії.

Стрімке підвищення цін на паливо та фізичне зношення переважної частини енергоблоків на тлі нестачі коштів на реконструкцію існуючих та будівництво нових маневрених генеруючих потужностей ОЕС України визначає актуальність пошуку нових ефективних рішень, спрямованих на збалансування Об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України. Світова практика доводить, що одним зі шляхів розв'язання цієї проблеми є реалізація комплексного енергомоніторингу та формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом на базі точних, цілісних, достовірних та актуальних даних обліку електричної енергії, що надаються багатофункціональними АСКОЕ.

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України через вдосконалення методів та засобів комплексного енергомоніторингу та формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом.

Об'єкт дослідження: лібералізовані ринки електричної енергії, лібералізований ринок електричної енергії України, ринкові процеси, інформаційна взаємодія суб'єктів ринку, попит та пропозиція на ринку електроенергії, АСКОЕ кінцевих споживачів.

Предмет дослідження: методи та засоби формування, управління і обміну даними комерційного обліку електричної енергії, енергомоніторингу та управління попитом в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України.

Для досягнення поставленої мети в дисертації поставлено та розв'язано такі завдання:

1. Досліджені теоретичні засади функціонування ринку електроенергії, стан впровадження ринку допоміжних послуг (РДП) в Україні, а також нормативно–правове забезпечення функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України, зокрема, в частині надання кінцевими споживачами допоміжних послуг з управління попитом.

2. Досліджені теоретичні основи обліку споживання електричної енергії та комплексного енергомоніторингу на базі багатофункціональної АСКОЕ кінцевого споживача, методи та засоби формування, управління та обміну даними комерційного обліку, проаналізований методологічний підхід до керування електроспоживанням.

3. Досліджена послідовність побудови обліку електроенергії, розроблено структурну схему багатофункціональної АСКОЕ кінцевого споживача, алгоритми формування, управління та обміну даними комерційного обліку між АСКОЕ суб'єктів лібералізованого ринку електричної енергії України, проведено моделювання керування попитом на електричну енергію активного споживача.

4. Розроблено стартап-проект з вдосконалення комплексного енергомоніторингу за результатами досліджень, зокрема, опис ідеї, технологічний аудит ідеї проекту, аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту, розроблення ринкової стратегії просування проекту та маркетингової політики.

Методи дослідження: метод порівняльного і структурного аналізу, статистичний метод; SWOT-аналіз.

Інформаційну базу дослідження становлять: законодавчі та нормативні акти України та міжнародних організацій; статистичні дані Державного комітету

статистики України; монографічні дослідження та наукові публікації з питань керування електроспоживання на підприємстві, Інтернет – ресурси.

Наукова новизна: полягає в розробці моделі вдосконалення комплексного енергомоніторингу та формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом в умовах лібералізованого ринку України на базі багатофункціональної АСКОЕ.

Практична цінність: полягає в застосуванні розробленої моделі для зменшення електроспоживання та підвищення ефективності енерговикористання кінцевого споживача на базі АСКОЕ.

Апробація результатів роботи – матеріали роботи за темою «Аналіз методів управління попитом в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України» доповідались на III Науково-технічній конференції магістрів ІЕЕ.

Публікації за тематикою досліджень: матеріали роботи за темою «Аналіз методів управління попитом в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України» публікуються.

Ключові слова: ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГІЯ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЛЬНИК, СПОЖИВАЧ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГОМОНІТОРИНГ, РИНОК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ.

ABSTRACT

Structure and scope of work: the dissertation consists of an introduction, 4 sections, conclusions, a list of used sources. The total volume of work is 123 pages, 26 figures, 24 tables, a list of used sources of 40 items.

Relevance of work. The development of market relations in the electricity sector of Ukraine today is associated with the introduction of a full-scale competitive model of the electricity market. The purchase and sale of electricity in Ukraine are carried out in conditions of constant and continuous in time ensuring the specified balance of generation and consumption of electricity.

The rapid rise in fuel prices and physical wear and tear of most power units due to lack of funds for the reconstruction of existing and construction of new shunting generating capacity of UES of Ukraine determines the urgency of finding new effective solutions to balance the Unified Energy System (UES) of Ukraine. World practice proves that one of the ways to solve this problem is the implementation of comprehensive energy monitoring and the formation of information support for demand management tasks based on accurate, holistic, reliable and up-to-date electricity metering data provided by multifunctional ASKOE.

The purpose of the work is to increase the efficiency of the liberalized electricity market of Ukraine through the improvement of methods and means of integrated energy monitoring and the formation of information support for demand management tasks in the conditions.

Object of research: liberalized electricity markets, liberalized electricity market of Ukraine, market processes, information interaction of market participants, supply and demand in the electricity market, ASKOE of end consumers.

Subject of research: methods and means of formation, management and data exchange of commercial electricity metering, energy monitoring and demand management in the conditions of functioning of the liberalized electricity market of Ukraine.

To achieve this goal the following tasks were solved:

1. Theoretical principles of the electricity market, the state of implementation of the market of ancillary services in Ukraine, as well as regulatory support for the functioning of the liberalized electricity market of Ukraine, in particular, in terms of providing end users of ancillary demand management services.

2. Theoretical bases of accounting of electric energy consumption and complex energy monitoring on the basis of multifunctional ASKOE of the final consumer, methods and means of formation, management and data exchange of commercial accounting are investigated, the methodological approach to power consumption management is analyzed.

3. The sequence of construction of electricity metering was investigated, the structural scheme of multifunctional ASKOE of the final consumer, algorithms of formation, management and data exchange of commercial accounting between ASKOE of subjects of the liberalized electricity market of Ukraine were developed, modeling of management of demand for electricity of the active consumer was investigated.

4. Startup project to improve integrated energy monitoring based on research results, in particular, a description of the idea, technological audit of the project idea, analysis of market opportunities to start a startup project, development of the market strategy for project promotion and marketing policy were eveloped.

Scientific novelty: consists in development of model of improvement of complex energy monitoring and formation of information support of tasks of demand management in the conditions of the liberalized market of Ukraine on the basis of multipurpose ASKOE.

The practical value: is to apply the developed model of improvement and optimization of electricity consumption, which allows to reduce its consumption.

Approbation of work results - materials of work on the topic "Analysis of demand management methods in the functioning of the liberalized electricity market of Ukraine" were reported at the III Scientific and Technical Conference of IEE Masters.

Publications on research topics: materials of work on the topic "Analysis of demand management methods in the functioning of the liberalized electricity market of Ukraine" are published.

Keywords: ELECTRICITY, ELECTRICITY SUPPLIER, ELECTRICITY CONSUMER, ENERGY MONITORING, ELECTRICITY MARKET, DEMAND MANAGEMENT.

ЗМІСТ

ВСТУП 14

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ 17

1.1 Особливості ринку електроенергії в України 17

1.2 Функціонування ринку допоміжних послуг 28

1.3 Нормативно-правове забезпечення функціонування ринку електроенергії 32

1.4 Нормативно-правове забезпечення побудови та застосування АСКОЕ 36

1.5 Постановка завдань досліджень 39

Висновки до розділу 1 41

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОБЛІКУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ 44

2.1 Методи та засоби формування, управління та обміну даними комерційного обліку 44

2.2 Управління попитом на ринку електроенергії з боку споживача 48

2.3 Комплексний енергомоніторинг в умовах лібералізованого ринку електричної енергії України на базі багатофункціональної АСКОЕ кінцевого споживача 54

2.5 Методологічний підхід до керування електроспоживанням. 63

Висновки до розділу 2 70

РОЗДІЛ 3 ПОСЛІДОВНІСТЬ ПОБУДОВИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ 73

3.1 Структурна схема багатофункціональної АСКОЕ 73

3.2 Алгоритми формування, управління та обміну даними комерційного обліку 76

3.3 Алгоритми комплексного енергомоніторингу 79

3.4 Алгоритми формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом 82

3.5. Моделювання керування попитом на електричну енергію активного споживача. 85

Висновки до розділу 3 92

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ З ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ ТА ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВДАНЬ УПРАВЛІННЯ

ПОПИТОМ В УМОВАХ ЛІБЕРАЛІЗОВАНОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ 94
4.1 Опис ідеї проекту 94
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту 97
4.3 Концепція інвестування проекту 98
4.4 Потенціал зниження витрат у платіжах 100
4.5 Оцінка витрат на створення та експлуатацію АСКОЕ 102
4.6 Економічна ефективність запровадження АСКОЕ 105
4.7 Організаційний план 107
4.8 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту 108
4.9 Розроблення ринкової стратегії просування проекту 111
4.10 Розроблення маркетингової політики стартап-проекту 114
Висновки до розділу 4 116
ВИСНОВКИ 117
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 119

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АІВСКОЕ – автоматизована інформаційно-вимірювальна система комерційного обліку електроенергії;

АСКОЕ – автоматична система комерційного обліку електроенергії;

ВІС –вимірювальна інформаційна система;

ГК – генеруюча компанія;

ГКД – галузевий керуючий документ;

ДП – державне підприємство;

ЕС – електроенергетичні системи;

ЗВТ – засоби вимірювальної техніки;

ІКЦ –інформаційно-консультаційний центр;

ІОК – інформаційно-обчислювальний комплекс;

ІС – інформаційна система;

ККО – кодекс комерційного обліку;

КСП – кодекс системи передачі;

ЛЕ - лічильники електроенергії;

ЛУЗОД –локальне устаткування збору і обробки даних;

МХ – метрологічні характеристики;

НКРЕ – національна комісія регулювання у сфері енергетики;

НКРЕКП – національна комісія регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг;

ОЕС – об’єднана енергетична система;

ОЕНС – об’єднана енергосистема;

ОРЕ – оптовий ринок електроенергії;

ОСП – оператор системи передачі;

ПБД – первинна база даних;

ПДП – постачальники допоміжних послуг;

ПНТ – постачальники за нерегульованим тарифом;

ПО – пристрої обліку;

ПП – промислове підприємство;

ПРТ – постачальники за регульованим тарифом;

РВЧ – резерви відновлення частоти;

РГ – розсереджена генерація;

РДП – ринок допоміжних послуг;

РЕМ – регіональна електрична мережа;

РЗ – резерви заміщення;

РПЧ – резерви підтримки частоти;

СК – системний компенсатор;

СКОЕ – система контролю, обліку та управління енерговикористанням;

ТН - трансформатори напруги;

ТС - трансформатори струму;

DSM – управління попитом з боку споживача.

ВСТУП

Актуальність роботи. Специфіка електроенергетики та її продукції полягає в тому, що процеси виробництва та споживання відбуваються одночасно і зберігати електроенергію у промислових обсягах наразі неможливо, адже її зберігання пов’язане із значними втратами та капіталовкладеннями. На ринку електричної енергії короткостроковий дисбаланс між попитом і пропозицією може призвести до втрати стійкості ринку. При цьому можливі дві ситуації: коли переважає пропозиція і коли переважає попит. В першому випадку створюють генеруючі та додаткові потужності для виробництва електроенергії в час пік. Це призводить до зростання витрат і знижує ефективність діяльності суб’єктів ринку електричної енергії. Але можливі примусові вимкнення частини споживачів в умовах дефіциту електроенергії або аварії призводять до зниження споживання, але не попиту. Тому, попит на ринку електричної енергії не завжди дорівнює споживанню. Це призводить до необхідності управління попитом на електроенергію.

Під управлінням попитом будемо розуміти цілеспрямований і планомірний вплив енергокомпаній на обсяги, структуру та режими енергоспоживання в регіоні, що обслуговується.

Важливо, що при цьому підвищується ефективність використання енергії і розвиток енергогенеруючих (мережевих) потужностей компанії, розглядаються як взаємодоповнювані способи енергопостачання споживачів. Заощаджена електроенергія виступає в якості додаткового ресурсу, що заміщує виробіток (передачу) на нових установках. В результаті активного впливу на формування попиту на електроенергію і потужність енергокомпанія отримує можливість забезпечити додаткові енергетичні потреби в будь-якому секторі економіки свого регіону з мінімальними витратами. В такій ситуації управління попитом здійснюється в рамках методу інтегрованого планування енергетичних ресурсів, в

основу якого покладено принцип узгодження інтересів енергокомпанії, споживачів та регіону (довгострокових суспільних інтересів).

Необхідність та доцільність управління електровикористанням була обґрунтована ще у 30-х роках у роботах Кукіль-Краєвського. Згодом розв'язанням цих проблем займалися вітчизняні вчені.

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України через вдосконалення методів та засобів комплексного енергомоніторингу та формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом.

Для досягнення мети дослідження неодхідно розв'язати такі завдання:

1) розглянути теоретичні основи функціонування ринку електричної енергії в Україні;

2) проаналізувати сучасний стан ринку електричної енергії, взаємовідносини суб'єктів ринку, попит та пропозицію електричної енергії;

3) дослідити методи та засоби формування, управління та обміну даними комерційного обліку;

4) дослідити методи та засоби управління попитом з боку споживачів на ринку електричної енергії;

5) розробити теоретичні засади і практичну реалізацію комплексного енергомоніторингу та формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України на базі багатофункціональної АСКОЕ кінцевого споживача.

Об'єкт дослідження: лібералізовані ринки електричної енергії, лібералізований ринок електричної енергії України, ринкові процеси, інформаційна взаємодія суб'єктів ринку, попит та пропозиція на ринку електроенергії, АСКОЕ кінцевих споживачів.

Предмет дослідження: методи та засоби формування, управління і обміну даними комерційного обліку електричної енергії, енергомоніторингу та

управління попитом в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України.

Методи дослідження: метод порівняльного і структурного аналізу, статистичний метод; SWOT-аналіз.

Інформаційну базу дослідження становлять: законодавчі та нормативні акти України та міжнародних організацій; статистичні дані Державного комітету статистики України; монографічні дослідження та наукові публікації з питань керування електроспоживання на підприємстві, Інтернет – ресурси.

Наукова новизна: полягає в розробці моделі вдосконалення комплексного енергомоніторингу та формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом в умовах лібералізованого ринку України на базі багатофункціональної АСКОЕ.

Практична цінність: полягає в застосуванні розробленої моделі для зменшення едектроспоживання та підвищення ефективності енерговикористання кінцевого споживача на базі АСКОЕ.

Апробація результатів роботи – матеріали роботи за темою «Аналіз методів управління попитом в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України» доповідались на III Науково-технічній конференції магістрів ІЕЕ.

Публікації за тематикою досліджень: матеріали роботи за темою «Аналіз методів управління попитом в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України» публікуються.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

1.1 Особливості ринку електроенергії в України

Реформування енергетичного сектору залишається ключовим фактором стимулювання стійкого зростання України. Країна є стратегічним гравцем у сфері транзиту енергії і водночас одним із найбільших виробників вуглеводнів у регіоні. Однак, після розпаду Радянського Союзу політична та економічна нестабільність змінили структуру виробництва, постачання та споживання енергії в Україні. Зменшення чисельності населення та розміру ВВП знижували загальний попит, а неналежне управління державними установами, жорстке регулювання діяльності в секторі та застарілість технологій негативно впливали на енергоефективність. Попри деякі вдосконалення, Україна й досі має одну найбільш енергоємних економік у світі: витрати енергетичних ресурсів на одиницю її ВВП є приблизно втричі вищими, ніж у середньому в країнах ОЕСР [1].

Після подій Євромайдану 2013–2014 років українська влада почала просувати реформи в енергетичному секторі. Російська анексія Кримського півострова та конфлікт із підтримуваними Росією сепаратистами на Донбасі призвів до перебоїв у постачанні та дефіциту енергії. Найбільше зазначені проблеми зачепили вугільний сектор. Водночас із вжиттям заходів для забезпечення енергетичної безпеки та стабільності, для виконання зобов’язань перед Європейським Союзом та МВФ, влада України була змушена впроваджувати зміни у різних підсекторах, у тому числі дерегуляцію тарифів, приватизацію та вдосконалення корпоративного управління. Для забезпечення відповідності стандартам ЄС та стимулювання процесу об’єднання ринків були прийняті закони про ринок природного газу та електроенергії, розпочаті ліквідація або приватизація державних вугільних шахт. Окрім цього, Україна почала роботу в напрямку відокремлення державних підприємств (зокрема,

нафтогазової компанії НАК «Нафтогаз») та збільшення частки відновлюваних джерел у структурі енергоресурсів [2].

11 червня 2017 року набув чинності Закон України «Про ринок електричної енергії». Закон направлений на розбудову лібералізованого, конкурентного ринку електричної енергії в Україні шляхом застосування принципів та механізмів, передбачених законодавством Енергетичного Співтовариства, і які на практиці застосовуються на ринках електричної енергії країн ЄС.

Відповідно до Закону впровадження нового ринку електричної енергії здійснюється в два етапи. З 01.01.2019 стартувала робота роздрібного ринку електричної енергії за новими правилами, а з 01.07.2019 відбулось відкриття оптової частини ринку електричної енергії (ринок «на добу наперед», внутрішньодобовий ринок, балансуючий ринок та ринок допоміжних послуг) [3].

Після першого етапу реформи ринку електричної енергії, наслідком якого стала з 01 січня 2019 року робота роздрібного ринку електричної енергії за новими правилами, 01 липня 2019 року стартував другий етап реформи — структурна перебудова оптової частини ринку електричної енергії. Фундаментальними змінами в оптовій частині ринку електричної енергії став одночасний запуск нових сегментів ринку електричної енергії, а саме: ринку «на добу наперед», внутрішньодобового ринку, сегменту двосторонніх договорів, балансуючого ринку, ринку допоміжних послуг, поява яких була передбачена нормами Закону України «Про ринок електричної енергії» (далі – Закон).

Новий дизайн як роздрібної, так і оптової частини ринку електричної енергії, а також лібералізація відносин на такому ринку, змінюють функції, завдання та повноваження Регулятора, які зміщуються в бік постійного моніторингу, відслідковування та нагляду за функціонуванням ринку електричної енергії, його сегментів, діяльності учасників ринку та їх поведінки.

Саме тому статтею 6 Закону визначено, що до повноважень Регулятора на ринку електричної енергії належать, зокрема, здійснення моніторингу функціонування ринку електричної енергії та його сегментів, рівня та

ефективності відкриття ринку електричної енергії, прозорості та конкуренції на ринку електричної енергії, рівня прозорості діяльності учасників ринку, виконання функцій та обов’язків учасниками ринку електричної енергії відповідно до положень Закону та інших нормативно-правових актів, що регулюють функціонування ринку електричної енергії, тощо.

Із прийняттям Закону України «Про ринок електричної енергії» були закладені правові засади запровадження нової моделі ринку із застосуванням нових правил роботи на ринку електричної енергії відповідно до європейського законодавства. Основними принципами роботи ринку електричної енергії стало функціонування ринку на конкурентних засадах, крім діяльності суб’єктів природних монополій, недискримінаційної участі в ринку електричної енергії, рівності прав на продаж та купівлю електричної енергії [4].

Окрім базових принципів функціонування ринку електричної, визначених Законом, структура та організація оптової частини ринку електричної енергії України стала повністю співставною зі структурою європейських ринків електричної енергії. Ринок електричної енергії України, як і в країнах ЄС, складається з організованих (ринок «на добу наперед», внутрішньодобовий ринок та балансуючий ринок) та поза організованих (двосторонні договори) сегментів.

Ринок електричної енергії «на добу наперед» - сегмент ринку електричної енергії, на якому здійснюється купівля-продаж електричної енергії на наступну за днем проведення торгів добу.

Внутрішньодобовий ринок електричної енергії - сегмент ринку електричної енергії, на якому купівля-продаж електричної енергії здійснюється безперервно після завершення торгів на ринку «на добу наперед» та впродовж доби фізичного постачання електричної енергії.

Балансуючий ринок електричної енергії - ринок, організований оператором системи передачі електричної енергії з метою забезпечення достатніх обсягів електричної потужності та енергії, необхідних для балансування в реальному часі обсягів виробництва та імпорту електричної енергії і споживання та експорту

електричної енергії, врегулювання системних обмежень в об’єднаній енергетичній системі України, а також фінансового врегулювання небалансів електричної енергії.

Двосторонній договір - договір купівлі-продажу електричної енергії, укладений між двома учасниками ринку поза організованими сегментами ринку, крім договору постачання електричної енергії споживачу.

Окремим сегментом ринку, який визначено Законом та який функціонує для забезпечення надійної роботи ОЕС України та належної якості електричної енергії і на якому оператор системи передачі купує на ринкових та прозорих засадах допоміжні послуги є ринок допоміжних послуг.

1. Ринок допоміжних послуг - система відносин, що виникають у зв’язку з придбанням оператором системи передачі допоміжних послуг у постачальників допоміжних послуг.

2. Централізовані функції із забезпечення роботи балансуючого ринку/ринку допоміжних послуг та роботи ринку «на добу наперед»/внутрішньодобового ринку здійснюють оператор системи передачі та оператор ринку відповідно. При цьому, виконання гарантій держави щодо купівлі всієї електричної енергії, виробленої на об’єктах електроенергетики, що використовують альтернативні джерела енергії (а з використанням гідроенергії - вироблену лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями), за встановленим «зеленим» тарифом здійснюється гарантованим покупцем.

3. Учасниками оптової частини ринку електричної енергії є**:**

- виробник;
- електропостачальник;
- трейдер;
- Оператор сисеми передачі;
- Оператор системи розподілу;
- Оператор ринку;
- Гарантований покупець;

- споживач (у разі самостійної участі на ринку та обовязкового укладання договору про врегулювання небалансів з оператором системи передачі).

У серпні 2019 року обсяги та умови виконання спеціальних обов’язків учасниками ринку електричної енергії для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії були знову змінені. Постановою Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 року № 803 посилювались зобов’язання для державних компаній в частині продажу електричної енергії (зокрема, продаж всього обсягу електричної енергії, виробленої на атомних електростанціях (крім обсягу електричної енергії, який відповідно до законодавства підлягає обов’язковому продажу на ринку «на добу наперед»), та 35 відсотків обсягу відпуску електричної енергії, виробленої на гідроелектростанціях), а єдиним контрагентом купівлі-продажу такої електричної енергії на електронних аукціонах стало ДП «Гарантований покупець». Відтак ДП «Гарантований покупець» уповноважувалось продавати на організованих сегментах ринку електричну енергію, отриману як в рамках спеціальних обов’язків із забезпечення доступності електричної енергії для населення (тобто від ДП НАЕК «Енергоатом» та ПрАТ «Укргідроенерго» у вигляді різниці між отриманою електричною енергією від таких виробників та проданою постачальникам універсальних послуг та мережевим операторам), так і в рамках спеціальних обов’язків із збільшення частки альтернативних джерел енергії. Спрощена схема функціонування ринку електричної енергії в умовах дії Положення в редакції від 21 серпня 2019 року зображена на рисунку 1.1.

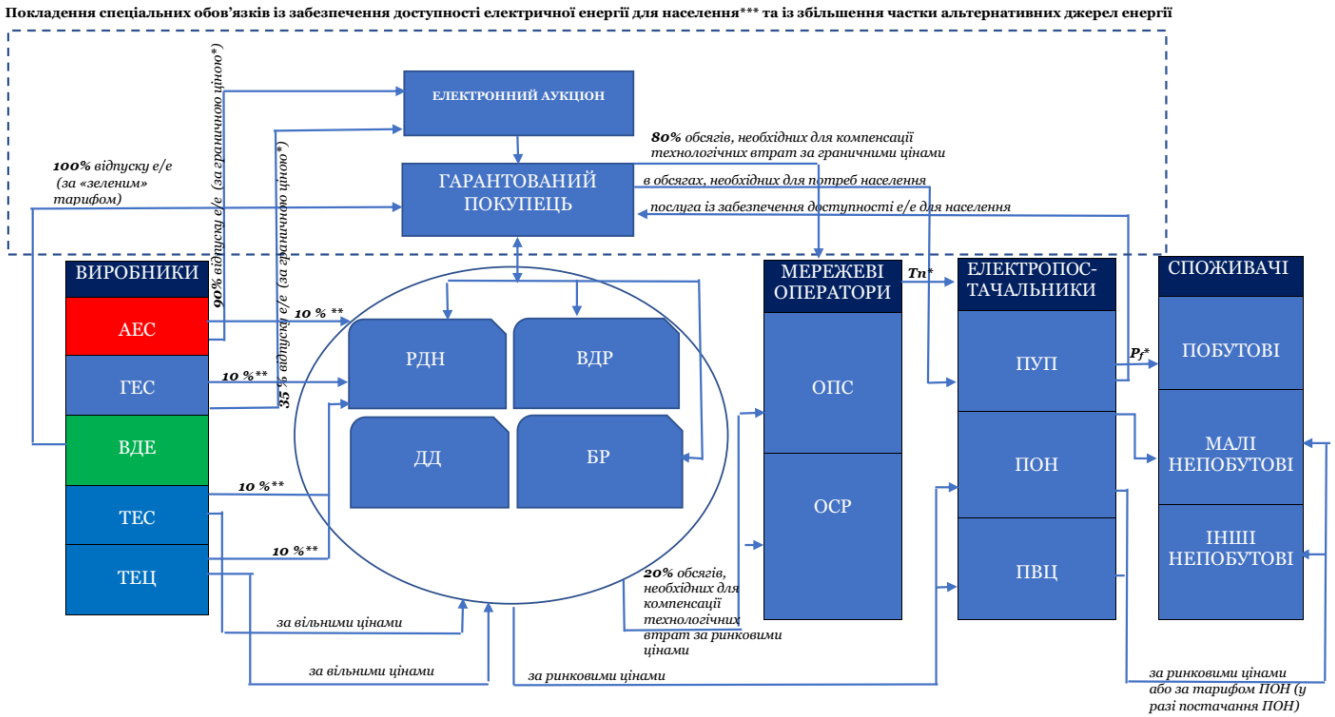

Рисунок 1.1 - Функціонування ринку електричної енергії з урахуванням Положення про покладення спеціальних обов’язків на учасників ринку електричної енергії для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії (із змінами і доповненнями, внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 року № 803) [5]

Впродовж року, з липня 2019 року до липня 2020 року, спостерігалося суттєве збільшення суб'єктів господарювання, які отримали ліцензії на право провадження господарської діяльності з виробництва електричної енергії. Так, станом на 1 липня 2019 року 325 виробників електричної енергії мали відповідні ліцензії, а протягом року 635 нових суб'єктів господарювання отримали ліцензії на право провадження господарської діяльності з виробництва електричної енергії. Загалом, на кінець року 960 суб'єктів господарювання мали ліцензію на право провадження господарської діяльності з виробництва електричної енергії. При цьому в червні 2020 року кількість таких суб'єктів збільшилася на 195% порівняно з липнем 2019 року (Рисунок 1.2).

Рисунок 1.2 - Динаміка кількості виробників електричної енергії за III квартал 2019 року [5]

За даними моніторингу ринку електричної енергії, у 2019-2020 рр обсяг виробництва електричної енергії в Україні становив 147 345 тис. МВт·год. Атомними електростанціями у цей період вироблено −79 737 тис. МВт·год, що становить 54% від загального обсягу виробництва, ТЕС− 39 423 тис. МВт·год (26,8% від загального обсягу виробництва), ТЕЦ−11 271 тис. МВт·год (7,6% від

загального обсягу виробництва), ГЕС та ГАЕС– 6 682тис. МВт·год (4,5% від загального обсягу виробництва), відпуск електричної енергії виробниками з відновлювальних джерел енергії становило 8 362тис. МВт·год (5,7% від загального обсягу виробництва) (Рисунок1.3). Виробництво електричної енергії електростанціями інших видів (блок-станціями та з інших джерел) становило 1 870 тис. МВт· годчи 1,3% від загальної кількості електроенергії.

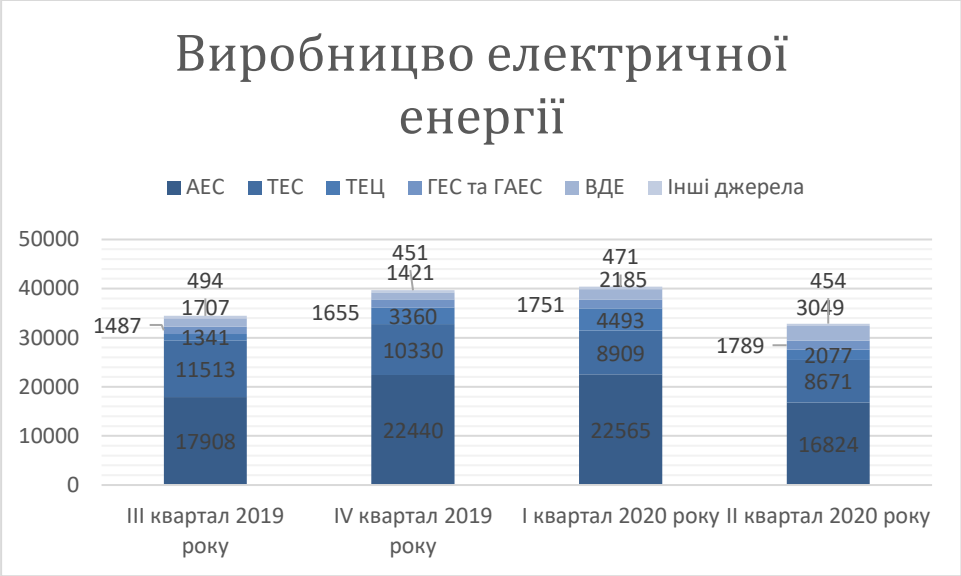

Рисунок 1.3 - Структура виробництва електричної енергії протягом III кв. 2019 р. [5]

У структурі відпуску електричної енергії виробниками протягом звітного періоду 7,6 % згенерованої електричної енергії використовувалося на власні потреби, 70 % - відпускалося в мережі оператора системи передачі (ПрАТ «НЕК «Укренерго»), 22 % - в мережі операторів системи розподілу та 0,07% - в мережі основних споживачів (Рисунок 1.4).

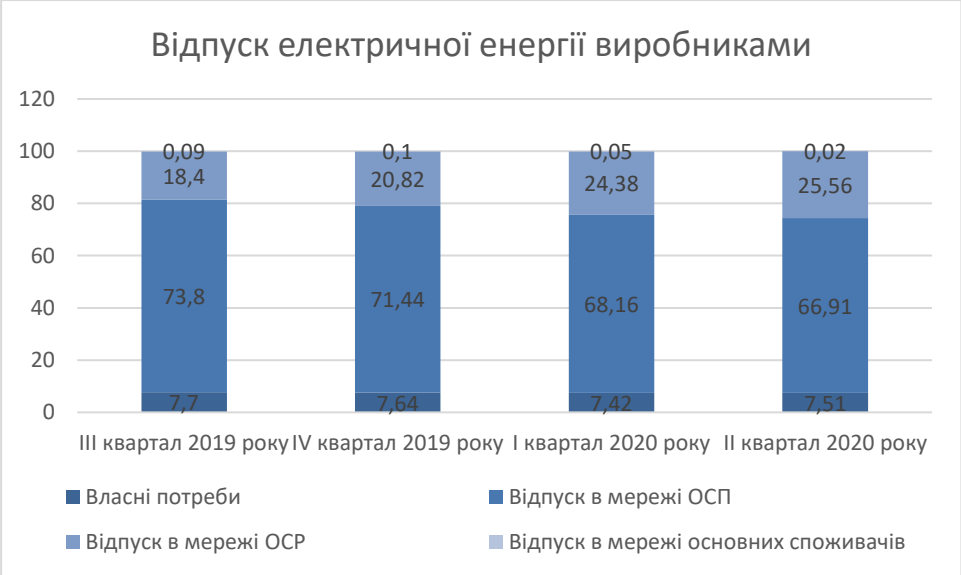

Рисунок 1.4 - Структура відпуску електричної енергії виробниками протягом III кв. 2019 р. [5]

Впродовж року виробниками електричної енергії було продано 143 637 тис. МВт·год на загальну суму 169,8 млрд грн. Із загального обсягу 72,8% електричної енергії було продано за двосторонніми договорами, в тому числі: 41% електричної енергії було продано гарантованому покупцю, 17,5% - трейдерам, 14,23% - електропостачальникам, 0,03% - споживачам; 14,59 % електричної енергії було продано на ринку «на добу наперед»; 5,9% - гарантованому покупцю «за зеленим тарифом», 5,45 % - на балансуючому ринку, 1.34 % - на ВДР.

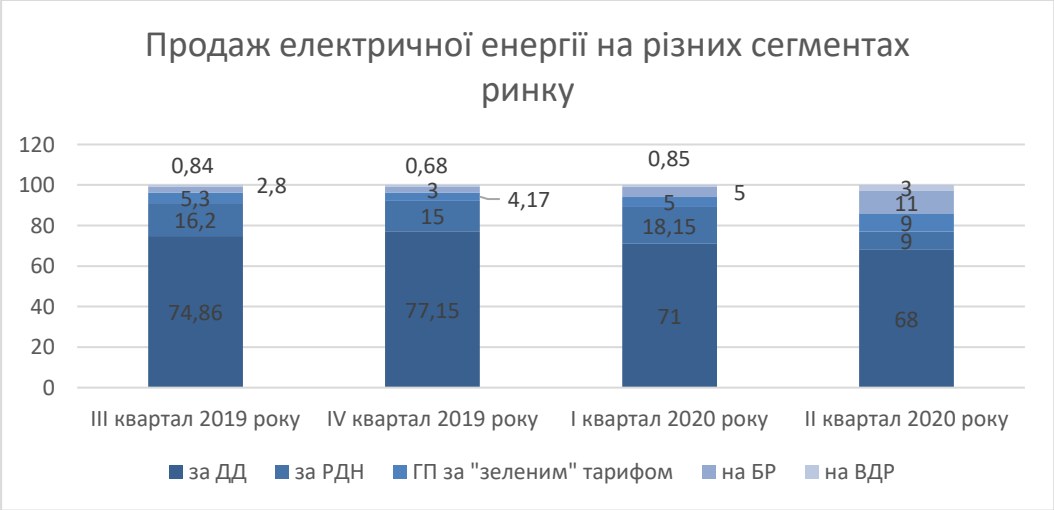

Рисунок 1.5 - Структура продажу електричної енергії на різних сегментах ринку [5]

Оператор системи передачі – юридична особа, відповідальна за експлуатацію, диспетчеризацію, забезпечення технічного обслуговування, розвиток системи передачі та міждержавних ліній електропередачі, а також за забезпечення довгострокової спроможності системи передачі щодо задоволення обґрунтованого попиту на передачу електричної енергії. Оператор системи передачі надає послуги з передачі електричної енергії та послуги з диспетчерського (оперативно-технологічного) управління учасникам ринку на підставі договорів, укладених на основі типових договорів про надання послуг з передачі електричної енергії та про надання послуг з диспетчерського (оперативно-технологічного) управління. Діяльність з передачі електричної енергії в енергетичній системі України здійснює ПрАТ «НЕК Укренерго».

Загальний обсяг передачі електричної енергії протягом року становив 89 801,5 тис. МВт·год. При цьому 92,3 % (82 859 тис. Мвт-год) електричної енергії було передано операторам систем розподілу.

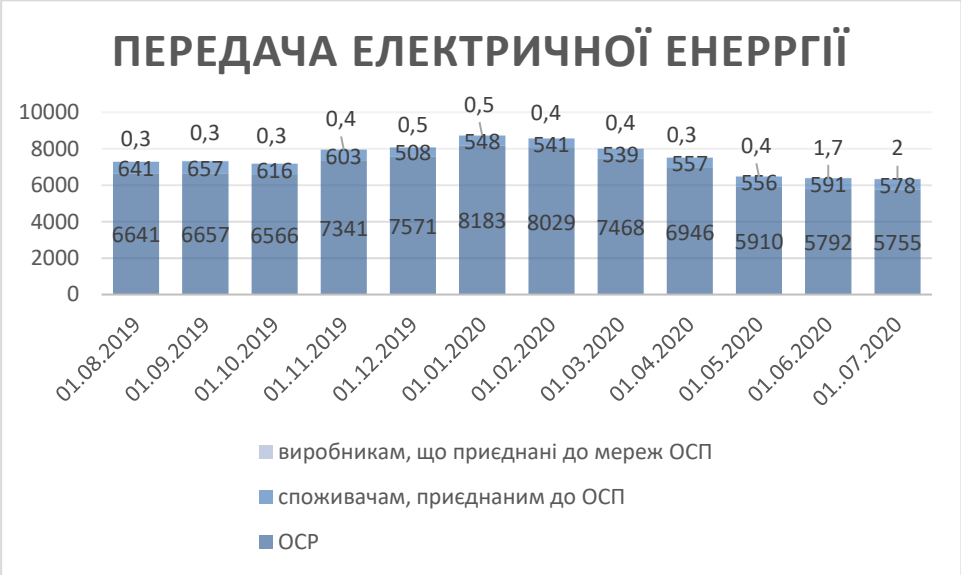

Рисунок 1.6 - Обсяги передачі електричної енергії, тис. МВт·год [5]

Втрати електричної енергії в системі передачі електричної енергії протягом року становили 3198,6 тис. МВт·год, що в середньому складало 3,46 % від загального обсягу електричної енергії, відпущеної з системи передачі.

Рисунок 1.7 - Технологічні втрати електричної енергії в системі передачі, тис. МВт·год [5]

Загальний обсяг експортованої електричної енергії у період другої половини 2019 – першої половини 2020 рр склав 6 905 тис. МВт·год, імпортованої електричної енергії – 4 455 тис. МВт·год.

Рисунок 1.8 - Обсяги експорту-імпорту електричної енергії, тис. МВт·год [5]

1.2 Функціонування ринку допоміжних послуг

Ринок допоміжних послуг - система відносин, що виникають у зв'язку із придбанням оператором системи передачі допоміжних послуг у постачальників допоміжних послуг, необхідних для забезпечення сталої і надійної роботи об’єднаної енергетичної системи України та якості електричної енергії відповідно до встановлених стандартів, побудована за принципами:

1) Планування покриття потреб у ДП;

2) Моніторингу та контролю з боку ОСП;

3) Пропорційності регулювання;

4) Конкурентних засад придбання ДП;

5) Відкритості, прозорості та недискримінаційності закупівель ДП.

На цьому ринку оператор системи передачі купує/використовує допоміжні послуги для забезпечення надійного та сталого функціонування ОЕС України, дотримання операційної безпеки енергосистеми та якості електричної енергії відповідно до встановлених стандартів [6].

Далі розглянемо види допоміжних послуг на ринку електричної енергії:

1) Регулювання частоти та активної потужності в ОЕС України:

- резервів підтримки частоти (первинне регулювання);

- резервів відновлення частоти (автоматичне та ручне регулювання; вторинне регулювання);

- резервів заміщення (третинне регулювання);

2) Підтримання параметрів надійності та якості електричної енергії в ОЕС України:

- послуги з регулювання напруги та реактивної потужності в режимі системного компенсатора;

- послуги із забезпечення відновлення функціонування ОЕС України після системних аварій.

3) Інші послуги, передбачені правилами ринку.

Учасниками ринку допоміжних послуг є:

1) Оператор системи передачі;

2) Постачальники допоміжних послуг:

- власники (володільці) генеруючих одиниць надання ДП, загальна встановлена потужність яких у точці приєднання більша 20 МВт;

- власники (володільці) споживаючих одиниць надання ДП, загальна регулююча потужність яких у точці приєднання більша 1 МВт;

- виконавці функції агрегатора об’єктів розподіленої генерації та/або об’єктів споживання, які уклали з власниками договори на представництво їх інтересів щодо постачання ДП ОСП;

- учасники ринку, що здійснюють управління одиницями надання ДП.

Етапи, які проходить енергогенеруюча компанія під час функціонування в рамках ринку допоміжних послуг:

• атестація технічних характеристик енергетичного обладнання (сертифікація);

• укладання договору;

• отримання доступу до ринку допоміжних послуг;

• проходження процедури відбору постачальників допоміжних послуг на прогнозний період;

• надання допоміжних послуг;

• моніторинг;

• отримання оплати за допоміжні послуги

Правилами ринку можуть бути передбачені інші допоміжні послуги для забезпечення регулювання частоти та активної потужності, підтримання балансу потужності та енергії в об’єднаній енергетичній системі України та підтримання параметрів надійності та якості електричної енергії в об’єднаній енергетичній системі України.

1) Обсяг надання ДП з РПЧ, РВЧ, РЗ:

- попередньо визначаються за результатами аукціону на ДП/рішенням Регулятора про зобов'язання ПДП надавати ДП;

- фактичні обсяги розраховуються за результатами моніторингу та з урахуванням даних інформаційного обміну.

2) Обсяги надання ДП з регулювання напруги та реактивної потужності в режимі СК:

- попередньо не визначаються;

- фактичні обсяги розраховуються за результатами моніторингу та з урахуванням тестових даних при проведенні щорічних випробувань можливості надання ДП, на підставі виміряних даних, що записані системою моніторингу ПДП під час безпосередньої активації ДП, а також даних інформаційного обміну.

Протягом I кварталу 2020 року ОСП було придбано 237 779 МВт допоміжних послуг загальною вартістю 243 147 тис. грн (без ПДВ). Придбання допоміжних послуг за звітний період відбувалось лише на добових аукціонах та в торговій зоні «ОЕС України». Аукціони на допоміжні послуги на 2020 рік (річний аукціон), а також на перший квартал 2020 року не відбулись у зв'язку з відсутністю сертифікованих постачальників допоміжних послуг станом на дату публікації деталей та проведення кожного з аукціонів.

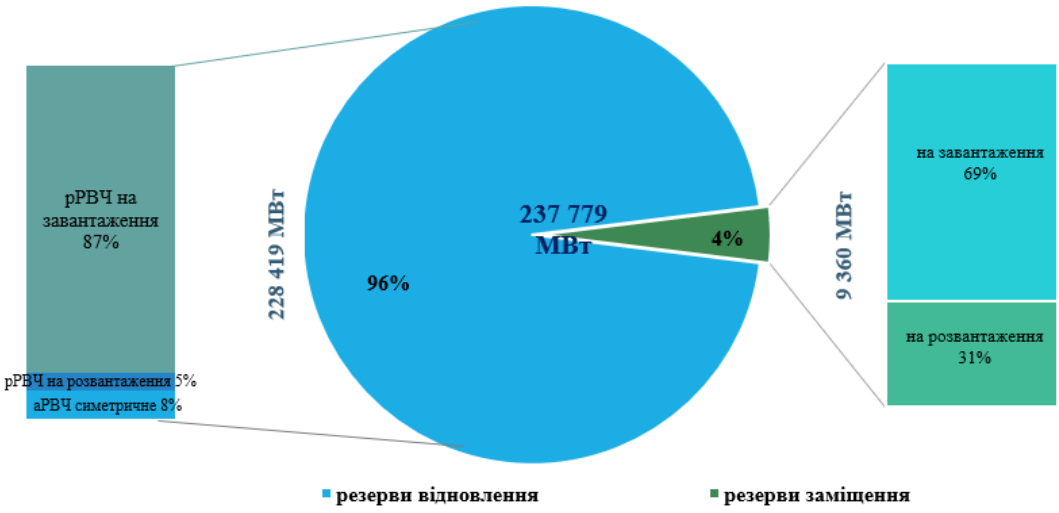

Рисунок 1.9 - Обсяг допоміжних послуг у I кв. 2020 р. [5]

Протягом II кварталу 2020 року ОСП було придбано 1 459 977 МВт допоміжних послуг загальною вартістю 745 267 тис. грн (без ПДВ). Придбання допоміжних послуг за звітний період відбувалось лише в торговій зоні «ОЕС України». У торговій зоні «Бурштинський острів» за звітний період відсутні сертифіковані постачальники допоміжних послуг.

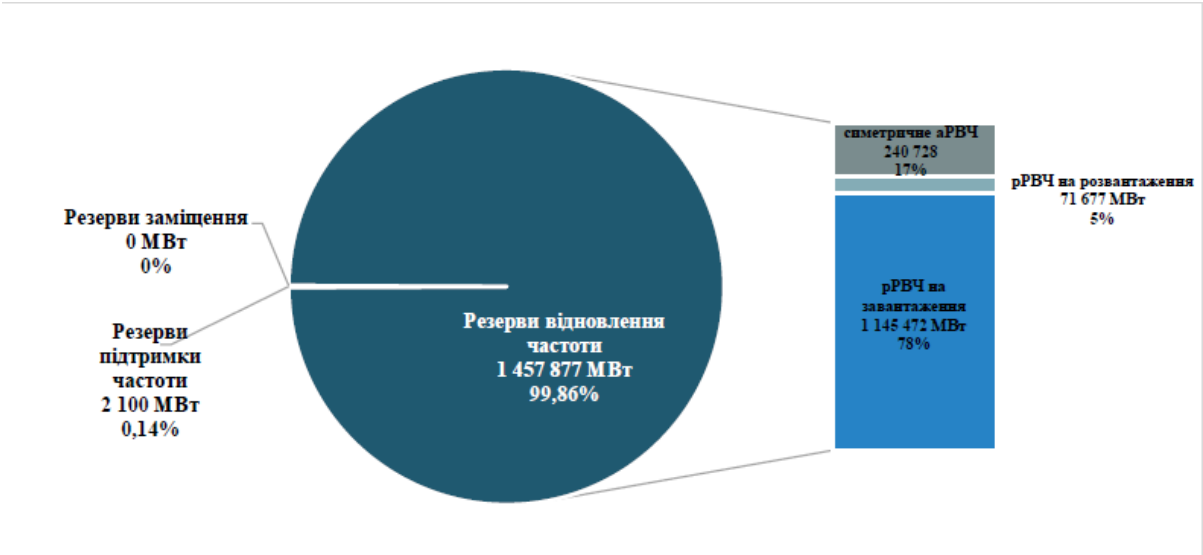

Рисунок 1.10 - Обсяг допоміжних послуг у II кв. 2020 р. [5]

За звітний період резерв відновлення частоти склав 96 % усіх придбаних допоміжних послуг, решта – резерви заміщення, частка яких склала 4 % з усіх придбаних ОСП допоміжних послуг (Рисунок 1.10). При цьому обсяг придбаних ОСП допоміжних послуг був мінімальним у порівнянні з необхідним обсягом допоміжних послуг (Рисунок 1.11), що першочергово викликано незначною кількістю сертифікованих постачальників допоміжних послуг. У I кварталі 2020 року надання допоміжних послуг здійснювалось лише двома сертифікованими учасниками ринку: ПрАТ «Укргідроенерго» та ТОВ «ДТЕК Східенерго».

За звітний період резерв відновлення частоти склав 99,86% усіх придбаних допоміжних послуг, решта – резерви підтримки частоти, частка яких склала 0,14% з усіх придбаних ОСП допоміжних послуг; резерви заміщення не придбавались (Рисунок 1.10). При цьому обсяг придбаних ОСП допоміжних послуг був

мінімальним у порівнянні з необхідним обсягом допоміжних послуг (Рисунок 1.11). У II кварталі 2020 року фактично надавали допоміжні послуги лише два сертифіковані учасники ринку: ПрАТ «Укргідроенерго» та ТОВ «ДТЕК Східенерго». Водночас кількість сертифікованих постачальників допоміжних послуг за звітний період збільшилась до 4. Загалом на ринку допоміжних послуг 11 електростанцій пройшли сертифікацію та можуть брати участь в аукціонах на допоміжні послуги, а саме: 8 ГЕС, які входять до складу ПрАТ «Укргідроенерго» (Дніпровська ГЕС-1, Середньодніпровська ГЕС, Канівська ГЕС, Каховська ГЕС, Дніпровська ГЕС-2, Кременчуцька ГЕС, Київська ГЕС, Дністровська ГЕС), Курахівська ТЕС ТОВ «ДТЕК Східенерго», Запорізька ТЕС АТ «ДТЕК Дніпроенерго» та Харківська ТЕЦ-5.

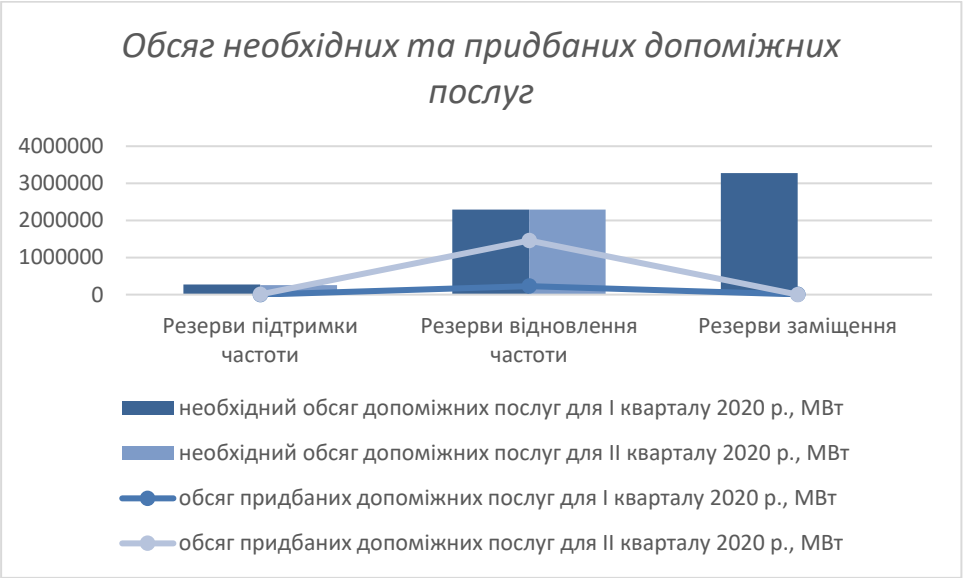

Рисунок 1.11 - Обсяг необхідних та придбаних допоміжних послуг у першій половині 2020 р., МВт [5]

1.3 Нормативно-правове забезпечення функціонування ринку електроенергії

Міненерговугілля залишається одним із основних органів, що відповідає за реалізацію державної політики в секторі електроенергетики України, та здійснює

управління підприємствами, які займаються постачанням і виробництвом електроенергії. Воно також бере участь у здійсненні нагляду за підприємствами, що перебувають у процесі ліквідації чи банкрутства, серед яких Державне підприємство «Лисичанська Теплоелектроцентраль» та Зуївська тепроелектростанція. Під управлінням Міненерговугілля також перебувають такі виробники електроенергії, як «Енергоатом», «Укргідроенерго», Нижньодністровська ГЕС (11,48 % якої належить «Укргідроенерго») та Калуська ТЕЦ. Крім того, Міненерговугілля відповідає за управління «Укрінтеренерго» — державного підприємства, яке відповідає за реалізацію експортного потенціалу енергетичного комплексу України. З моменту заснування на початку 1990-х років, компанія зосереджувала свою діяльність на стимулюванні торгівлі електроенергією та просуванні транзиту електроенергії електромережами України. Останніми роками роль цього підприємства еволюціонувала, а із запуском нового ринку електроенергії воно стало постачальником «останньої надії». Серед інших урядових органів, що беруть участь у реалізації державної політики в секторі електроенергетики, КМУ та Державна інспекція енергетичного нагляду України.

Правові та організаційні засади, які покладено в основу діючої моделі ОРЕ, визначено Законом України «Про ринок електричної енергії» [3], нормативними актами Президента України, постановами Кабінету Міністрів України, НКРЕ.

Крім того, Кабінетом Міністрів України, було прийнято постанови та розпорядження щодо регулювання розрахунків на ринку електроенергії.

Питання про взаємовідносини, що пов’язані із здійсненням купівлі та продажу електричної енергії, постали з моменту незалежності України. Вони регулювались нормативними актами органів виконавчої влади України. Після того, як затвердження Закону України «Про ринок електричної енергії» електроенергія є товаром. Нині купівля та продаж електроенергії здійснюється тільки на ринку електроенергії України, який, в свою чергу, утворюється через затвердження відповідного договору [7, с. 60].

Основні організаційні та правові засади, які створюють загальні умови діяльності діючої моделі ринку є визначені Конституцією України, нормативними актами Президента України та Кабінету Міністрів України та НКРЕКП.

Для того, щоб безперебійно та надійно забезпечувалися господарські процеси України електричною енергією та відбувалося ресурсозбереження, беручи до уваги особливості електроенергетичної сфери, було прийнято Укази Президента України.

Варто зазначити, що значна нормативно-правова база була розроблена Національною комісією регулювання електричної енергетики України.

Зміни «правил гри» на ринку електричної енергії та вибудовування учасниками ринку поведінки (стратегії), спрямованої на максимізацію результативності своєї діяльності, визначають напрям та динаміку розвитку функціонування ринку електричної енергії.

У четвертому кварталі 2019 року неодноразові зміни на рівні як первинного, так і вторинного законодавства внесли суттєві корективи в роботу ринку електричної енергії та стосувались більшою мірою роботи оптової частини ринку електричної енергії.

4 грудня 2019 року внесено зміни до Закону України «Про ринок електричної енергії», зокрема:

- змінено умови та правила роботи під час здійснення міждержавної торгівлі електричною енергією в частині розподілу пропускної спроможності (тимчасове право Регулятора обмежувати доступну пропускну спроможність, що розподіляється на добових та місячних аукціонах, у частині міждержавних перетинів між Україною та державами, які не є сторонами Енергетичного Співтовариства) та імпорту електричної енергії (заборона продажу електричної енергії, імпортованої з Російської Федерації, за двосторонніми договорами та на внутрішньодобовому ринку);

- розширено сферу відповідальності Регулятора в питанні забезпечення ліквідності та стабільності функціонування ринку «на добу наперед»;

- у гарантованого покупця виникли зобов’язання в частині спрямовування різниці між доходами та витратами, що виникла під час виконання ним спеціальних обов’язків, на забезпечення покриття власних витрат на виконання спеціальних обов’язків із купівлі електричної енергії за «зеленим» тарифом та за аукціонною ціною або інших спеціальних обов’язків;

- для ПрАТ «НЕК «Укренерго» продовжено зобов’язання виконувати функції, права та обов’язки оператора системи передачі до прийняття остаточного рішення про сертифікацію оператора системи передачі та видачі відповідної ліцензії.

В умовах пандемії коронавірусної хвороби COVID-19 та реагування на виклики, пов’язані з її поширенням і введенням карантинних заходів, 8 квітня 2020 року було прийнято постанову НКРЕКП «Про дії учасників ринку електричної енергії у період дії карантину та обмежувальних заходів, пов’язаних із поширенням коронавірусної хвороби (COVID-19)». Постановою, зокрема, передбачено незастосування адміністративних заходів, передбачених нормативно-правовими актами НКРЕКП, до електропостачальників та операторів систем розподілу у разі прострочення оплати своїх фінансових зобов’язань перед оператором системи передачі; положення щодо організації електропостачальниками ряду заходів стосовно забезпечення можливості оплати споживачами за електричну енергію; вжиття тимчасових заходів, спрямованих на обмеження здійснення комерційних операцій з імпорту електричної енергії з держав, які не є сторонами Енергетичного Співтовариства.

Функціонування ринку допоміжних послуг визначається Правилами ринку, затвердженими постановою НКРЕКП від 14 березня 2018 року № 307.

З 01 липня 2019 року ринок допоміжних послуг не запрацював, що було викликано затримками із сертифікацією постачальників допоміжних послуг (процедурою випробувань обладнання на відповідність вимогам Кодексу системи передачі, затвердженого постановою НКРЕКП від 14.03.2018 № 309), а також змінами до нормативно-правових актів, що регулюють цей сегмент ринку (спрямованими на пришвидшення та спрощення процесу кваліфікації

постачальників допоміжних послуг та пом'якшення вимог моніторингу надання таких послуг) [8].

Кодекс системи передачі розроблений відповідно до законодавства України та Директив ЄС, що визначені Договором про заснування Енергетичного Співтовариства, зобов’язання щодо виконання яких прийнято Україною (Директива 2009/72/ЄС, Директива 2005/89/ЄС та Регламент ЄС №714/2009).

КСП повинен відповідати вимогам нормативно-правових актів Енергетичного Співтовариства.

Причини, за яких ринок допоміжних послуг не було запущено:

1) Закон України «Про ринок електричної енергії» не передбачив одночасного запровадження РДП з іншими сегментами ринку;

2) Підготовка, обговорення, погодження та прийняття проектів нормативних документів щодо перевірки та проведення випробувань електроустановок ПДП з недотриманням строків, визначених постановою НКРЕКП від 14.03.2018 р. №309.

Ці причини призвели роботу РДП до таких наслідків [3]:

1) Відсутність одного з визначених Законом України «Про ринок електричної енергії» сегментів ринку;

2) Робота енергосистеми зі зниженою надійністю та операційною безпекою;

3) Відсутність належного стимулювання будівництва нових балансуючих потужностей та систем накопичення електроенергії;

4) Непрямий негативний вплив на ціноутворення в новому ринку електричної енергії.

1.4 Нормативно-правове забезпечення побудови та застосування АСКОЕ

В умовах функціонування ринку електроенергії України головним завданням є створення єдиної інформаційної системи енергообліку, заснованої на

сучасних системах збору, передачі та обробки даних, що дозволить забезпечити контроль енергетичних потоків і ліквідувати величезні втрати, які мають місце через відсутність належних засобів і систем обліку.

У зв'язку із здійсненням заходів, які передбачають вдосконалення та впровадження сучасних високоточних приладів і систем обліку для створення всеосяжної системи обліку електроенергії, намітився черговий сплеск активності зі створення нових і модернізації вже існуючих автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ).

На сьогоднішній день АСКОЕ є тим необхідним інструментом, без якого неможливо вирішувати завдання цивілізованих розрахунків за енергоресурси з їх постачальниками, здійснювати заходи щодо економії енергоносіїв і зменшення питомої ваги енерговитрат у собівартість продукції підприємства [9].

Побудова систем контролю і обліку споживання електричної енергії необхідна для виконання таких завдань:

1. Точне вимірювання параметрів поставки (споживання енергоресурсів з метою забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реальних обсягів їх поставки) споживання і мінімізації невиробничих витрат на енергоресурси, зокрема, за рахунок використання більш точних вимірювальних приладів або підвищення синхронності збору первинних даних;

2. Діагностика повноти даних з метою забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реальних обсягів їх поставки (споживання за рахунок підвищення достовірності даних), що використовуються для фінансових розрахунків з постачальниками енергоресурсів і субабонентами підприємства та прийняття управлінських рішень;

3. Комплексний автоматизований комерційний і технічний облік енергоресурсів і контроль їх параметрів по підприємству до діючої тарифної системи з метою мінімізації виробничих і невиробничих витрат на енергоресурси;

4. Контроль енергоспоживання по всіх енергоносіях, точках і об'єктах обліку в заданих тимчасових інтервалах (5, 30 хвилин, зони, зміни, доби, декади,

місяці, квартали і роки) щодо заданих лімітів, режимних та технологічних обмежень потужності, витрат, тиску і температури з метою мінімізації витрат на енергоресурси і забезпечення безпеки енергопостачання;

5. Фіксація відхилень контрольованих параметрів енергоресурсів, їх оцінка в абсолютних і відносних одиницях для аналізу як енергоспоживання, так і виробничих процесів з метою мінімізації витрат на енергоресурси і відновлення виробничих процесів після їх порушення через вихід контрольованих параметрів енергоресурсів за допустимі межі;

6. Сигналізація (кольором, звуком) про відхилення контрольованих величин від допустимого діапазону значень з метою мінімізації виробничих витрат на енергоресурси за рахунок прийняття оперативних рішень;

7. Прогнозування (коротко-, середньо-і довгострокове) значень величин енергообліку з метою мінімізації виробничих витрат на енергоресурси за рахунок планування енергоспоживання;

8. Автоматичне управління енергоспоживанням на основі заданих критеріїв та пріоритетних схем включення (відключення споживачів - регуляторів з метою мінімізації виробничих витрат на енергоресурси за рахунок економії ручної праці і забезпечення якості управління);

9. Підтримка єдиного системного часу з метою мінімізації невиробничих витрат на енергоресурси за рахунок забезпечення синхронних вимірювань [10].

АСКОЕ представляє собою гнучку розподільчу систему, яка легко настроюється та забезпечує безперервне функціонування в режимі періодичного опитування точок обліку електроенергії з можливістю одночасного обслуговування запитів до системи в інтерактивному режимі.

АСКОЕ дозволяє контролювати надходження, розподіл, відпуск і споживання електроенергії, проводити оперативно діспетчерський моніторинг режимів, а також організовувати проведення взаєморозрахунків на основі даних, отриманих в системі.

Комплекс програмно технічних засобів АСКОЕ реалізований на базі сучасних засобів обчислювальної техніки в загальноприйнятому світовому стандарті з перевіреними системами математичного забезпезчення і будується за модульним принципом з можливістю розширення за рахунок збільшення числа об'єктів і точок обліку [11].

Доцільність впровадження АСКОЕ підтверджується економічною ефективністю, що досягається на ряді підприємств, де ця система впроваджена. Функціонування АСКОЕ забезпечує якісну зміну процесу управління, призводить до скорочення тривалості кожного його етапу (збір, передача, обробка інформації, вироблення рішень і команд управління), а отже, до підвищення цінності інформації, можливості оперативного впливу на процес виробництва, що, в свою чергу, зменшує втрати, які викликані відхиленням від заданого режиму, дозволяє приймати обгрунтовані оптімальні рішення, що забезпечують мінімум витрат для досягнення мети. При цьому система дозволяє реалізувати облік всередині підприємства по кожному підрозділу (об'єкту), що є ефективним засобом, що дозволяє домогтися зниження енергоспоживання. Це дає позитивний ефект і для підприємства, і в масштабах регіону і всієї держави, т. к. економляться енергоресурси.

1.5 Постановка завдань досліджень

Однією з найбільш чутливих проблем електроенергетичної галузі України є суттєва нерівномірність попиту споживачів на електричну потужність, що у поєднанні з дефіцитом маневрених генеруючих потужностей в об’єднаній енергетичній системі (ОЕС) України спричиняє значний негативний вплив на надійність та економічність її функціонування, а отже, і на вартість електроенергії.

Створення в ОЕС України додаткових маневрених генеруючих потужностей вимагає значних фінансових та матеріальних витрат, а також тривалого часу. З

іншого боку, ефективним є залучення до розв’язання зазначеної проблеми споживачів електроенергії, зокрема, стимулюючи їх до управління власним попитом на електричну потужність. Можна стверджувати, що такий шлях на сьогоднішній день слід вважати найменш витратним, найбільш швидким і реальним для української електроенергетики.

Залежно від коливань попиту на енергію змінюються щогодинні ціни її продажу. Лише цілеспрямоване регулювання графіків попиту споживачів на електричну потужність, яке відбуватиметься у довготривалій перспективі, може стати одним з реальних засобів поступового скорочення витрат на виробництво, передачу та розподіл електроенергії, а отже і зменшення цін на неї.

Основним ринковим "інструментом" впливу енергетичної галузі будь-якої держави на попит споживачів на електроенергію є тарифи, які мають бути дієвим засобом управління електроспоживанням. Однак нещодавно в Україні було припинено дію диференційованих за зонами доби тарифів на електричну енергію для юридичних осіб. Тому існує потреба в запровадженні існуючих в світовій практиці ринкових методів управління попитом на електричну потужність, зокрема, шляхом створення нових, ефективних "інструментів" залучення споживачів до участі у розв’язанні задач регулювання графіків електричного навантаження як ОЕС в цілому, так і окремих суб’єктів РЕЕ (електричних станцій, операторів системи передачі та системи розподілу електроенергії).

Для досягенення мети магістерської дисертації, а саме: дослідження методів управління попитом кінцевих споживачів на лібералізованому ринку електричної енергії України, необхідно виконати наступні завдання:

1. Дослідити методи та засоби формування, управління та обміну даними комерційного обліку.
2. Дослідити методи та засоби управління попитом на ринку електроенергії з боку споживачів.

3. Розробити теоретичні засади комплексного енергомоніторингу в умовах лібералізованого ринку електричної енергії України на базі багатофункціональної АСКОЕ кінцевого споживача.

4. Розробити теоретичні засади формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом на базі багатофункціональної АСКОЕ кінцевого споживача в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України.

5. Проаналізувати методологічний підхід до керування електроспоживанням.

6. Розробити структурну схему багатофункціональної АСКОЕ кінцевого споживача з метою реалізації комплексного енергомоніторингу та формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом в умовах лібералізованого ринку електричної енергії України.

7. Розробити алгоритми формування, управління та обміну даними комерційного обліку між АСКОЕ суб’єктів лібералізованого ринку електричної енергії України.

8. Розробити алгоритми комплексного енергомоніторингу в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України.

9. Розробити алгоритми формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України.

10. Провести моделювання керування попитом на електричну енергію активного споживача.

Висновки до розділу 1

З 01.01.2019 стартувала робота роздрібного ринку електричної енергії за новими правилами, а з 01.07.2019 відбулось відкриття оптової частини ринку електричної енергії.

Новий дизайн як роздрібної, так і оптової частини ринку електричної енергії, а також лібералізація відносин на такому ринку, змінюють функції, завдання та повноваження Регулятора, які зміщуються в бік постійного моніторингу, відслідковування та нагляду за функціонуванням ринку електричної енергії, його сегментів, діяльності учасників ринку та їх поведінки.

Із прийняттям Закону України «Про ринок електричної енергії» було закладено правові засади функціонування нової моделі ринку із застосуванням нових правил роботи на ринку електричної енергії відповідно до європейського законодавства. Основними принципами роботи ринку електричної енергії стало функціонування ринку на конкурентних засадах, крім діяльності суб’єктів природних монополій, недискримінаційної участі в ринку електричної енергії, рівності прав на продаж та купівлю електричної енергії.

В структурі ринку електроенергії України важливе місце займає ринок допоміжних послуг (РДП). На РДП можуть придбаватися/надаватися допоміжні послуги для забезпечення:

1) регулювання частоти та активної потужності, підтримання балансу потужності та енергії в об’єднаній енергетичній системі України, а саме: послуги первинного, вторинного, третинного регулювання із забезпеченням резерву відповідної регулюючої потужності; послуги із забезпечення резервів нової та/або реконструйованої генеруючої потужності;

2) підтримання параметрів надійності та якості електричної енергії в об’єднаній енергетичній системі України, а саме: послуги регулювання напруги та реактивної потужності; послуги із забезпечення відновлення функціонування об’єднаної енергетичної системи України після системних аварій.

Правилами ринку можуть бути передбачені інші допоміжні послуги для забезпечення регулювання частоти та активної потужності, підтримання балансу потужності та енергії в об’єднаній енергетичній системі України та підтримання параметрів надійності та якості електричної енергії в об’єднаній енергетичній системі України.

Для забезпечення функціонування та регулювання ринку електроенергії в Україні діють такі законодавчі документи:

- Закон України «Про електроенергетику»;
- Закон України «Про засади функціонування ринку електричної енергії України»;
- Закон України «Про природні монополії».

Функціонування ринку допоміжних послуг визначається Правилами ринку, затвердженими постановою НКРЕКП від 14 березня 2018 року № 307.

Сучасна торгівля енергією та енергоносіями заснована на використанні системи автоматизованого обліку електроенергією, яка містить мінімальний відсоток людського фактору у зборі, обробці та передачі даних з підприємства та гарантує чіткий та об’єктивний облік. Саме з цією метою споживачі створюють на промислових об’єктах автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ). Ця система містить комплекс технічних, алгоритмічних, математичних та програмних засобів та використовується для:

- контролю потужності, яка споживається в часи максимуму навантаження;
- підвищення точності обліку;
- обліку споживання електроенергії;
- контролю параметрів вимірювальних приладів;
- перерозподілу споживання електроенергії, планування добового графіку роботи основних цехів промислового підприємства;
- накопичення та зберігання даних про споживання електроенергії в базі даних.

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОБЛІКУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

2.1 Методи та засоби формування, управління та обміну даними комерційного обліку

Комерційним обліком називають споживання енергії підприємством для грошового розрахунку з постачальником.

Комерційний облік на ринку електричної енергії організовується АКО та здійснюється ППКО відповідно до вимог Закону України "Про ринок електричної енергії", Кодексу комерційного обліку, Правил роздрібного ринку та Правил ринку [12].

Дані комерційного обліку можуть бути використані також і для вирішення технічних, техніко-економічних і статистичних завдань, як самого суб'єкта ринку електроенергії, так і на всіх рівнях ієрархії управління енергетичним виробництвом.

Організація комерційного обліку повинна здійснюватися, як правило, власником енергооб'єкта (енергооб'єктів) за технічними умовами (ТУ) оператора торгової системи.

Головною метою організації обліку електроенергії є отримання з необхідною оперативністю достовірної та узаконеної інформації про кількість і як виробленої, розподіленої і спожитої електричної енергії та потужності.

Основні ролі, які виконуються учасниками при забезпеченні комерційного обліку електричної енергії, та пов'язані з ними процеси вказані в цьому пункті.

Таблиця 2.1 - Основні ролі учасників ринку електричної енергії

Функція (роль)	Учасники ринку	Основні процеси
ВТКО (сторона, відповідальна за точку комерційного обліку)	оператор системи, виробник, споживач	створення ТКО, організація улаштування ЗКО та вузлів обліку в ТКО, технічне обслуговування та ремонт належних ЗКО; організація пов'язаних з ТКО процесів формування та передачі даних комерційного обліку електричної енергії
сторона, приєднана до мережі	споживач, виробник	укладення договорів про споживання або виробництво електричної енергії в ТКО
оператор мережі	оператор системи, виробник, основний споживач	надання доступу до електричної мережі через ТКО для відбору або відпуску електричної енергії, участь у процесі організації та перевірки ТКО, пов'язаних з ними ЗКО; виконання функцій ППКО для ТКО в межах своєї відповідальності у разі звернення СПМ
ОЗКО (оператор засобів комерційного обліку)	оператор системи, ППКО	установлення, налаштування (зокрема параметризація), заміна, розвиток, введення та виведення з експлуатації, а також технічна підтримка та обслуговування ЗКО, їх програмного та апаратного забезпечення
АТКО (адміністратор точок комерційного обліку)		адміністрування ТКО, пов'язаних з ними ЗКО, областей комерційного обліку, учасників ринку та ППКО
ОЗД (оператор зчитування даних)		зчитування результатів вимірювань (первинних даних комерційного обліку) та даних про стан ЗКО, контроль якості зчитування, формування первинних даних комерційного обліку та їх передача ОДКО
ОДКО (оператор даних комерційного обліку)		отримання даних від ОЗД; формування, обробка, перевірка, валідація, зберігання, архівування та передача валідованих даних комерційного обліку АКО, суміжним ОДКО, учасникам ринку та споживачам
СВБ (сторона, відповідальна за врегулювання балансу)	учасник ринку або об’єднання учасників ринку	повідомлення і виконання погодинних графіків електричної енергії відповідно до обсягів купленої та проданої електричної енергії, фінансова відповідальність за врегулювання небалансів
АДКО (агрегатор даних комерційного обліку)	АКО/ППКО	отримання, перевірка, упорядкування та агрегація даних комерційного обліку; надання агрегованих даних комерційного обліку АКО та всім заінтересованим сторонам
адміністратор Кодексу	АКО	адміністрування цього Кодексу; публікація звіту про комерційний облік; надання пропозицій щодо перегляду та внесення змін до цього Кодексу; узагальнення пропозицій від ППКО або учасників ринку щодо внесення змін до цього Кодексу

Обмін інформацією між учасниками, ОР та ОСП (включаючи реєстрацію, подання заявок на РДН, заявок на ВДР, подання Заявок/Пропозицій на БР, реєстрація результатів та графіків, визначених за результатами РДН та ВДР) здійснюється шляхом обміну відповідними файлами через мережу Інтернет або шляхом заповнення відповідних форм через веб-сайт Оператора ринку та ОСП (веб-форми).

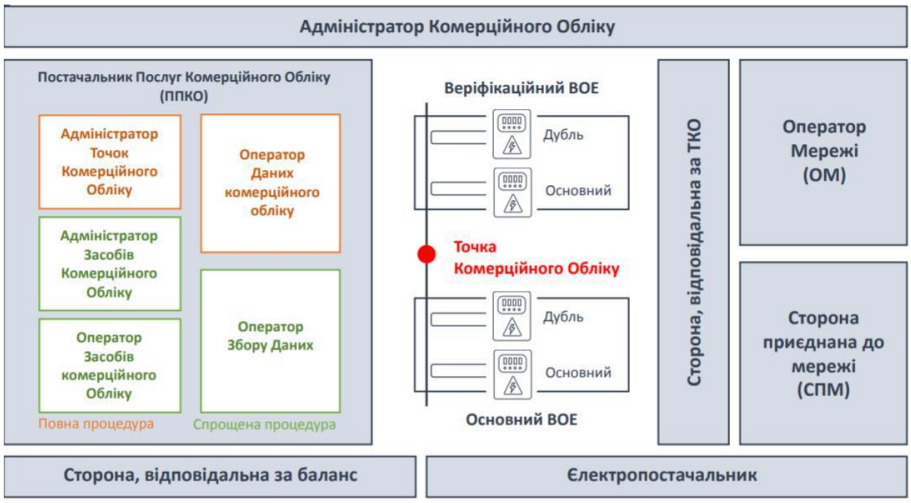

Рисунок 2.1 - Схема комерційного обліку електричної енергії [13]

Точка комерційного доступу - точка до якої відносяться дані комерційного обліку електричної енергії, що використовуються для розрахунків на ринку електричної енергії.

Рисунок - 2.2 Процес зчитування даних ТКО [14]

З метою забезпечення вимірювання та обліку електричної енергії в заданій точці облаштовується вузол обліку. Типовий ВОЕ складається з наступного обладнання:

-лічильник електричної енергії;

-трансформатори струму та напруги;

-засоби захисту (автоматичні вимикачі або запобіжники);

-вторинні кола струму і напруги;

-інші допоміжні засоби (тестовий блок, перетворювачі імпульсів, блоки живлення тощо).

Характеристики складових ВОЕ мають бути достатніми для вимірювання електричної енергії з заданою періодичністю та похибкою. Вимоги до місця встановлення ВОЕ визначаються відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) та Кодексу комерційного обліку електричної енергії [15].

Дані комерційного обліку електричної енергії, а також дані про стан засобів комерційного обліку, що використовуються для здійснення розрахунків та проведення аналізу на ринку електричної енергії отримуються на основі вимірювання або розрахунковим шляхом.

Рисунок 2.3 - Етапи розвитку систем збору даних

Обмін даними комерційного обліку між учасниками ринку електроенергії здійснюється у вигляді електронних документів відповідно до стандартів інформаційного обміну, що розробляються АКО та затверджуються регулятором.

Механізм обміну даними має сприяти безперервному та безпечному функціонуванню ринку електроенергії та забезпечувати відсутність технічних бар'єрів для виходу на ринок невеликих учасників [16].

При передачі даних комерційного обліку електроенергії має бути забезпечено наступне:

1) повнота переданих даних;
2) захист від випадкових та ненавмисних змін під час передачі даних;
3) цілісність даних під час передачі;
4) достовірність даних, що передаються;
5) конфіденсійність ключів;
6) заборона на передачу пошкоджених даних;
7) відсутність впливу затримки під час передачі;
8) відсутність впливу недоступності послуг передачі даних [13].

2.2 Управління попитом на ринку електроенергії з боку споживача

Оскільки виробництво і споживання електроенергії по часу співпадають, то можна виділити найбільш значимі фактори, що визначають динаміку і величину попиту:

- денні коливання попиту, що залежать від часу доби (день/ніч);

- сезонні коливання попиту, пов'язані з порою року (зима/літо), – споживання з метою опалення та кондиціювання;

- рівень завантаженості виробничих потужностей чи інтенсивності, в першу чергу, промислового виробництва [17].

Управління попитом повинно охоплювати наступні взаємопов'язані процеси:

- широке впровадження ефективних електротехнологій;

- енергозбереження;

- вирівнювання попиту.

Перші два напрямки спрямовані на зниження попиту і представляють демаркетинг, третій – синхромаркетинг – передбачає врівноваження попиту і пропозиції. Перший напрямок пов'язаний з тим, що застосування електротехнологій на виробництві дозволяє економити виробничі ресурси, підвищувати якість робіт та послуг, отримувати екологічний ефект, що базується на гігієні та чистоті електроенергії як носія.

Вирівнювання попиту на електроенергію не потребує значних капіталовкладень з боку енергопостачальних підприємств. Нерівномірність графіків навантаження енергопостачальних компаній протягом доби, тижня, року значно ускладнює роботу ОЕНС України та генеруючих компаній. Особливий інтерес становить добовий графік активного електричного навантаження, що характеризується такими показниками, як максимальне та мінімальне навантаження [18].

До загальноорганізаційних заходів, які проводяться без додаткових капіталовкладень, належать також: розподіл вихідних днів підприємств, зсув початку роботи, обідніх і міжзмінних перерв. Але ці заходи безпосередньо стосуються соціально-побутових умов життя і тому повинні здійснюватися дуже обережно.

Серед заходів, які вимагають додаткових капіталовкладень, можна виділити створення споживачів-регуляторів дискретної дії для використання їх у режими позапікового споживання електроенергії. Для забезпечення нормального перебігу технологічного процесу розбитого на окремі ланки, необхідне установлення спеціальної буферної місткості для акумуляції і збереження протягом короткого періоду часу газоподібних, рідких і твердих речовин. Крім того, на ряді виробництв можна передбачити встановлення додаткового обладнання, яке випускатиме продукцію у позапікові години.

Поряд із заходами щодо синхромаркетингу енергетичні підприємства повинні розробляти і заходи із демаркетингу, які зарубіжні енергокомпанії здійснюють у формі таких програм [6]:

- інформаційні програми, які використовують засоби масової інформації і поштові відправлення для пропаганди заходів із зниження потужності й енергії, які споживаються;

- технічна допомога енергопідприємств у проектуванні енергоекономічного житла і електроприймачів;

- фінансові субсидії, які надаються енергопідприємствами у формі дотацій, низькопроцентних позик і пільг при оплаті електроїнергії для споживачів, які використовують енергозберігаючі прилади і технології, чи дотації до ціни на енергозберігаючі прилади та обладнання;

- пряма участь енергопідприємств у виробництві енергоекономічних приладів;

- використання спеціальних тарифів, які стимулюють енергозбереження;

- здавання в оренду (чи навіть дарування) енергозберігаючих приладів чи обладнання, кооперація з торговельними фірмами для стимулювання поширення енергозберігаючої техніки чи технологи. Основні напрями стабілізації енергозабезпечення у рамках маркетингової діяльності енергетичних підприємств показано на рисунку 2.4.

Мотивація енергокомпаній до управління попитом формується за допомогою як зовнішніх факторів, так і цілеспрямованого впливу з боку регіональних регулюючих органів.

Серед зовнішніх факторів найбільш важливими стимулами в сучасних умовах виступають:

- зростаючі витрати на будівництво та експлуатацію нових енергоджерел та мереж;

- невизначеність майбутнього попиту на енергію;

- посилення конкуренції з боку незалежних (позасистемних) джерел електро- та теплоенергії;

- регулювання тарифів на енергію.

Рисунок 2.4 - Основні напрями стабілізації енергозабезпечення в рамках маркетингової діяльності енергетичних підприємств

Разом з тим, наявні такі важливі передумови, як наявність значного потенціалу енергозбереження в різних секторах народного господарства та відносно низькі витрати і терміни окупності інвестицій у підвищенні ефективності енергозбереження. Наприклад, в середньому зекономлена кіловат-година коштує в 3 рази дешевше, ніж вироблена [19]. Слід підкреслити, що такий значний розрив у ефективності інвестицій у виробництво та енергозбереження робить вкладання коштів в економію енергії для енергокомпаній більш

привабливим, ніж для самих споживачів, що орієнтуються на гранично низькі терміни окупності (1-2 роки).

Система управління попитом, крім керуючого суб’єкта – регіональної енергокомпанії, – включає форми, способи та об’єкти управління. Ефективність функціонування такої системи повинна оцінюватися за кінцевими результатами, що відрізняються для енергокомпаній та енергосистеми країни, споживачів енергії та регіону в цілому (Рисунок 2.5).

Для ефективного управління попитом на електроенергію необхідно здійснити сегментацію споживачів, що дозволить обґрунтувати доцільність застосування конкретних заходів стосовно окремих груп споживачів [17].

Вдало проведене сегментування дозволить енергопостачальній компанії досягнути таких позитивних результатів: забезпечення процесу більш детального дослідження споживачів (специфічних характеристик, інтересів, реакцій) в рамках сегмента; врахування специфіки споживачів різних сегментів при формуванні диференційованої цінової та кредитної політики; підвищення точності прогнозування рівня та характеру попиту на електроенергію та потужність; більш адекватне прогнозування рівня та характеру сплати споживачів; підвищення ефективності маркетингових комунікацій; підвищення точності ефективності цінових рішень ЕК; вдосконалення процесу управління витратами на маркетинг.

На сьогодні сегментація ринку електроенергії здійснена суто формально. По-перше, ринок електроенергії розділено за географічною ознакою відповідно до існуючого адміністративного поділу території України на регіональні (обласні) ринки.

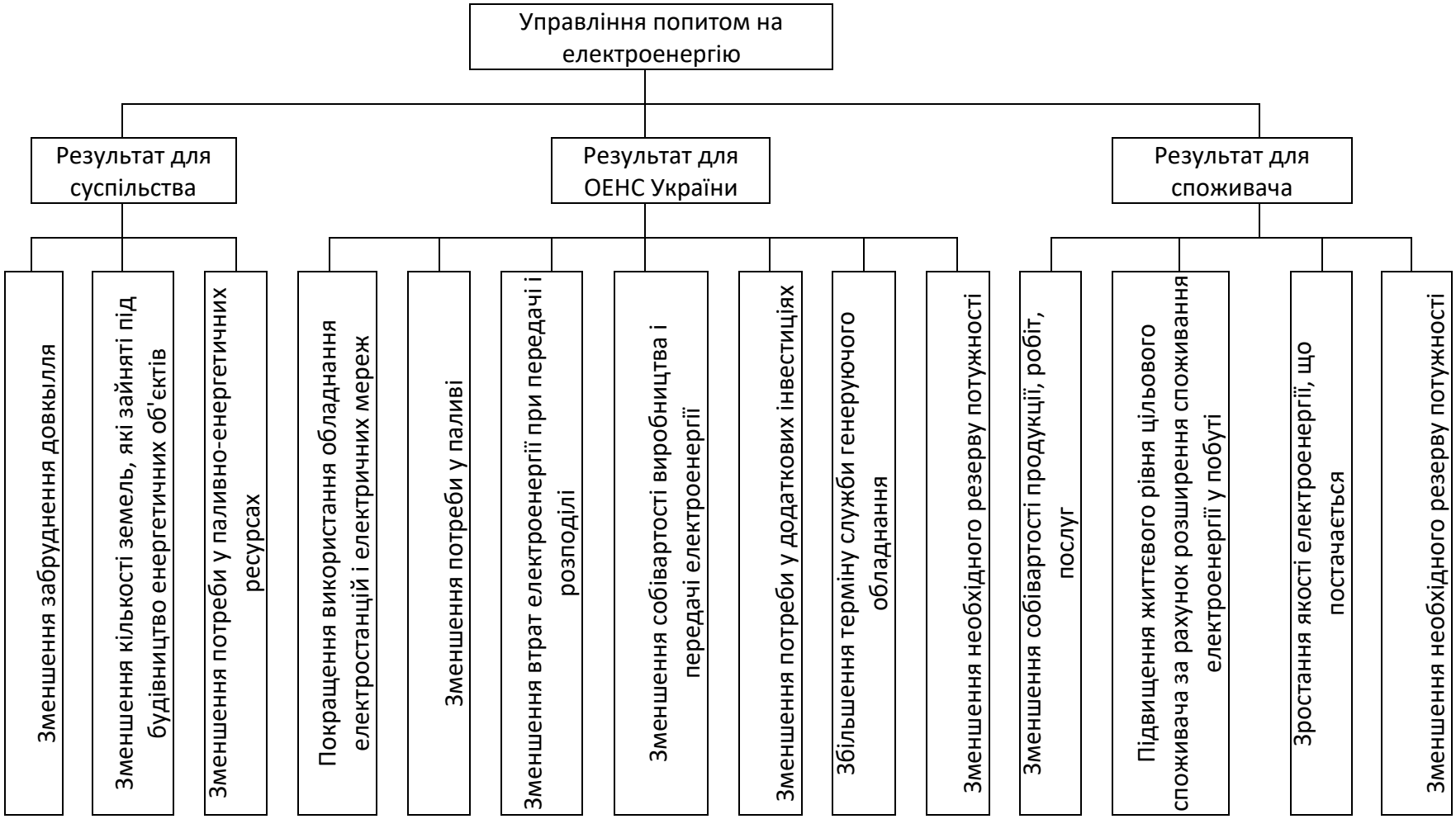

Рисунок 2.5 - Система позитивних ефектів для учасників енергоринку України при збалансуванні попиту та пропозиції на електроенергію

По-друге, споживачів розділено на 9 груп за галузевою ознакою відповідно до методики Державного комітету статистики України:

Рисунок 2.6 - Сегментація споживачів на ринку електроенергії [20]

2.3 Комплексний енергомоніторинг в умовах лібералізованого ринку електричної енергії України на базі багатофункціональної АСКОЕ кінцевого споживача

Енергетична ефективність – раціональне (ефективне) використання енергоресурсів - досягнення економічно доцільної ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку технології та дотримання санітарних норм і вимог охорони навколишнього середовища.

Енергетичний моніторинг – ключовий інструмент реалізації Стратегії енергетичної ефективності на початковому етапі. Покликаний уніфікувати управління енергоспоживанням в місті, зменшити і згодом повністю ліквідувати нераціональне споживання енергії.

Впровадження енергетичного моніторингу вимагає від суспільства найменших витрат, але потенційний ефект може бути вельми відчутним навіть без впровадження капітальних заходів [21].

Перш за все для впровадження моніторингу енергоефективності слід отримати основну інформацію про об’єкт дослідження. До такої інформації

належить: основна продукція, що виробляється; основне та допоміжне обладнання підприємства; кількість персоналу; сезонність роботи; графік роботи; дані з журналів обліку енергоспоживання та інших виробничих показників; основні етапи технологічних процесів [22].

Отримана інформація дозволить не лише зробити загальний висновок про специфіку роботи об’єкту, а й, врахувавши її на наступних етапах впровадження системи контролю енергоефективності, спростити процес побудови такої системи. Адже на її основі можна буде зробити висновки про доцільність або недоцільність виконання певних розрахунків чи застосування конкретних методів.

З метою захисту економічної конкуренції та прав споживачів НКРЕ здійснює постійний моніторинг стану виконання суб'єктами ринку електричної енергії вимог законодавства, зокрема в частині:

— стану виконання суб'єктами господарювання вимог НКРЕ, в частині влаштування локального устаткування збору та обробки даних;

— стану функціонування Інформаційно-консультаційних центрів.

— обліку укладених договорів про приєднання до електричних мереж та виданих технічних умов;

— форм оплати за спожиту електричну енергію побутовими споживачами;

— якості послуг з енергопостачання [23].

Локальне устаткування збору та обробки даних — це улаштована з метою розрахунків за спожиту електричну енергію сукупність засобів обліку (або один засіб обліку), які забезпечують вимірювання, збір, накопичення, оброблення результатів вимірювань за відповідними періо- дами часу (формування первинної вимірювальної інформації) про обсяги і параметри потоків електричної енергії та значення споживаної потужності на окремій площадці вимірю- вання та мають інтерфейс дистанційного зчитування даних для роботи в складі автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії (далі — АСКОЕ).

Основним чинником затримки виконання суб'єктами господарювання вимог зазначеної вище постанови є їх складне фінансове становище, пов'язане з наслідками фінансово-економічної кризи в Україні.

Сучасні електронні засоби обліку електричної енергії мають наступні переваги:

— підвищений клас точності;

— підвищену чутливість та більш точний облік спожитої електроенергії;

— розширений температурний діапазон експлуатації (можуть працювати при мінусових температурах без спец- іального підігріву);

— збільшений гарантійний термін та термін експлуатації;

— збільшений міжповірочний інтервал та менші експлуатаційні витрати.

Впродовж 2019 року енергопостачальники продовжували активну роботу щодо встановлення інтелектуальних приладів обліку електричної енергії.

Інтелектуальні прилади обліку мають наступні переваги:

— високий клас точності;

— збереження високого класу точності в умовах низьких і швидкозмінних навантажень;

— підвищену чутливість та точний облік спожитої електроенергії;

— багатотарифність;

— доступність обліку різних видів енергії одним приладом;

— дистанційне знімання показників різними цифровими інтерфейсами;

— створення на базі інтелектуальних лічильників АСКОЕ.

Основними задачами системи енергетичного моніторингу є:

- підтримання витрат на енергоносії на мінімально можливому (з врахуванням існуючого технічного стану) рівні з одночасним підтриманням умов перебування відвідувачів та персоналу на рівні, що відповідає діючим нормативним документам;

- підготовка та впровадження технічних та організаційних заходів щодо зниження витрат бюджету на енергоносії та покращення умов перебування відвідувачів та персоналу;

- впровадження системи стимулювання ощадного використання енергоресурсів на всіх рівнях управління.

Для успішного виконання зазначених завдань необхідно забезпечити ефективне функціонування наступних підсистем:

- моніторинг енергоспоживання;
- планування впровадження заходів з підвищення ефективності енергоспоживання;
- залучення джерел фінансування заходів з підвищення ефективності енергоспоживання;
- контроль за ефективністю впровадження заходів з енергозбереження;
- навчання персоналу структурних підрозділів;
- мотивація ощадного енергоспоживання.

2.4 Формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом в умовах лібералізованого ринку електричної енергії України на базі багатофункціональної АСКОЕ кінцевого споживача

Управління попитом (DSM) —це один з найбільш дешевих методів оптимізації роботи та підвищення енергоефективності системи. DSM дає змогу контролювати споживачів в контексті ефективного управління системою.

Головне завдання управління попитом – цілеспрямований та планомірний вплив енергокомпанії на обсяги, структуру і режими енергоспоживання в обслуговуваному регіоні. Підвищення ефективності використання енергії споживачами і розвиток генеруючих (мережевих) потужностей компанії розглядаються, як взаємодоповнюючі аспекти енергозабезпечення. Зекономлена енергія виступає в якості ресурсу, що заміщує вироблення (передачу) потрібної кількості енергії. В результаті активного формування попиту на енергію і потужність енергокомпанія отримує можливість забезпечити додаткові енергетичні потреби свого регіону з мінімальними витратами.

В умовах лібералізації ринку електричної енергії України доцільним є застосування програм DSM, що передбачатимуть розв’язання задач загального зниження рівня споживання. Загальна структура DSM України має охоплювати два класи підзавдань: методи енергоефективності (energy efficiency) та управління попитом (demand response (DR) або load management (LM) (Рисунок 2.7).

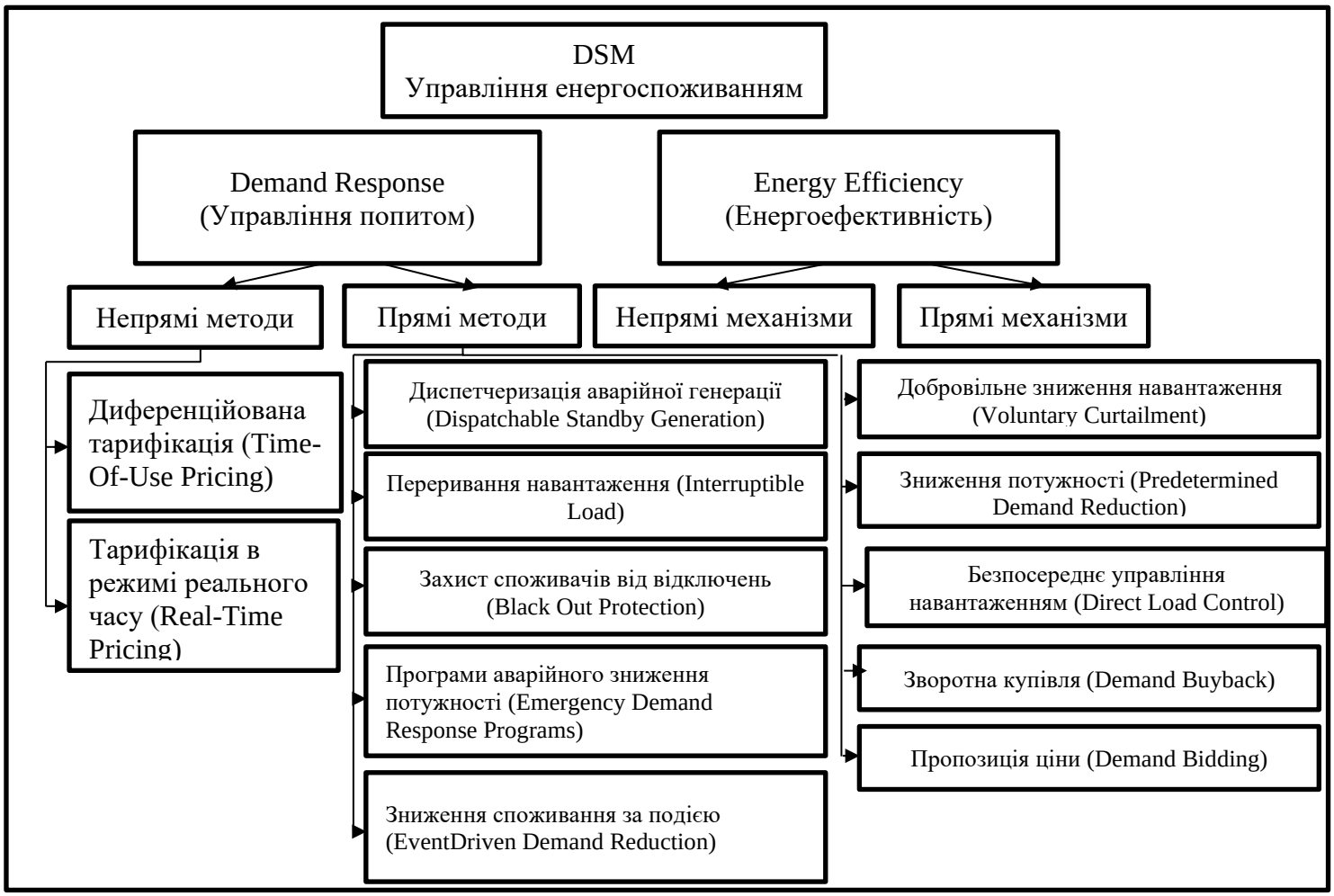

Рисунок 2.7 - Методи управління попитом на ринку електроенергії [24]

Особливо доцільним є застосування досвіду ефективно працюючих європейських конкурентних ринків, де активно опрацьовуються та впроваджуються системи «управління попитом» DR – добровільне зниження споживачем рівня електроспоживання у відповідь на зміну ціни, що впливає на зниження потреби в додаткових регулювальних потужностях і сприяє зниженню інвестиційних витрат.

Управління попитом передбачає можливість зниження рівня електроспоживання кінцевими споживачами за появи відповідних економічних сигналів ринку електроенергії, коли споживачі добровільно змінюють графік електроспоживання за визначеним тарифом на ринку «на добу наперед» без додаткових вказівок від системного оператора, з отриманням відповідної винагороди за здійснення такого зниження рівня споживання. Це дозволяє не лише зменшити витрати споживачів на електроенергію, але й сприяє її

здешевленню на оптовому ринку, підвищенню рівня надійності енергосистеми, зниженню потреби в додаткових генерувальних потужностях і, відповідно, скороченню обсягу інвестування на їх введення, що особливо важливо в умовах необхідності тотальної реконструкції існуючого обладнання.

Інтеграція системи DR являтиме собою комплекс заходів, орієнтованих на коригування характеру електроспоживання кінцевими споживачами у відповідь на зміну вартості електроенергії протягом певного відрізку часу, або завдяки заохочувальних виплат, розроблених спеціально для спонукання до зниження споживання під час піків навантаження або в разі виникнення загрози функціонування енергосистеми.

В свою чергу, управління попитом охоплює два класи задач. До першого класу входять програми, що застосовують принцип ціноутворення для впливу на криву споживання (непрямі методи), в другий клас входять програми, засновані на добровільній участі споживачів в контурі управління (прямі методи управління).

Програми управління, що застосовують принцип ціноутворення – це різні модифікації динамічних тарифів (dynamic pricing), під час яких споживачам пропонуються роздрібні ціни за спожиту енергію, що варіюються в залежності від періоду використання і відображають той факт, що вартість електроенергії і ціни її оптових закупівель різні в часі. До динамічних тарифів відносять диференційовану тарифікацію по часу використання, пікову і тарифікацію реального часу.

До групи програм добровільної участі входять наступні:

• Добровільне зниження навантаження (voluntary curtailment). Програми для клієнтів, які добровільно згодні скоротити своє споживання, або знизити потужність.

• Зниження потужності (predetermined demand reduction). Добровільні програми фінансового стимулювання, коли споживачам пропонується скоротити попит заздалегідь в періоди пікового попиту.

• Безпосереднє управління навантаженням (direct load control) – програма заходів, що дозволяють переривати навантаження споживачів на короткі

проміжки часу в момент проходження піків енергосистеми за допомогою прямого впливу оператора системи. Це може здійснюватися шляхом непосереднього переривання енергопостачання окремих пристроїв або обладнання, споживчих приміщень. Цей вид контролю придатний, як правило, для побутових споживачів в системах обігріву/ кондиціонування.

• Зворотна купівля (demand buyback) – надає можливість споживачам відмовлятися від споживання електроенергії в обмін на повернення грошей за заздалегідь визначеною ціною. Споживач має можливість вибору часу і ступеня участі у відповідь на запит енергокомпанії.

• Пропозиція ціни (demand bidding) –дозволяє споживачам брати участь в торгівлі електроенергією, яку вони можуть не використовувати, пропонуючи ціну за можливість зміни свого графіка споживання.

• Диспетчеризація аварійної генерації (dispatchable standby generation) – дає можливість диспетчеризації користувальницьких резервних генераторів, підтримуючи їх в синхронній роботі з електророзподільної мережею за допомогою спостереження і керування оператором системи.

• Переривання навантаження (interruptible load) – програма, що дозволяє відповідно до контрактних угод перервати навантаження споживачів в періоди сезонного піку споживання шляхом безпосереднього управління або на вимогу оператора системи. Цей вид контролю, як правило, застосуємо до комерційних і промислових споживачів і дозволяє відключати або зрушувати споживання на кілька годин.

• Захист споживачів від відключень (black out protection) – програма зниження навантаження, яка звільняє замовників від ротації відключень в обмін на часткове сік- рощення навантаження всьому ланцюгу протягом всіх періодів відключень.

• Програми аварійного зниження потужності (emergency demand response programs) – задіюються в моменти зниження оперативних резервів енергосистеми до рівня, при якому зниження навантаження споживачів необхідно для підтримки короткострокової надійності системи.

• Зниження споживання за подією (eventdriven demand reduction) – заходи зі скорочення попиту потужності в пікові періоди навантаження або зміщення її у позапіковий період.

Програми DSM можуть бути представлено не лише алгоритмами дій нормативно-правового характеру при регулюванні поведінки навантаження, але й механізмами прямого доступу до керування навантаженнями на рівні технологічних процесів. Це визначає необхідність точного регулювання енергопроцесу мережі, беручи до уваги вимоги до якості електроенергії, надійності, а також стабільності електропостачання.

Програми DSM мають наступні функціональні можливості:

1. Побудова навантаження. Це програми для керування сезонним збільшенням споживання енергії. В їх основу покладено введення інтелектуальних систем та процесів, більш ефективного обладнання і сучасних джерел енергії для досягнення більшого рівня енергетичної ефективності.

2. Гнучке моделювання. Це набір дій і повноцінного планування між генеруючими компаніями і споживачами з врахуванням потреб в даний момент часу. Це партнерство з метою створення моделі обмеження потужності та об’ємів енергоспоживання, що індивідуальний споживач може використовувати в певний час, через установку пристроїв обмеження навантаження.

3. Стратегії енергозбереження. Це програми для сезонного зниження споживання енергії, головним чином, за рахунок ефективного споживання енергії та зменшення втрат.

4. Заповнення провалів. Це програми, які заохочують позапікове споживання. Вони спрямовані на збільшення власного споживання в зонах загального спаду споживання енергосистеми. Стимулювання споживачів зазвичай здійснюється значно нижчими тарифами.

5. Перенесення навантаження. Це програми переміщення навантаження з періоду найбільшого споживання в період низького споживання, не змінюючи загальне споживання. Це також можливо з включенням розосередженої генерації (РГ).

6. Зменшення пікового навантаження. Ці програми спрямовані на вирівнювання графіку споживання, шляхом безпосереднього контролю навантаження, відключення обладнання споживачів або введення РГ.

На даний момент в Україні відсутні ефективні програми з управління попитом на електричну енергію. В сучасних умовах конкуренції на лібералізованих ринках електроенергії розвинутих країн світу, в тому числі і України, споживач отримує право вільного вибору постачальника електроенергії, що сприяє посиленню конкуренції за надання кращих послуг та активізації впровадження інноваційних технологій.

З міжнародного досвіду в електроенергетичних системах серед програм управління попитом найбільш інноваційним підходом на сьогоднішній день вважається DR, що найчастіше застосовується для тимчасового зниження обсягів електроспоживання, при чому середня тривалість заходів складає 1–4 год та є відповіддю на цінові сигнали ринку електричної енергії чи оператора електричної мережі. Досягнутий ефект від застосування вимірюється в кВт спожитої потужності (також відноситься до зменшення пікового споживання кВт*год) та зменшенні витрат.

Серед переваг управління попитом можна зазначити здатність знижувати ціну на електроенергію на оптовому ринку , що, в свою чергу, призводить до зниження цін на роздрібному ринку. Окрім того, зазначена програма отримала широке визнання як засіб забезпечення надійності енергопостачання, інтеграції відновлюваних джерел енергії, збільшення конкуренції на ринку електричної енергії і розширення можливостей споживачів.

Щоб розв’язати проблему розгортання повномасштабного та ефективного використання економічних механізмів управління попитом вкрай потрібно інтегрувати систему з моніторингу, прогнозування, планування та управління використанням електроенергії як на регіональному, так і на національному рівні. Така система має бути створена з використанням новітніх технологій «інтелектуальних електромереж» та «інтелектуального обліку» в рамках відповідної національної технологічної платформи.

В протилежність до DR, програми, пов’язані з energy efficiency, спрямовані на включають зменшення загального рівня енергоспоживання шляхом впровадження заходів з підвищення енергоефективності та енергозбереження. Ефект від застосування вимірюється в кВт·год (також застосовується для оцінки зменшення пікового споживання в кВт)[24].

З метою забезпечення можливості застосування інструментарію DSM має бути створено відповідну цифрову інфраструктуру. Драйвером і прискорювачем розвитку такої інфраструктури може бути держава, що має зробити наступні кроки в цьому напрямку:

1. Стимулювання масового впровадження цифрових технологій у енергетиці (діджиталізації). Інтенсивний обмін оцифрованими даними щодо стану енергетичних ринків, ціни на електроенергію, технічних параметрів мережі є важливою передумовою для поширення DSM-проектів, зокрема у сферах керування попитом та накопичення.

2. Стимулювання Smart Grid проектів. Smart Grid – група технологій, що розкривають значні можливості для впровадження DSM. Упровадження розумних мереж дозволить на порядки збільшити використання DSM в Україні.

3. Розробка технічних стандартів та інтерфейсів. Участь проектів із використанням DSM в енергетичних ринках вимагає розробки різного роду технічних стандартів, інтерфейсів та протоколів, що дозволятимуть різним учасникам різних сегментів ринку проводити між собою транзакції.

Стимулювання підвищення технологічного рівня розвитку ринку зазвичай здійснюється державою і повинно відбуватися синхронно з відповідними змінами у законодавчому та регуляторному полях.

2.5 Методологічний підхід до керування електроспоживанням.

Оперативне управління електричним навантаженням здійснюється для примусового відключення чи включення забезпечення підприємств споживчою потужністю і енергією. Для того, щоб використовувати спеціалізовані системи в оперативному керуванні енергоспоживанням, використовують такі методи:

плаваючого (ковзного) вікна, миттєвої норми, ідеальної норми, ідеальної норми з прогнозом навантаження та неперервного контролю.

Метод управління по миттєвій нормі здійснюється за функцією різниці між навантаженням $\Delta P(t)$, усередненим за малий період часу (до 3 хвилин) $P(t)$, і постійною в часі уставкою $\Delta P_{з\ max}$. Основний недолік методу полягає в недовикористанні відведеного ліміту потужності, тобто навантаження не може бути вище заданого, в той час як середнє за 30-хвилинний інтервал навантаження, зазвичай, виявляється нищим за задане. [25]

Метод управління по прогнозній величині електроспоживання виділяється тим, що управління на контролері здійснюється за функцією різниці між прогнозним значенням електроспоживання $W_{tпрогн}(t)$ до кінця періоду Т і лімітом електроенергії $W_л$:

$$W_{прогн}(t)=W_{tпрогн}(t)-W_л \qquad (2.1)$$

Головною метою управління є мінімізація величини $|Wtпрогн(t)|$. Враховуючи те, що на точність прогнозів впливає форма графіку навантаження, потрібно вводити довірчий інтервал для підвищення якості управління. Керування по прогнозній величині електроспоживання забезпечує найбільш повне використання ліміту електроспоживання, відведеного для підприємства на період контролю, проте, обов’язковою умовою його функціонування є складність і високі функціональні вимоги до АСКОЕ, що значно підвищує вартість системи. Крім того, в інформаційно- керуючих системах з прогнозуванням навантаження (електроспоживання) існує більший ризик перевищення ліміту потужності в порівнянні з методом керування споживачами-регуляторами за ідеальною нормою.

Реалізація методу «плаваючого» вікна відрізняється від метода управління за миттєвою нормою тим, що із заданою величиною порівнюється навантаження, усереднена не за час Δt, а за весь інтервал контролю Т. Цей метод також висуває високі функціональні вимоги до АСКОЕ і лічильників електроенергії, і не завжди може бути реалізований [25].

Отже з опису методів можна виділити те, що максимальне використання споживачем виділеного значення електроенергії найбільшою мірою реалізується за допомогою методу управління за ідеальною нормою. Крім того, цей метод є

незамінним, коли можливі часті перевищення навантаження, так як в цих умовах керуючі дії здійснюються протягом всієї лінії скидання.

Тому дослідимо метод ідеальної норми, з можливістю його адаптації до сучасних умов ринку .

Управління за методом ідеальної норми здійснюється у функції неузгодженості між електроспоживанням споживача $W(t)$ з моменту $t = 0$ і лінійно змінюваною в часі уставкою $W_л*t/T$ (*ідеальна норма*), де $W_л$ – ліміт електроспоживання, виділений на час T (Рисунок 2.8) [25].

$$\Delta W(t)=W_л \cdot t/T - W(t) \qquad (2.2)$$

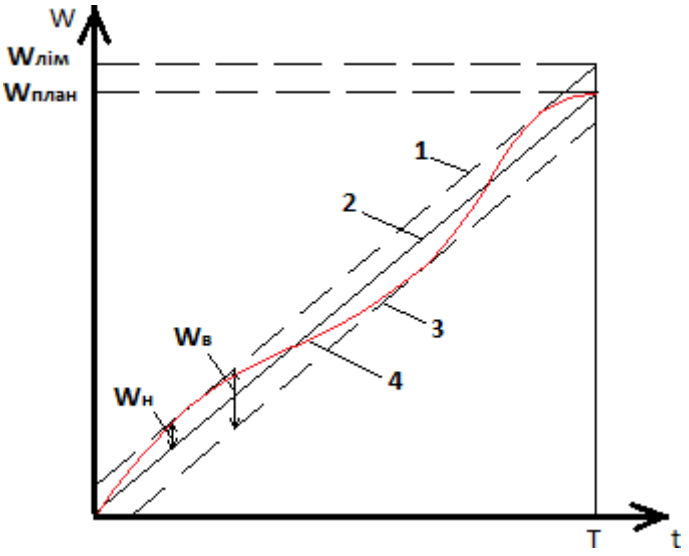

Рисунок 2.8 - Діаграма принципу управління по ідеальній нормі: 1 - лінія скидання; 2 - ідеальна норма; 3 - лінія відновлення; 4 - фактичне навантаження.

Метою управління є утримання неузгодженості в границях $\Delta W_c \leq \Delta W(t) \leq \Delta W_в$. В основі методу лежить розбиття періоду максимуму енергосистеми на інтервали тривалістю Т. Відлік часу t всередині кожного інтервалу ведеться з того моменту, що співпадає з початком цього інтервалу. При $\Delta W(t) \leq \Delta W_н$ керуюче навантаження знижується, при $\Delta W(t) \leq \Delta W_в$ – відновлюється. Після закінчення керованого інтервалу Т все відключене навантаження відновлюється.

Функціональну схему контролера, який реалізує метод керування за ідеальною нормою, наведено на рисунку 2.9.

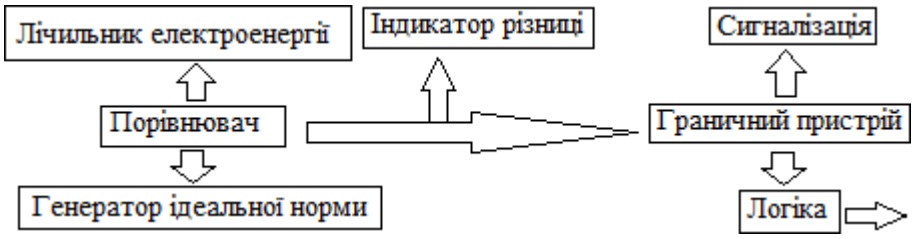

Рисунок 2.9 - Функціональна схема контролера, що реалізує метод управління за ідеальною нормою [25]

Протягом інтервалу керування *T* контролер безперервно порівнює фактичне (дійсне) енергоспоживання з попередньо визначеною кількістю електроенергії для конкретного часового інтервалу (ідеальною нормою).

Метод ідеальної норми має певні недоліки: ввімкнення контролерів має бути синхронізовано з часовими інтервалами енергопостачальної організації; керування електроспоживанням ведеться без врахування закону зміни електричного навантаження, що призводить до частого необґрунтованого його відключення. Так як в кінці кожного контролюючого інтервалу *T* все відключене раніше навантаження відновлюється, то при досить великому числі споживачів, що регулюють своє електроспоживання по даному методу, на початку наступного інтервалу *T* може бути створений штучний пік навантаження. [25].

Так як на ринку електричної енергії керування споживанням є важливим, то доцільно було б впровадити даний метод на підприємствах, але з урахуванням правил лібералізованого ринку електричної енергії.

В разі запровадження даного методу на базі контролера треба розглянути два базові випадки, які можливі для електроспоживання на підприємстві.

Перший випадок наведений на рисунку 2.8 має місце коли планове споживання, узгоджене на РДН, є меншим за ліміт: $W_{лім} < W_{план}$. В такому випадку графік 2.8 описуватиме роботу контролера, що керує величиною електроспоживання в межах довірчого інтервалу, тобто намагається зберігати наростаючі значення *W* у межах ліній скидання та відновлення. До речі, границі інтервалу вибираються для кожного підприємства індивідуально.

Другий випадок виникає тоді, коли планове споживання і ліміт співпадають по величині: $W_{лім} = W_{план}$. Графік керування попитом за таких умов наведено на Рисунок 2.10[25]. В цьому випадку межа лінії скидання не повинна в кінці періоду співпадати з граничним електроспоживанням, оскільки в разі виходу за межі ліній скидання підприємство нестиме значні грошові збитки у вигляді штрафів за перевищення ліміту потужності (споживання).

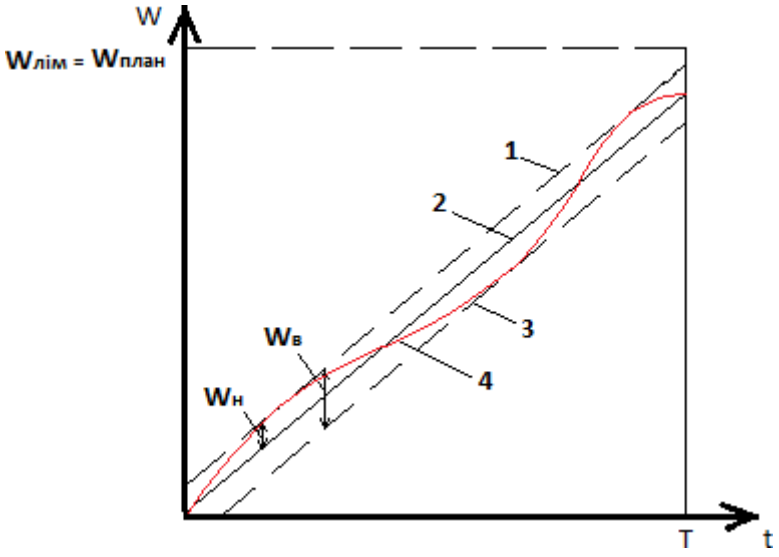

Рисунок 2.10 - Діаграма принципу управління по ідеальній нормі: 1 - лінія скидання; 2 - ідеальна норма; 3 - лінія відновлення; 4 - фактичне навантаження.

Графічний спосіб. Система вимірювання подає графік навантаження підприємства з кроком *Δt (*Рисунок 2.11). В координатах *W і T (*Рисунок 2.12*)* проводиться пряма, що відповідає лінійному закону електроспоживання підприємством протягом заданого періоду Т за умови виконання обмеження по електроспоживанню за цей період. Далі будується лінія скидання – допустимий рівень електроспоживання, перевищення якого викликає необхідність в оперативному керуванні навантаженням. Відображення електроживлення у % дозволяє створити універсальний графік оперативного керування навантаженням. За 100% береться електроспоживання, задане для контролюючого інтервалу (такий графік будується завчасно, як основа для подальших розрахунків). Лінія ідеальної

норми визначається як,

$$W(t)=W_{лім} \cdot t/T = P_{лім} \cdot t\,, \qquad (2.3)$$

де $P_{лім}$- гранична часова потужність , t – поточний час

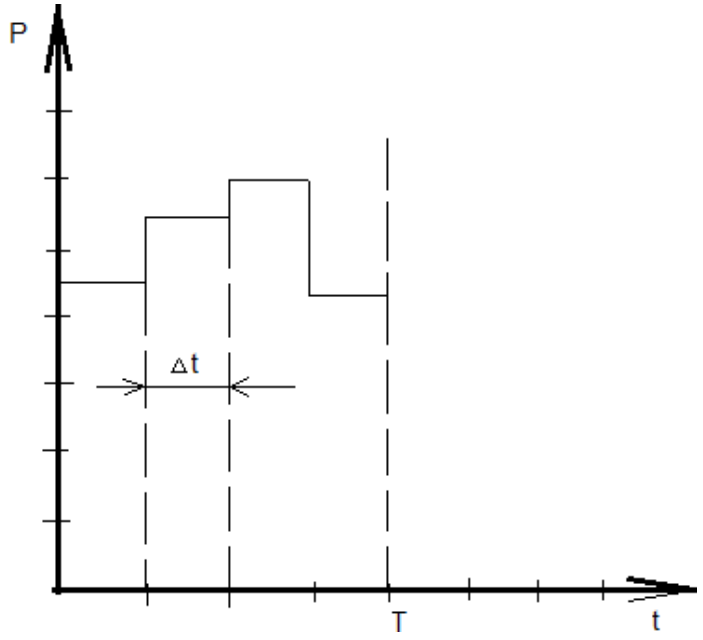

Рисунок 2.11 - Графік навантаження підприємства з кроком *Δt* за період *T* [25]

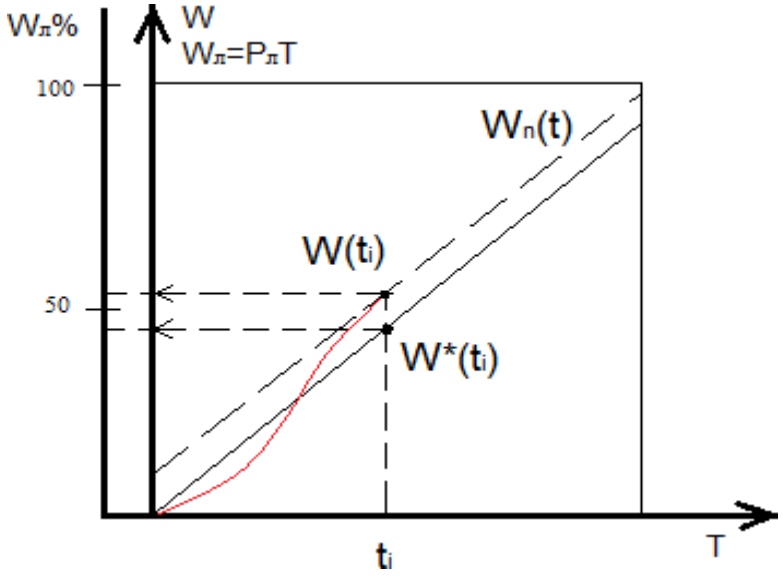

Рисунок 2.12 - Графік визначення значень скидання навантаження [25]

Використовуючи данні про поточне електроспоживання і відкладаючи їх на графіку, отримуємо картину виконання ідеальної норми електроспоживання для

конкретного моменту часу. Якщо поточне значення електроспоживання $W(t_i)$, більше за допустиме на поточний момент часу $W_g(t_i)$, то необхідно знизити навантаження. Перевищення, рівне

$$\Delta W = W(t_i) - Wg(t_i), \qquad (2.4)$$

є необхідною величиною керуючого впливу.

Її можливо визначити двома способами: визначивши на черговому кроці,

$$\Delta W = W(t_i) - W^*(t)_i \ , \qquad (2.5)$$

або визначивши до кінця періоду T, розподіливши ΔW між n інтервалами Δt що залишилися, тобто

$$\Delta W = (W(t_i) - W^*(t)_i)/n \qquad (2.6)$$

Конкретний спосіб визначення обмежень потрібно обирати з урахуванням ΔW, кількості кроків що залишилися до кінця періоду контролю, а також наявних споживачів регуляторів.

Порядок роботи з графіком на рисунку 2.12 наступний.

1. Для поточного моменту часу t_i визначаємо значення реального електроспоживання. Ця величина може бути отримана різними шляхами:

А) за запитом до системи буде видаватися інформація про сумарне електроспоживання з початку контрольованого інтервалу T, тобто $W(t_i)$;

Б) можуть бути відомі значення електроспоживання за окремі Δt з початку інтервалу T, в такому разі

$$W(t_i) = \sum W_k \qquad (2.7)$$

2. Виставляємо значення реального електроспоживання у відсотках, $W(t_i)$ %. Для цього з точки $W(t_i)$ паралельно осі t проводимо лінію до перетину з віссю W %.

3. Визначаємо перевищення ідеальної норми у відсотках :

$$\Delta W\% = W(t_i)\% - W^*(t_i)\% \qquad (2.8)$$

4. Знаходимо перевищення ідеальної норми в абсолютних одиницях:

$$\Delta W = W(t_i) - W^*(t_i) \qquad (2.9)$$

5. Визначаємо значення скидного навантаження за формулами 3.5 чи 3.6. [26].

Аналітичний спосіб. Маючи дані про $W(P_i)$, $W_i(P_i)$, $W(t_i)$, і величину довірчого інтервалу d (лінію скидання навантаження) у випадку перевищення реальним електроспоживанням лінії скидання, обмеження навантаження визначаємо наступним чином:

$$\Delta P = W(t_i) - (P_л \cdot t_i - d)/\Delta t, \qquad (2.10)$$

$$\Delta W = W(t_i) - (P_л \cdot t_i - d) \qquad (2.11)$$

Висновки до розділу 2

Комерційним обліком називають споживання енергії підприємством для грошового розрахунку з постачальником.

Дані комерційного обліку можуть бути використані також і для вирішення технічних, техніко-економічних і статистичних завдань, як самого суб'єкта ринку електроенергії, так і на всіх рівнях ієрархії управління енергетичним виробництвом.

Головною метою організації обліку електроенергії є отримання з необхідною оперативністю достовірної та узаконеної інформації про кількість і як виробленої, розподіленої і спожитої електричної енергії та потужності.

Дані комерційного обліку електричної енергії, а також дані про стан засобів комерційного обліку, що використовуються для здійснення розрахунків та проведення аналізу на ринку електричної енергії, отримуються на основі вимірювання або розрахунковим шляхом.

В умовах ринку і розвитку конкурентних відносин в електроенергетиці виникає потреба у підвищенні ефективності фінансової діяльності підприємства. Оскільки основним джерелом надходження грошових коштів енергопостачального підприємства є дохід від реалізації енергії, а її зберігання та передача потребують додаткових капіталовкладень, то виникає потреба в

регулюванні попиту. Попит на електроенергію суттєво коливається в межах доби і року. Невідповідність попиту і пропозиції в електроенергетиці призводить або до зайвих втрат електроенергії, або до обмеження споживання, найчастіше шляхом відімкнення окремих груп споживачів. Управління попитом на електроенергію нами було об’єднано в два напрямки: демаркетинг, що спрямований на зниження енергоспоживання шляхом оптимізації її використання, і синхромаркетинг – спрямований на вирівнювання попиту.

Загалом проблему узгодження попиту та пропозиції необхідно регулювати на державному та регіональних рівнях. Це дозволить підвищити енергоефективність вітчизняної економіки та вітчизняних товаровиробників.

Енергомоніторинг – це комплекс заходів, спрямованих на отримання і формування бази даних з енергоспоживання будівель та їх обробку, для виявлення випадків відхилення споживання та прийняття відповідних рішень.

Для повномасштабного й ефективного використання вищенаведених економічних механізмів управління попитом потрібно створити систему з моніторингу, прогнозування, планування та управління використанням електроенергії як на регіональному, так і на національному рівні. Така система має бути створена з використанням новітніх технологій «інтелектуальних електромереж» та «інтелектуального обліку» в рамках відповідної національної технологічної платформи.

Окрему увагу варто приділити методу ідеальної норми, який був розроблений у зв’язку з обмеженою кількістю потужностей наявних в енергосистемі. Модернізований до сучасних умов ринку, метод розглядає додаткові обмеження щодо споживання електроенергії, так як вони не тільки пов’зані із споживаною потужністю але й дозволяють коригувати різні небеланси, пов’язані з споживанням енергії за період Т, докупляючи чи продаючи потрібну енергію на ВДР. При цьому можливі два базові випадки для графіків електроспоживання на підприємствах. Перший полягає в тому що лінія планового споживання лежить нижче від граничного споживання, таким чином виконання плану споживання вздовж прямої ідеальної норми, обмеженої довірчим інтервалом (верхня межа інтервалу не піднімається вище за граничне

споживання), гарантує або виконання або пере- чи недовиконання планової величини електроспоживання, але виключає випадок перетину граничного споживання, що в іншому випадку нестиме для підприємства значні збитки. Другий випадок різниться від першого тим що лінії планового і граничного споживання співпадають, і тому тренд нашої ідеальної норми досягає наприкінці періоду значення нижчого від планового, до того ж різниця між цими значеннями має бути не меншою від різниці лінії ідеальної норми та верхньої межі довірчого інтервалу (лінії скидання).

РОЗДІЛ 3 ПОСЛІДОВНІСТЬ ПОБУДОВИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

3.1 Структурна схема багатофункціональної АСКОЕ

Інформація про розрахунки за електричну енергію на енергетичному ринку України формується за допомогою АСКОЕ, що використовують участики енергетичного ринку відповідно до чинного українського закодонавства у сфері електроенергетики. На Рисунку 3.1. наведено структуру АСКОЕ ринку електричної енергії України.

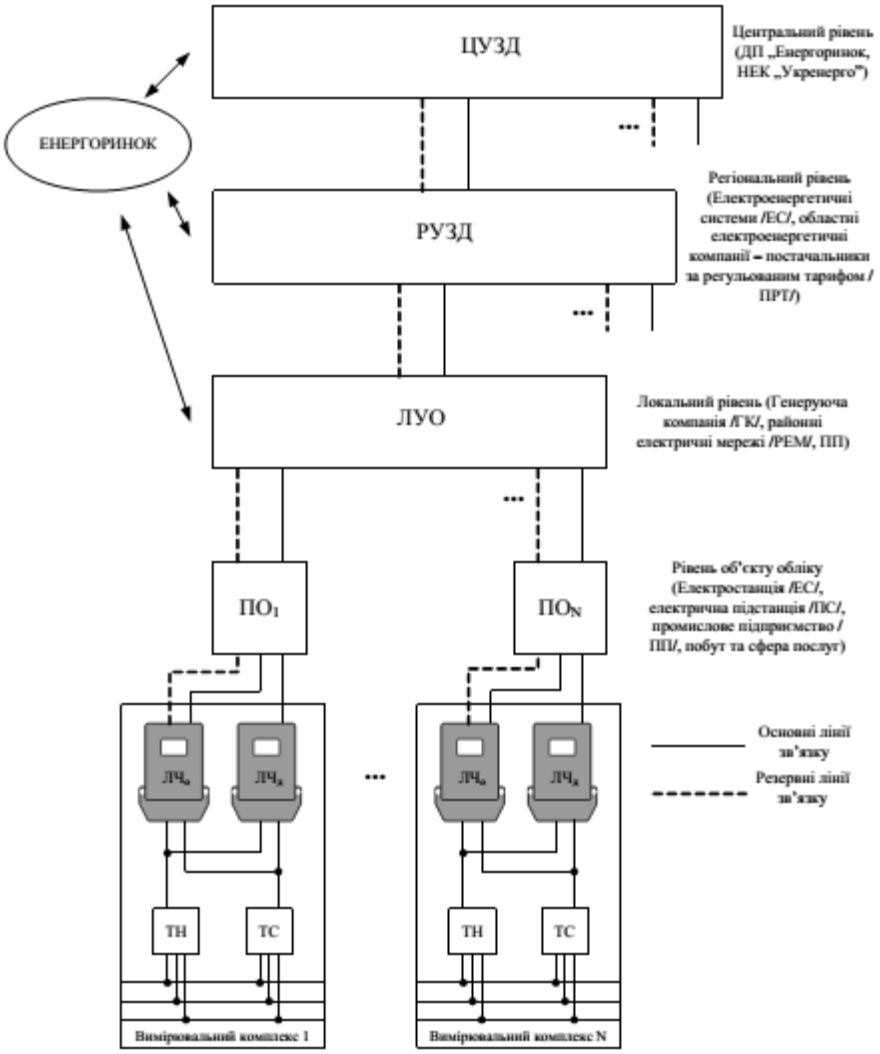

Рисунок 3.1 - Основні принципи використання інформації комерційного обліку в АСКОЕ ринку електричної енергії України [27]

У такій АСКОЕ виділяють декілька рівнів:

1) рівень вимірювальних комплексів – трансформатори напруги (ТН), трансформатори струму (ТС), лічильники електроенергії (ЛЧ), пристрої перетворення (ПП) та вторинні вимірювальні кола, з’єднані між собою за встановленою схемою для вимірювання та обліку електроенергії в точці обліку [10];

2) рівень об’єктів обліку - генеруюча компанія (ГК), промислове підприємство (ПП), побут та сфера послуг;

3) локальний рівень - ГК, 13 районних електричних мереж (РЕМ), ПП;

4) регіональний рівень - електроенергетичні системи (ЕС), обласні електропередавальні компанії – ПРТ, ПНТ;

5) центральний рівень – Головний оператор – Державне підприємство (ДП) «Енергоринок», НЕК «Укренерго», національний регулятор – НКРЕКП [10].

На тому рівні, на якому формується вся інформація комерційного обліку (зокрема, агреговані дані), вона і повинна піддаватися подальшій обробці та зберіганню протягом визначеного терміну [28]. У той же час необхідно вирішувати технологічні завдання забезпечення синхронності вимірювань, повноти і достовірності даних комерційного обліку електроенергії, а також їхньої своєчасної доставки на верхні рівні розподіленої АСКОЕ та до ІОК Головного оператора відповідно до розрахункових періодів і особливостей функціонування балансуючого механізму з метою подальшої обробки, агрегування, аналізу й використання. При чому дані, які передаються на верхні рівні АСКОЕ, мають містити достатньо інформації для здійснення розрахунків за електричну енергію, інформаційного забезпечення задач управління попитом і балансування ринку та надання інших допоміжних послуг. Кількість участників ринку електроенергії та обсяги інформації, що від них надтходитиме, будуть збільшуватися в міру подальшого перетворення ринку на лібералізований та зростання переліку допоміжнох послуг – це теж варто враховувати при використанні різних рівнів АСКОЕ [15].

В якості первинних інформаційних джерел повинні виступати лише прилади обліку – засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), які занесено до Державного реєстру ЗВТ та мають дозвіл для застосування в Україні [12]. Згідно

принципів побудови АСКОЕ, ВІС повинна здійснювати всі операції, направленні на вимірювання показників та формування облікової інформації. Для забезпечення безпеки даних від незатвердженого доступу їх необідно зберігати в первинному вигляді в ПБД [14].

Інформаційна система (ІС), яка також є частиною АСКОЕ, виконує всі операції по збиранню інформації з приладів обліку, крім вимірювальних: отримує необроблені дані від ВІС та визначає похибки обробки.

Аналізуючи структуру розподіленої АСКОЕ в умовах енергоринку України доцільно виділити ВІС на рівні АСКОЕ об’єктів обліку, які є сукупністю занесених до Держреєстру України або метрологічно атестованих ЗВТ, устаткування збирання, оброблення і збереження інформації, засобів зв’язку, засобів синхронізації часу, функціонально об’єднаних для забезпечення обліку електричної енергії, реалізують завершену процедуру вимірювань і мають нормовані метрологічні характеристики (МХ). Відмінною особливістю АСКОЕ об’єктів обліку як ВІС, є наявність ПБД, яка містить первинні дані обліку. Саме для об’єкта обліку мають визначатися обсяги кожного з продуктів, які продаються/купуються на ринку, СКОЕ об’єкта обліку створюється на об’єкті автоматизації з вимірювальних комплексів та пристроїв обліку (ПО), з’єднаних між собою лініями та каналами зв’язку. Робота ПО полягає в тому, що, використовуючи надану вимірювальними комплексами інформацію, здійснюється: обчислення даних комерційного обліку; їх зберігання у ПБД; надання доступу до ПБД. За певних умов дані обліку можуть частково обчислюватися та зберігатися на рівні вимірювальних комплексів.

Вимірювальний комплекс разом із лінією (каналом) зв’язку, що з’єднує його з відповідним входом ПО, та частиною ПО, яка зчитує (приймає), обчислює, зберігає та відображає дані комерційного обліку електроенергії, пов’язаніз цим вимірювальним комплексом, утворюють вимірювальний канал (ВК) АСКОЕ об’єкта обліку [12].

3.2 Алгоритми формування, управління та обміну даними комерційного обліку

Участь в регламентах ринку електроенергії та потужності, а також робота зі споживачами ставлять перед збутовими енергокомпаніями необхідність вирішення низки завдань, до яких відносяться: збір та обробка даних комерційного обліку, розрахунок сумарних показників на основі даних систем обліку, прогнозування споживання, формування різних звітних форм, передача інформації в інші компанії. Значні вимоги пред'являються до точності розрахунків різних показників і, насамперед, повного споживання. Для надійного і правильного розрахунку важливо забезпечити комплекс заходів перевірки і достоверізаціі даних. Для вирішення зазначених завдань оптимальним є створення єдиного середовища формування і розрахунку показників у вигляді системи Комерційного обліку, що включає в себе певну об'єктну інформаційну систему обробки та зберігання різних даних, а також модифікуються кошти розрахункових процедур.

Робота з системою комерційного обліку електроенергії розділяється на кілька етапів.

Перший етап - підготовка інформаційної об'єктної структури параметрів. Формується структура енергооб'єктів, точок обліку, розрахункових перетинів, структура основної і замісної системи АІВСКОЕ (поділ параметрів на оперативні і статистичні дані). Здійснюється прив'язка параметрів до джерел інформації (АІВСКОЕ, макети) для забезпечення завантаження даних в базу.

Другий етап - щоденна робота з даними. Проводиться завантаження результатів вимірювань з АІВСКОЕ (в автоматичному або ручному режимі), введення положень обхідних вимикачів (при необхідності), аналіз відсутніх даних, недостовірної і некомерційної інформації, розрахунок сумарних показників, розрахунок короткострокових прогнозів електроспоживання, формування звітних форм, макетів.

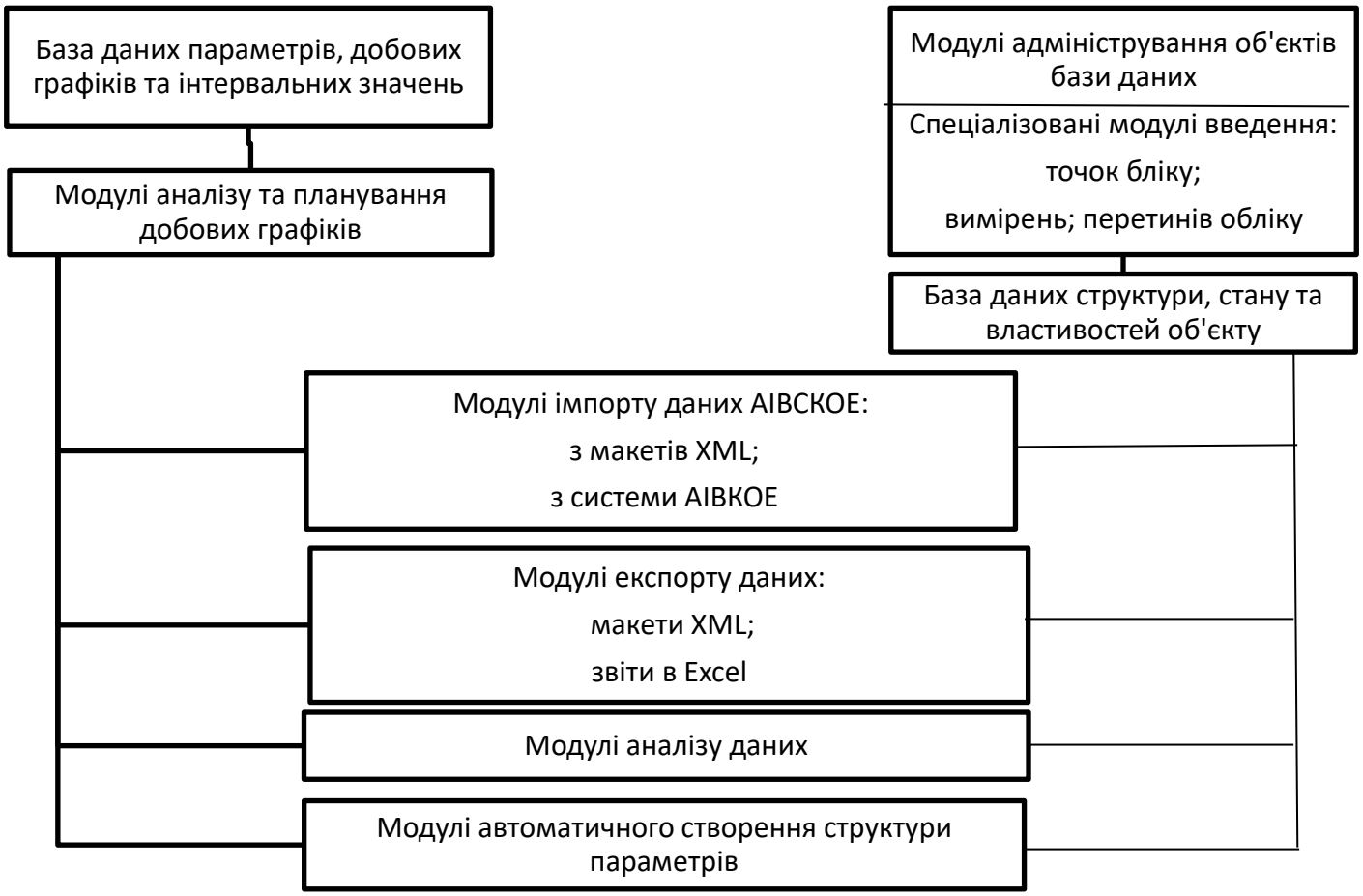

Рисунок 3.2 - Складові системи комерційного обліку електроенергії

Третій етап - дії по закінченню звітних періодів (місяць, квартал, рік). Проводиться розрахунок інтегральних значень по закінченню інтервалу, формування звітних форм і макетів, перевірка збіжності даних макетів. Передача даних в енергетичні компанії та суміжним суб'єктам.

Основні функції обробки даних включають в себе [29]:

- завантаження даних з різних систем АІВСКОЕ в темпі процесу;
- завантаження даних з XML-макетів;
- розрахунок сумарних показників на основі завантажених свідчень у точках обліку (з урахуванням стану обхідних вимикачів);
- контроль і упевнення в завантажених даних;
- аналіз і редагування стану об'єктів і засобів вимірювань;
- формування XML-макетів;
- формування спеціалізованих звітних форм у форматі Microsoft Excel.

Збір даних результатів вимірювання може здійснюватися з різних джерел:

- з власної бази даних АІВСКОЕ

- з систем АІВСКОЕ суміжних суб'єктів за допомогою XML-макетів, або по віддаленому доступу.

Завантаження даних може здійснюватися вручну за допомогою його вибору через меню, або за допомогою автоматичного завантаження макетів. Основний спосіб завантаження даних - автоматичний. У підсистему включаються виконувані файли для кожного модуля завантаження даних, які можна запускати при виникненні такої потреби за допомогою вбудованих засобів системи або призначених завдань Windows.

На підставі завантажених показань приладів обліку розраховуються сумарні показники за заздалегідь визначеними користувачем формулами. Для коректного розрахунку певних показників необхідно вказувати періоди роботи обхідних вимикачів на комерційні приєднання. Слід зазначити, що в випадку, коли результати вимірювання формуються за допомогою обробки XML-макетів, облік роботи обхідних вимикачів і перерахунок сумарних показників здійснюється автоматично.

Основні функції модулів планування електроспоживання включають в себе:

- статистичний, кореляційний та регресійний аналіз;

- прогнозування параметрів, планування балансу споживання;

- формування звітних форм в текстовому форматі і форматі

Microsoft Office.

Наявність об'єктної структури параметрів дозволило значно прискорити процедуру актуалізації розрахункової моделі в системі комерційного обліку. Актуалізація розрахункової моделі включає в себе зміну інформаційної структури параметрів. Структура параметрів розбивається на дві групи:

- опорні параметри (для зберігання первинних даних комерційного обліку - прийом і віддача активної електроенергії. також додатково можуть бути створені відповідні параметри для перетоків реактивної енергії);

- сумарні розрахункові параметри (для розрахунку сальдо-перетоків і втрат електроенергії окремо по кожній точці обліку, по групах з декількох точок обліку,

так званим перетинах обліку. При цьому утворюється складна ієрархічна система розрахунків, що забезпечує в кінцевому підсумку розрахунок найбільш важливих сумарних параметрів верхнього рівня - споживання певних територій, енергопостачальних організацій та їх відділень, вироблення енергії генеруючими компаніями, сальдо-перетоки між учасниками ринку).

Додатково створюється дублююча (заміщаюча) структура параметрів, що використовується для завантаження і зберігання даних з резервних джерел. Це дає можливість обробки даних в режимі заміщення інформації з основного джерела на резервний в разі, якщо основне джерело з яких-небудь причин недоступне.

Такий підхід забезпечує можливість реалізувати важливий принцип обліку результатів вимірювання - поділ даних на статистичні і оперативні (заміщуючі), що дозволяє збільшити швидкість отримання повного споживання регіону, зберігши при цьому єдине кодування облікових параметрів. Це актуально для великих енергокомпаній з великою кількістю перетинів, в тому випадку, коли АІВСКОЕ знаходиться на стороні суміжних суб'єктів і дані надходять у вигляді пересилки xml-макетів.

3.3 Алгоритми комплексного енергомоніторингу

Енергомоніторинг ринку електроенергіі можливо провести тільки при дитриманні черговості певних дій.

Для виконання першого етапу досідження необхідно зібрати перелік деяких даних, а саме:

- найменування та адреса закладу;
- перелік будівель;
- перелік постачальників енергоресурсів;
- перелік будівель, що використовуються закладом та споживають енергоресурси;
- площа та об’єм будівель;

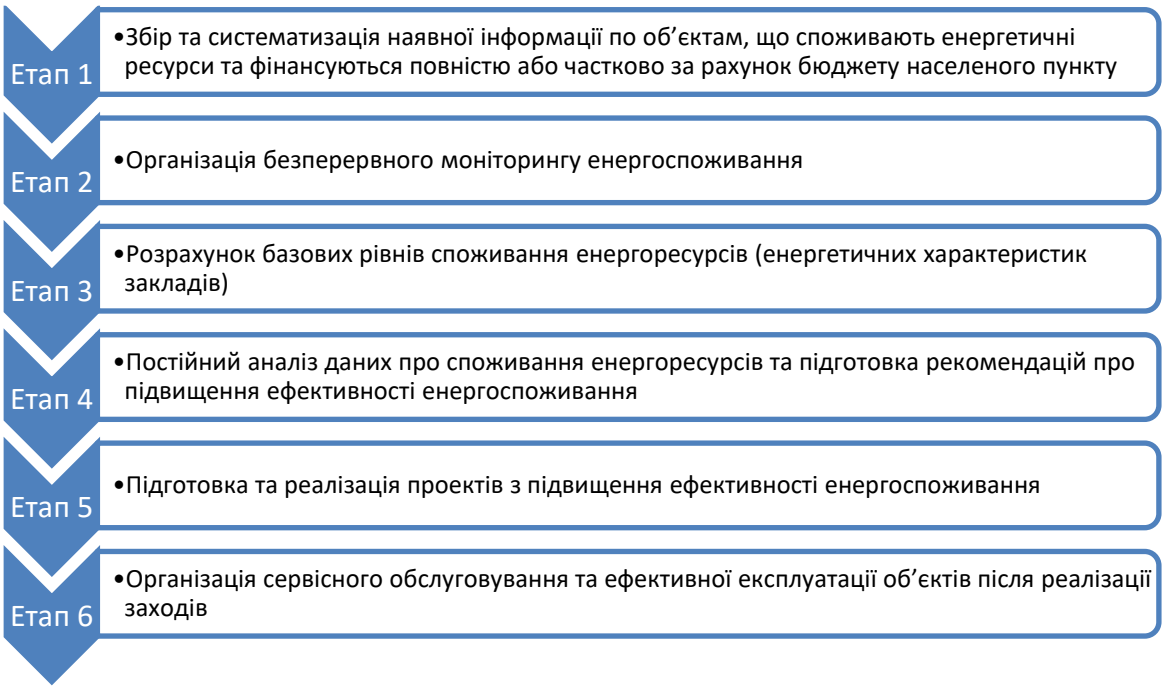

Рисунок 3.3 - Алгоритм проведення енергомоніторингу

- договірне та фактичне навантаження на опалення, гаряче водопостачання, вентиляцію;
- договірне та фактичне навантаження на електроспоживачів;
- договірне та фактичне споживання води;
- договірне та фактичне споживання інших видів палива;
- кількість відвідувачів та персоналу;
- режим роботи закладу;
- узагальнені показники енергоспоживання закладу;
- перелік точок вводу енергоресурсів та інформація про вузли обліку на цих точках вводу;
- загальнорічні показники споживання енергоресурсів по видам.

Після формування бази даних основних споживачів енергоресурсів в бюджетній сфері запроваджується система моніторингу споживання енергоресурсів як складова системи енергетичного менеджменту.

Система передбачає безперервний збір та аналіз даних про споживання енергоресурсів, енергетичні характеристики будівель та заплановані або виконані роботи з реконструкції, модернізації та капітального ремонту.

Джерела отримання даних про енергоспоживання:

- Безпосередньо з вузлів комерційного та технічного обліку в закладах з використанням автоматизованих систем, або з залученням персоналу закладу;

- Постачальники енергоресурсів;

- Структурні підрозділи та окремі заклади/підприємства/установи міської ради, що безпосередньо здійснюють оплату за енергоресурси.

Максимальна періодичність моніторингу енергоспоживання 1 тиждень за умови використання ручного вводу. Дозволяється встановлювати періодичність проведення моніторингу в 1 місяць, але не довше ніж протягом 1 року після запровадження системи енергетичного менеджменту, після чого періодичність моніторингу скорочується до 1 тижня чи рідше.

За умови використання автоматизованих систем, а також за умови реалізації заходів з підвищення ефективності енергоспоживання на об’єкті максимальна періодичність моніторингу складає 1 день (за виключенням вихідних та святкових днів).

Рекомендовано впроваджувати систему моніторингу, що передає дані з лічильників та давачів в повністю автоматизованому режимі.

За умови впровадження на об’єкті заходів, направлених на підвищення ефективності енергоспоживання вартістю більше ніж 250 тис. грн. необхідно передбачати встановлення автоматизованої системи моніторингу енергоспоживання.

На основі даних про споживання енергетичних ресурсів за попередні періоди визначається базові показники енергоспоживання об’єктів.

Узагальнюючий аналіз по ефективності споживання енергоресурсів здійснюється 1 раз на квартал. Оперативний аналіз ефективності споживання здійснюється після завершення кожного циклу моніторингу (але не рідше ніж 1 раз на місяць).

По результатам аналізу надаються рекомендації щодо:

- підвищення ефективності енергоспоживання;

- покращення параметрів мікроклімату;

- застосування положення про стимулювання ощадного енергоспоживання;

В результаті аналізу виявляються об’єкти, що мають найгірші та найкращі показники ефективності енергоспоживання та проводиться їх додатковий аналіз для з’ясування причин такого відхилення, що може включати:

- обстеження будівлі та її інженерних систем;
- виконання енергетичного аудиту;
- опитування персоналу закладу;

За результатами проведення первинного та вторинного аналізу формується перелік закладів, що претендують на першочергове фінансування заходів з підвищення ефективності енергоспоживання.

Щоб продовжити процес енергомоніторингу, необхідно:

- Проаналізувати доступні джерела фінансування заходів;
- Сформувати заявки на отримання фінансування;
- Провести енергетичні аудити для уточнення показників проекту (перелік закладів та заходів, послідовність впровадження, формування технічного завдання тощо);
- Організуваи та/або супроводжувати закупівлю робіт, матеріалів та послуг;
- Проконтролювати за виконаними роботами/наданими матеріалам та послугами, їх якістю та комплектністю матеріалів та обладнання.

Останній етап енергомоніторингу включає в себе наступні дії:

- Проведення навчання персоналу закладів та обслуговуючого персоналу;
- Проведення закупівель послуг з технічного обслуговування;
- Постійний контроль за ефективністю роботи встановленого обладнання.

3.4 Алгоритми формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом

DSM програми представлено не лише алгоритмами дій нормативно-правового характеру при регулюванні «поведінки» навантаження, а й механізмами прямого доступу до керування навантаженнями на рівні технологічних процесів [24]. Це визначає необхідність точного регулювання енергопроцесу мережі з врахуванням вимог до якості електроенергії, надійності та стабільності електропостачання. В результаті виникає необхідність в оцінці

ефективності роботи системи та врахуванні відповідних чинників, що впливають на якість електричної енергії, а саме: спотворення сигналу, пульсації струму на напруги, тощо. Для отримання бажаного рівня ефективності передачі та споживання електричної енергії та зменшення втрат, необхідно виявити чинники, які безпосередньо впливають та процеси, якими ці чинники можна ідентифікувати.

Основний інструментарій програм DSM:

1. Зменшення пікового навантаження. Це програми спрямовані на вирівнювання графіку споживання, шляхом безпосереднього контролю навантаження, відключення обладнання споживачів або введення розосередженої генерації (РГ).

2. Заповнення провалів. Це програми, які заохочують позапікове споживання. Вони спрямована на збільшення власного споживання в зонах загального спаду споживання енергосистеми. Стимулювання споживачів зазвичай здійснюється значно нижчими тарифами.

3. Стратегії енергозбереження. Це програми для сезонного зниження споживання енергії, головним чином, за рахунок ефективного споживання енергії та зменшення втрат.

4. Побудова навантаження. Це програми для управління сезонним збільшенням споживання енергії. В їх основу покладено введення інтелектуальних системи та процесів, більш ефективного обладнання і сучасних джерел енергії для досягнення більшого рівня енергетичної ефективності.

5. Перенесення навантаження. Це програми, з переміщення навантаження з періоду найбільшого споживанняв період низького споживання, не змінюючи загальне споживання. Це також можливо з включенням РГ.

6. Гнучке моделювання. Це набір дій і комплексного планування між генеруючими компаніями і споживачами, з урахуванням потреб в даний момент часу. Це партнерство з метою створення моделі обмеження потужності та об’ємів енергоспоживання, що індивідуальний споживач може використовувати в певний час, через установку пристроїв обмеження навантаження. Для ефективного впровадження програми DSM, необхідно виконати наступні кроки [30]:

— аналіз сучасного стану ринку і перспективи його зростання в короткостроковій і довгостроковій перспективі;

— аналіз різних форм енергопостачання;

— аналіз характеристик навантаження;

— розробка та реалізація системних моделей навантаження;

— інформування споживачів та заохочення їх до участі;

— аналіз загальних витрат для участі та розвитку програми.

На сьогодні в Україні відсутні діючі програми з керування попиту на електричну енергію. В сучасних умовах конкуренції на лібералізованих ринках електроенергії розвинутих країн світу, в тому числі і України, споживач отримує право вільного вибору постачальника електроенергії, що сприяє посиленню конкуренції за надання кращих послуг та активізації впровадження інноваційних технологій.

В електроенергетичних системах demand response (DR) відноситься, в основному, до тимчасового зниження обсягів електроспоживання, середня тривалість заходів складає 1–4 год та є відповіддю на цінові сигнали ринку електричної енергії чи оператора електричної мережі. Ефект від застосування вимірюється в кВт спожитої потужності (також відноситься до зменшення пікового споживання кВт*год) та зменшенні витрат [31].

Проаналізувавши програми управління попитом в рамках довгострокових і короткострокових перспектив найбільш іноваційним підоходом на сьогодні визначається Demand Response.

Керування попитом на електричну енергію (Demand Response) -це зміни споживання електричної енергії кінцевими споживачами відносноїх нормального графіка навантаження у відповідь на зміну ціна на електричну енргію по час або відповідно до стимулюючих виплат,передбаченні щоб знизити споживання в періоди високиз цін на електроенергію на оптовому ринку або коли системна надійність під загрозою [32].

Керування попитом може знижувати ціна на електроенергію на оптовому ринку , що , в свою чергу , призводить до зниження ці на роздрібному ринкую Керування попитом отримало широке визнання , як засіб забезпечення надійності

на енергопостачання, інтеграції відновлюваних джерел енергії, збільшення конкуренції на ринку електричної енергії і розширення можливостей споживачі [33].

Для повномасштабного й ефективного використання економічних механізмів управління попитом потрібно створити систему з моніторингу, прогнозування, планування та управління використанням електроенергії як на регіональному, так і на національному рівні. Така система має бути створена з використанням новітніх технологій «інтелектуальних електромереж» та «інтелектуального обліку» в рамках відповідної національної технологічної платформи.

На відміну від DR, програми, пов’язані з DSM, спрямовані на довгострокову перспективу функціонування, і включають зменшення загального рівня енергоспоживання шляхом впровадження заходів з підвищення енергоефективності та енергозбереження. Ефект від застосування вимірюється в кВт*год. (також застосовується для оцінки зменшення пікового споживання в кВт) [26].

3.5. Моделювання керування попитом на електричну енергію активного споживача.

Даний підрозділ присвячений моделюванню керування попитом на електричну енергію активного споживача за допомогою множинної лінійної регресії для визначення прогнозного значення споживання електроенергії домогосподарсвами.

Мета регресійного аналізу - встановити конкретну аналітичну залежність одного або кількох результативних показників від одного або кількох ознак-факторів. Отримане при цьому рівняння регресії використовується для змістовного опису досліджуваного процесу, прогнозування, вибору оптимального варіанта і т. д. Якщо в рівняння регресії включені ознаки- фактори, що враховують і можливе випадкове поведінка результативної ознаки, то такий вираз являє регресійну модель явища чи процесу.

Регресійний аналіз використовується в тому випадку, якщо відношення між змінними можуть бути виражені кількісно у виді деякої комбінації цих змінних. Отримана комбінація використовується для передбачення значення, що може приймати цільова (залежна) змінна, яка обчислюється на заданому наборі значень вхідних (незалежних) змінних. У найпростішому випадку для цього використовуються стандартні статистичні методи, такі як лінійна регресія.

На підставі регресійного аналізу зробити перевірку та провести оцінку статистичної якості оціненого рівняння. Перевірка статистичного якості оціненого рівняння регресії проводиться, з одного боку, по статистичної значущості параметрів рівняння, а з іншого боку, по загальній якості рівняння регресії. За результатами проведеного аналізу визначити параметри множинної лінійної регресії та надати кінцеве рівняння.

Дані взяті з держстандарту, НКРЕКП, держенергоефективності наведеними у таблиці 3.1. [34-36].

Для прогнозування змін у встановленній потужності при збільшенні кількості приватних домогосподарств , які мають встановленні сонячні електростанції та отримали «зелений тариф» були застосовані методи апроксимації і екстраполяції. Для визначені тренду функція y=f(x) де y – встановленна потужність Мвт, x- кількість приватних домогосподарств. Були запропоновані 3 підходи. Отримання тренду завдяки лінійної та степеневої функція.

У програмі MC Exel проводимо апроксимацію та екстраполяцію. Результат апроксимації та тренд отриманий за допомогою лінійної функції зображений на рисунку 3.4. Відповідно на рисунку 3.5 зображений результат і тренд ектраполяції степеневої функції.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Рік, квартал	кількість приватних домогосподарств	встановлена потужність, МВт
	X1	Y
3 квартал 2015	233	1,1
4 квартал 2015	245	2,1
1 квартал 2016	289	3,5
2 квартал 2016	437	5,2
3 квартал 2 0 16	630	7,8
4 квартал 2016	1110	16,9
1 квартал 2017	1310	20,2
2 квартал 2017	1636	24,8
3 квартал 2017	2330	37,2
4 кварал 2017	3011	52
1 квартал 2018	3224	68
2 квартал 2018	4661	88
3 квартал 2018	6032	122
4 квартал 2018	7951	188
1 квартал 2019	8844	191

$$y = 0.0225x - 7,9813$$

$$R^2 = 0,9885 \qquad (3.1.)$$

$$y = 0,0019x^{1,2786}$$

$$R^2 = 0,9885 \qquad (3.2.)$$

, де X1 - кількість приватних домогосподарств , Y - встановлена потужність, МВт. R^2 – коефіцієнт детермінації

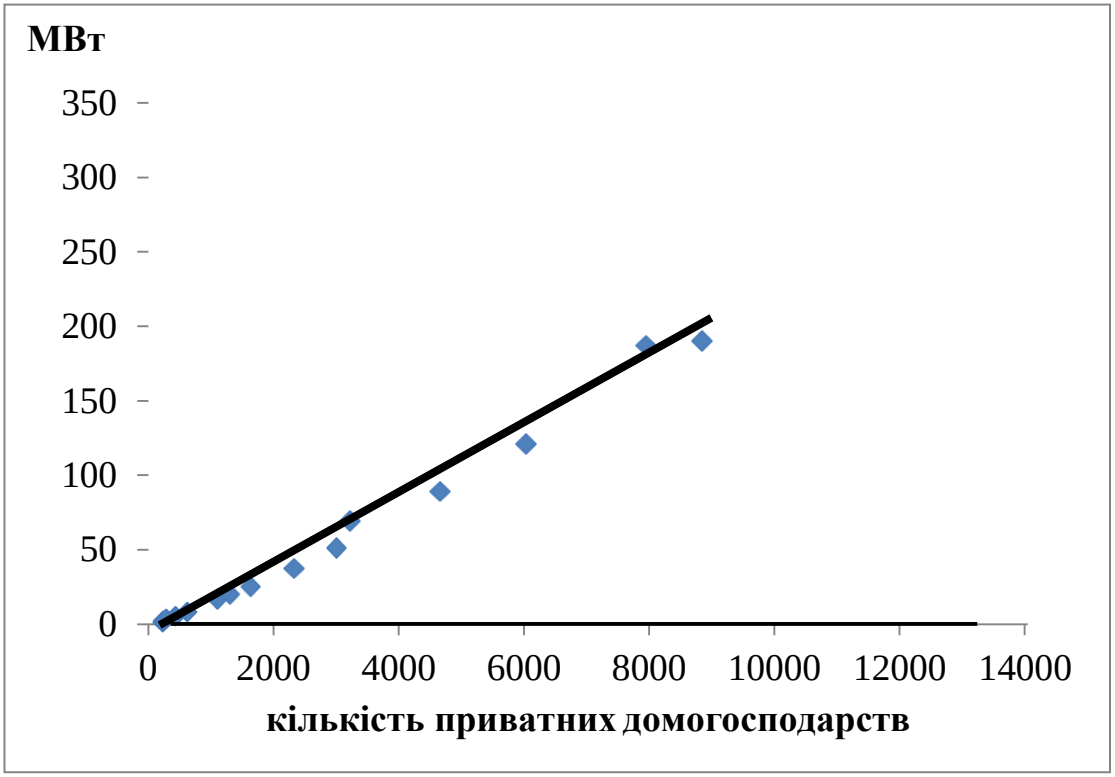

Рисунок 3.4 - Графік апроксимації функції .

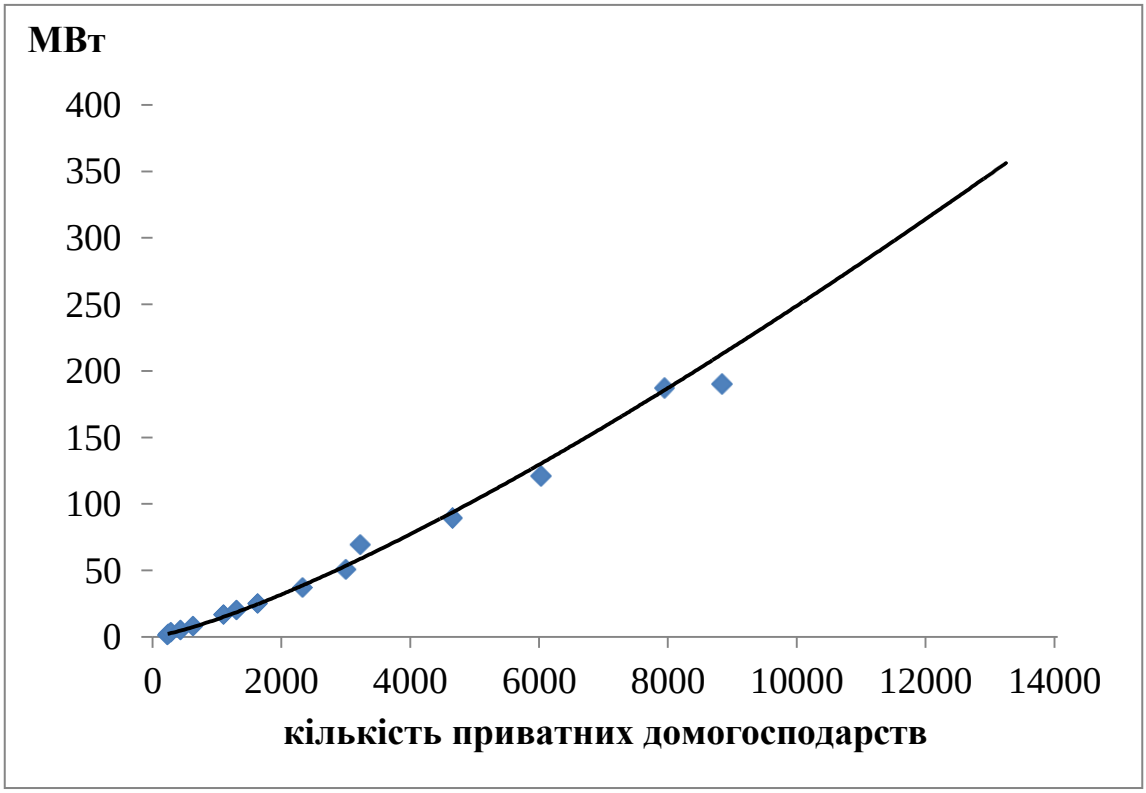

Рисунок. 3.5. - Графік екстраполяції функції

Після проведення апроксимації даних ми отримуємо тренд який описується рівнянням (3.1).

Результат екстраполяції та тренд , що описується рівнянням (3.2) отриманий за допомогою степенові функції зображенний на рис 3.2.

Згідно рівнянь 3.1 і 3.2 можна спрогнозувати збільшення потужності за умови збільшення домогосподарств. Проведемо порівняння прогнозування показників встановленної потужності за обома функціями.

Таблиця 3.2 – Порівняння прогнозування показників встановленної потужності за лінійною і степеневою функціями

Збільшення (%)	Кількість приватних домогосподарств	Встановлена потужність, МВт		Різниця, МВт
		Лінійна	Степенева	
10	9727	210,88	281,05	27,79
25	11054	240,735	281,05	40,32
50	13265	290,47	354,83	64,36

З таблиці 3.2 можна зробити висновок, що при збільшені кількості приватних домогосподарств – збільшується різниця встановленної потужності між степеневою і лінійною функціями, а також збільшується сама встановленна потужність.

Слід зауважити, що прогнозне значення, отриманне за лінійною функцією є меншним аніж за степеневою, але не значно. Не можна віддати переваги або лінійній або степеневій, так як коефіцієнти детермінації практично одинакові .

Побудова моделі множинної регресії засобами MS Excel

В MS Excel для побудови моделі багатофакторної регресії обираємо у меню пакету «Аналіз даних» інструмент аналізу «Регресія». Його використання дозволяє отримати результати регресійної статистики, дисперсійного аналізу, довірчих інтервалів. Для цього необхідно виконати наступні послідовні кроки.

У верхньому полі діалогового вікна «Вхідний інтервал Y» вводиться діапазон значень результативної ознаки. У наступному полі «Вхідний інтервал X» – діапазон значень факторних ознак (x_1 , x_2 , ..., x_k). Опція «Мітки» використовується для ідентифікації масиву значень і дозволяє виводити в результати розрахунку назви стовпців, тому якщо зробити позначку, це буде вказувати, що перший рядок містить назви стовпців. Опція «Рівень надійності» визначає межі довірчих інтервалів для коефіцієнтів регресії і за умовчуванням рівень надійності прийнятий рівним 95%. Коли необхідно побудувати довірчі інтервали для коефіцієнтів регресії з довірчим рівнем, відмінним від 95%, то необхідно встановити позначку і в полі ввести нове значення рівня надійності. Позначка «Константа-нуль» вказує на наявність або відсутність вільного члена в рівнянні

Таблиця 3.3 – Вихідні дані для множинної регресії.

Роки	встановлена потужність, МВт	кількість приватних домогосподарств	Наявний дохід у розрахунку на одну особу, грн
	Y	X1	X2
2014	**0,1**	**21**	**26782,1**
2015	**2,2**	**244**	**31803,1**
2016	**16,7**	**1109**	**37079,9**
2017	**51,11**	**3010**	**47269,7**
2018	**187**	**7949**	**57908,4**

Отримуємо наступні результати розрахунку, що приведені в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 - Пакет «Аналіз даних», інструмент аналізу «Регресія» - Результати розрахунку

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,9995
R-квадрат	0,9990
Нормированный R-кв	0,9980
Стандартная ошибка	3,5016
Наблюдения	5

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	2	24619,339	12309,67	1003,927	0,000995
Остаток	2	24,523	12,262		
Итого	4	24643,862			

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*tатистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*	*Нижние 95,0%*	*Верхние 95,0*
Y-пересечение	58,58	14,906	3,930	0,059	-5,555	122,716	-5,555	122,716
Переменная X 1	0,031	0,0018	17,47	0,003	0,024	0,039	0,024	0,039
Переменная X 2	-0,002	0,0005	-4,457	0,047	-0,004	-7,3E-05	-0,004	-7,3E-05

Для аналізу та перевірки статистичної якості рівняння використовуються дані регресійної статистики, дисперсійного аналізу, значення і оцінку параметрів множинної лінійної регресії (таблиця 3.5-3.7)

Таблиця 3.5 – Регресійна статистика

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,9995
R-квадрат	0,9990
Нормированный R-квадрат	0,9980
Стандартная ошибка	3,5016
Наблюдения	5

Таблиця 3.6 – Дисперсійний аналіз

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	2	24619,339	12309,67	1003,927	0,000995
Остаток	2	24,523	12,262		
Итого	4	24643,862			

Після того, як побудована модель лінійної регресії, проводиться оцінка значущості як регресійного рівняння в цілому, так і окремих його параметрів. Для цього необхідно проаналізувати отримані вище результати розрахунку. Таблиця 3.7 включає «р-значение», яке характеризує вірогідність помилкового рішення.

Таблиця 3.7 - Результати оцінки параметрів регресії методом найменших квадратів

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*татисти*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*ерхние 95%*	*жние 95,0*	*рхние 95,0*
Y-пересечение	58,58	14,906	3,930	0,059	-5,555	122,716	-5,555	122,716
Переменная X 1	0,031	0,0018	17,47	0,003	0,024	0,039	0,024	0,039
Переменная X 2	-0,002	0,0005	-4,457	0,047	-0,004	-7,3E-05	-0,004	-7,3E-05

Висновки до розділу 3

Всі дані, зібрані об’єктами обліку, приведені до балансової належності електромереж учасника ринку електричної енергії, є перевіреними та не потребують подальшої обробки. За допогою завдань на рівні АСКОЕ об’єкту обліку границь потужності разом із підсумками прогнозування зазначених величин оператор матите змогу отримувати дані, які підготовлені для того, щоб приймати необхідні рішення щодо управління попитом.

Для виконання своїх завдань, АСКОЕ як система, має певну структуру:

- перший рівень – рівень збору інформації;
- другий рівень – зв’язуючий;
- третій рівень – рівень збору, аналізу та зберігання даних.

У свою чергу, як одне із завдань АСКОЕ, енергомонітиринг передбачає воконання таких дій:

- збір та систематизація наявної інформації по об’єктам, що
- організація безперервного моніторингу енергоспоживання
- розрахунок базових рівнів споживання енергоресурсів
- постійний аналіз даних про споживання енергоресурсів та підготовка рекомендацій про підвищення ефективності енергоспоживання.
- підготовка та реалізація проектів з підвищення ефективності енергоспоживання.

При побудові системи системи енергетичного менеджменту виділено основні чотири фактори впливу, а саме: попит, пропозиція, контроль та зберігання. Система DSM будується відповідно до рівня інтеграції системи енергетичного менеджменту

Змодельовано керування попитом на електричну енергію активного споживача за допомогою множинної лінійної регресії для визначення прогнозного значення споживання електроенергії в домогосподарствах.

За математичними моделями спрогнозованно зміни у встановленній потужності при збільшенні кількості приватних домогосподарств , які мають встановленні сонячні електростанції та отримали «зелений тариф», використано методи апроксимації і екстраполяції.

Визначено методи прогнозування попиту електричної енергії, які показали, що при збільшені кількості приватних домогосподарств збільшується різниця встановленної потужності між степеневою і лінійною функціями, а також збільшується сама встановленна потужність.

Слід зауважити, що прогнозне значення отриманне за лінійною функцією є меншним аніж за степеневою, але не значно. Не можна віддати переваги або лінійній або степеневій так як коефіцієнти детермінації практично одинакові.

Також застосований метод регресійного аналізу, а саме множинно лінійна регресія. У вигляді економічного фактору було обрано «наявний дохід у розрахунку на одну особу».

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ З ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ ТА ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВДАНЬ УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ В УМОВАХ ЛІБЕРАЛІЗОВАНОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ

4.1 Опис ідеї проекту

В сучасних умовах реформа електромережевого комплексу неможлива без модернізації АСКОЕ та організації її телекомунікаційних засобів [37]. Основною метою модернізації АСКОЕ на сучасному етапі має стати:

- вимірювання кількості електричної енергії, що дозволяє визначити величини облікових показників, використовуваних у фінансових розрахунках на ринку електроенергії;
- контроль заданого режиму поставки електроенергії;
- зниження втрат і можливості розкрадань електроенергії;
- підвищення ефективності використання енергоенергетичних ресурсів на базі отриманої інформації про постачання електроенергії (потужності).

Проектом передбачається створення автоматизованої системи контролю і обліку витрат енергоресурсів (АСКОЕ) КП Кам'янської міської ради "Готельний комплекс «Зоря».

Основною метою створення АСКОЕ КП є зниження витрат на енергопостачання підприємства.

Впровадження АСКОЕ само по собі, без додаткових організаційних і технічних енергозберігаючих заходів не створює значного ефекту, а й реалізація енергозберігаючих заходів без впровадження АСКОЕ не дозволяє отримати економію повністю.

Передбачається, що переборні витрати в платежах за енергоносії складають не менше 10% від існуючого рівня. Усунення витрат має здійснюватися на основі організаційних і технічних заходів щодо снижению енерговитрат, де АСКОЕ

забезпечує моніторинг фактично одержуваної економії платежів за енергоносії на адресному основі, з поділом по періоди часу, за підрозділами і за видами енергоресурсів [20].

Таблиця 4.1 - Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
створення автоматизованої системи контролю і обліку витрат енергоресурсів	автоматизовані підсистеми контролю та обліку витрати електроенергії	економія витрат на електроенергію

На етапі передпроектних робіт були вибрані основні характеристики по вдосконалення АСКОЕ.

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

Поки немає конкурента в Україні, оскільки даний тип нововведення поширений тільки для статичного опитування і настройки електронного лічильника обслуговуючим персоналом.

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Техніко економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			(слабка сторона)	(нейтральна сторона)	(сильна сторона)
		Мій проект	Нововведення відчизняних конкурентів	Системи зарубіжних конкурентав			
1	- дистанційне керування споживанням електроенергії, багатотарифність	+	-	+			+
2	- дистанційна зміна параментів контракту	+	-	-			+
3	- дистанційне відключення, у разі необхідності, переривача лінії, інтегрованої у корпус лічильника	+	+	+		+	
4	- контроль якості послуг, надаваних кожному окремому абоненту	+	+	+		+	
5	- виявлення та попередження шахрайства	+	-	-			
6	- передача абоненту даних у режимі реального часу з метою підтримки алгоритмів	+	+	+			
7	- гнучкість графіку, дистанційне зняття показників, відсутність білінгу, незалежність від необхідності доступу до лічильника	+	-	-			+

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В рамках цієї роботи зроблений наближений розрахунок витрат на створення АСКОЕ. Точність оцінки витрат визначається остаточним вибором технічних рішень, обладнання та складу передбачуваних робіт, які можуть бути змінені в процесі узгоджень і на етапі проектних робіт.

Для досягнення поставленої мети необхідна розробка архітектури АСКОЕ як трирівневої інформаційно-вимірювальної системи з централізованим управлінням і розподіленої функцією виконання вимірювань.

Перший рівень - інформаційно-вимірнний комплекс (ІІК), що включає електронні лічильники з цифровим інтерфейсом, трансформатори струму (ТТ), напруги (ТН) і вимірювальні ланцюга. Виконує функцію автоматичного проведення вимірювань в точках обліку на підстанції.

Другий рівень - інформаційно-обчислювальний комплекс електроустановки (ІВКЕ) на основі пристрою збору і передачі даних (або промконтролер), що виконує функцію консолідації інформації, розміщується на підстанції і забезпечує цифровий інтерфейс доступу до інформації з обліку електроенергії ИИК.

Третій рівень – інформаційно-обчислювальний комплекс (ІОК) у складі промконтроллера і / або сервера з програмним забезпеченням размещается в центрі збору та обробки інформації. Забезпечує автоматизовані: збір, хранения результатів вимірювань і діагностику состояня засобів вимірювальної техніки; підготовку звіту в XML-форматі для передачі необхідних даних по електротронній пошті.

Визначення технології здійснення ідеї проекту передбачає аналіз складових, що зображені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Встановлення на об'єктах контролю мікропроцесорних лічильників електроенергії	лічильники NDIGO+, ПЦ6806	Наявна	Доступна
2	Вибір маршрутизатору	ПЗПД та GPRS модеми	Наявна	Доступна
3	Обробка даник	сервер бази даних АСКОЕ, технічні засоби прийому-передачі даних	Наявна	Доступна

Можлива економія платежів за енергоресурси в роботі визначається як очікувана різниця між вартістю енергоресурсів до і після впровадження АСКОЕ і супутніх енергозберігаючих заходів на трирічному інтервалі.

4.3 Концепція інвестування проекту

Джерелом інвестицій для створення АСКОЕ КП Кам'янської міської ради "Готельний комплекс «Зоря» є власні кошти компанії «Укрнафта».

Передбачається, що автоматизований контроль основних перетоків енергоресурсов, енергетичних балансів по цехам і агрегатів, перехід на контрольований відпустк енергоресурсів зробить видимими їх непродуктивні втрати і витрати. Це дозволить знизити енерговитрати в цілому на 10%.

Забезпечення прозорості в повсякденному використанні електричної енергії, повний контроль відпустку енергоресурсів на основі нормативів дозволять мобілізувати і повернути у виробництво ту енергію, яка сьогодні використовується нераціонально через відсутність необхідної інформації і стимулів до енергозбереження.

З впровадженням АСКОЕ технологічний і енергетичний персонал, а також менеджмент підприємства повинен отримати інструмент оцінки своїх дій по зниженню енерговитрат, раціоналізації технологічних процесів і процесів енергопостачання підприємства.

Ефективність проекту АСКОЕ для КП, в основному, не має прямої дії. Основний ефект від створення системи полягає в мобілізації потенціалу раціоналізації технологічних процесів, а також у зниженні непродуктивних втрат і витрат енергоресурсів, які забезпечуються організаційними і технічними заходами щодо вдосконалення виробництва.

У проекті АСКОЕ пропонується реалізувати «принцип самоінвестування», що полягає в поетапному фінансуванні розвитку системи.

Сутність «принципу самоінвестування» полягає у виділенні авансових коштів на перші енергозберігаючі заходи, що підтримуються створюваною системою АСКОЕ.

З фактично одержуваної економії виділяються нові засоби на фінансування наступних енергозберігаючих заходів та розвиток АСКОЕ. Цей принцип набув широкого розвитку в країнах Заходу при реалізації програм енергозбереження в промисловості в період 1990-2000 рр.

До числа основних джерел зниження енерговитрат при впровадженні АСКОЕ на КП Кам'янської міської ради "Готельний комплекс «Зоря» слід віднести наступне:

- зниження платежів за електроенергію за тарифами, диференційованими за зонами доби за рахунок більш глибокого маневру навантаженнями на добовому інтервалі при щоденній оцінці проведених розвантажувальних заходів.

- зниження платежів за реактивну потужність за рахунок адресного виявлення навантажень, що відхилилися від заданого режиму та адресної оцінки втрат в грошовому вираженні.

- зниження платежів за електроенергію в цілому за рахунок зменшення втрат холостого ходу, контролю балансів та адресної оцінки джерел втрат електроенергії.

- зниження платежів за електроенергію за рахунок оперативного контролю технологами підприємства питомих норм споживання технологічних процесів у їх раціоналізації.

- мобілізація потенціалу раціоналізації енергетичних і технологічних

4.4 Потенціал зниження витрат у платіжах

Витрати на електроенергію КП Кам'янської міської ради "Готельний комплекс «Зоря» за 2019 рік наведені у таблиці .

Таблиця 4.4 - Витрати на електроенергію за 2019 рік

Місяць	тис.кВт/г	тис.грн	у % до загальної вартості
Січень	3338	769,8	8,05947
Лютий	3183	734,1	7,6857
Березень	3243	747,9	7,83018
Квітень	3415	787,6	8,24583
Травень	3360	774,9	8,11286
Червень	3403	784,8	8,21651
Липень	3334	769	8,05109
Серпень	3702	853,7	8,93786
Вересень	4054	935,1	9,79009
Жовтень	3518	811,4	8,495
Листопад	3384	780,4	8,17044
Грудень	3481	802,8	8,40496
Всього	41415	9551,5	100

Вартість цих енергоресурсів становить, в середньому, 85% від загальної вартості енерговитрат.

Орієнтовний грошовий вираз потенціалу інвестицій в зниження енерговитрат при трирічної базі повернення становить 2,865 млн. гривень, в тому числі 1,433 млн. гривень на створення АСКОЕ.

В основу проекту створення АСКОЕ необхідно покласти класичні економічні підходи до зниження витрат у господарській діяльності, де АСКОЕ відіграє роль постійно діючого зворотного зв'язку для оцінки ефективності зроблених дій. Ця вимога має стати основним для вибору конструкції АСКОЕ.

«Інвестиції - в обмін на зниження витрат» - цей принцип повинен стати основним в проекті АСКОЕ на КП Кам'янської міської ради "Готельний комплекс «Зоря».

План фінансування та впровадження АСКОЕ повинен реалізовуватися одномоментно з планом фінансування та впровадження енергозберігаючих заходів.

Після установки лічильників в місцях найбільших перетоків енергоносіїв необхідно впровадити автоматизовані підсистеми збору і обробки даних, ядром АСКОЕ повинна стати підсистема аналізу даних і управління витратами з виведенням інформації на комп'ютери персоналу і менеджменту КП.

Одномоментно з початком фінансування робіт зі створення АСКОЕ на КП повинна початися програма підготовки підприємства по зниженню витрат, в тому числі на енергозабезпечення. Початок реалізації етапів цієї програми має забезпечуватися введенням в дію системи АСКОЕ.

Основою організації робіт повинен стати адресний облік витрат і економії при реалізації енергозберігаючих та ресурсозберігаючих заходів на КП.

Підтримка цих функцій в створюваної АСКОЕ повинна забезпечити адресний облік фактичної економії в натуральному, відносному і грошовому вираженні по кожному заходу наростаючим підсумком.

Постійний (щомісячний) облік фактичної економії в платежах за енергоносії дозволить створити і забезпечити систему стимулювання економії енергоресурсів.

Основним критерієм необхідності створення АСКОЕ, обсягів свого впливу, реалізованих функцій і завдань повинен бути економічний ефект, підтверджений показаннями приладів і бухгалтерською звітністю.

При цьому підході очевидним є включення до складу користувачів АСКОЕ не тільки енергетиків, а й технологів, і менеджерів КП. Без їх безпосередньої участі в підготовці та реалізації енергозберігаючих заходів потенціал економії буде істотно обмежений.

Таким чином, концепція інвестування власних коштів компанії «Укрнафта» в створення АСКОЕ КП полягає в наступному:

- зовнішні кордони розділів і основні споживачі електричної енергії повинні бути забезпечені приладовим урахуванням з оперативним і автоматичним збором даних в єдину базу даних.

- доступ до даних повинен бути забезпечений основному енергетичному і технологічному персоналу, а також менеджменту КП, що реалізують планові завдання по зниженню енерговитрат.

- інвестиції на створення АСКОЕ повинні забезпечити реалізацію зазначених функцій.

- фінансування АСКОЕ має йти одночасно з фінансуванням енергозберігаючих заходів, що створюють основний економічний ефекфект.

- усереднений термін повернення інвестицій - 3 роки, облік фактичної економії повинен здійснюватися на адресному основі наростаючим підсумком.

- зниження енерговитрат має стати одним з основних показників господарської діяльності КП, що плануются на календарний період і підлягають бухгалтерському обліку.

4.5 Оцінка витрат на створення та експлуатацію АСКОЕ

У цьому розділі наводиться оцінка можливих витрат на створення АСКОЕ, що отримана шляхом підсумовування складових всіх витрат на роботи та обладнання.

У таблицях нижче наводяться дані про витрати на створення системи обліку і контролю витрат електричної енергії на власні потреби.

Таблиця 4.5 - Розрахунок кількості нових приладів

№	Назва	Кількість
1	Вступні, комерційний облік	4
2	лічильники	12
Всього		16

Таблиця 4.6 - Розрахунок вартості обладнання

№	Назва	Кількість	Ціна	Сума
Етап 1. Встановлення приладів обіку				
1	Лічильники INDIGO+	4	4200	16800
2	Лічильник ПЦ6806	12	3900	46800
Всього				63600
Етап 2. Запровадження системи обліку				
1	Модем GSM	2	2000	4000
2	Програмне забезпечення	1	15000	15000
3	Перетворювач RS485	1	600	600
4	Матеріали	1	20000	20000
Всього				39600
Управління				
1	Сервер системи	1	10000	10000
2	Комунікаційний сервер	1	6000	6000
3	Модем GSM	2	2000	4000
4	Програмне забезпечення	1	120000	120000
5	Матеріали	1	5000	5000
Всього				145000
Всього за етапами				248200

Таблиця 4.7 - Розрахунок вартості робіт

№	Назва	Кількість	Ціна	Сума
Етап 1. Встановлення приладів обіку				
1	Проектні, монтажні та налаштувальні роботи	16	2000	32000
Етап 2. Запровадження системи обліку				
1	Встановлення модемів GPRS	2	1000	2000
2	Встановлення АРМ	1	16000	16000
Всього				18000
Управління				
1	Проектні, монтажні та налаштувальні роботи	1	28000	28000
Всього за етапами				78000

Таблиця 4.8 - Загальна вартість грошових витрат на створення системи контролю та обліку витрат електроенергії

№	Назва	Сума
Етап 1. Встановлення приладів обіку		
1	Роботи	32000
2	Обладнання	63600
Всього		95600
Етап 2. Запровадження системи обліку		
1	Роботи	18000
2	Обладнання	39600
Всього		57600
Управління		145000
Всього за етапами		298200

Таблиця 4.9 - Оцінка вартості створення системи аналізу даних та керування витратами

№	Назва	Вартість, грн
1	**Роботи**	
	Конфігурація бази даних, адаптація даних системи для їх інтеграції в єдину базу	
	Встановлення компонентів PI System, їх адаптація, розрабка завдань, конфігурація додатків, створення клієнтських місць для технологічного, енергетичного персоналу, а також менеджменту КП	
	Впровадження, навчання персоналу, супровід	
	Всього	300000
2	**Обладнання**	
	Робочі місця спеціалістів, комунікаційний сервер та сервер бази даних	100000
	Програмний комплекс PI System та його складові	500000
	Всього	600000
	Всього за розділами	900000

Таблиця 4.10 - Оцінка експлуатаційних витрат для системи контролю та обліку витрат електричної енергії

№	Назва	Кількість	Вартість, грн
1	Заробітна плата (8400)	12	100800
2	Нарахування		18144
3	Матеріали		12000
4	Обслуговування обчислювальної техніки, локальних мереж		2400
5	Повірки приладів		3600
6	Послуги зв'язку		3900
	Всього		140844

4.6 Економічна ефективність запровадження АСКОЕ

Економічна ефективність впровадження АСКОЕ не вимірюються прямими методами в силу відносного характеру самої економії коштів в платежах за енергоносії.

Вплив на величину фактичної економії сезонних чинників, завантаження виробництва, інфляції і тарифної політики, людського фактора, стану енергетичного і технологічного устаткування та інших вагомих факторів не дозволяють прямо і точно виміряти і передбачити цю економію.

Але найбільш вагомим фактором в невизначеності економії грошових коштів при впровадженні АСКОЕ та супутніх енергозберігаючих заходів є відсутність самого обліку цієї економії.

В існуючій системі матеріального і бухгалтерського обліку на КП без виділення витрат і економії на реалізацію енергозберігаючих заходів буде неможливо оцінити ефективність АСКОЕ.

Тому сама АСКОЕ повинна стати частиною нової системи диференційованного обліку економії або зниження витрат на енергозабезпечення.

Впровадження АСКОЕ само по собі, без додаткових організаційних і технічних заходів не створює значного ефекту, але й реалізація

енергозберігаючих заходів без впровадження АСКОЕ не дозволяє отримати економічний ефект.

Передбачається, що переборні витрати в платежах за енергоносії складають не менше 10% від існуючого рівня.

Усунення витрат має здійснюватися на основі організаційних і технічних заходів щодо зниження енерговитрат, де АСКОЕ забезпечує моніторинг фактично одержуваної економії платежів за енергоносії на адресній основі, з поділом за періодами часу, по підрозділах і по видам енергоресурсів.

Фактично, інвестування коштів в реалізацію проекту АСКОЕ, передбачає наявність плану і зобов'язань підприємства щодо адекватного зниження енерговитрат, що передбачає створення раціональної структури АСКОЕ з встановленням лічильників тільки там, де це повинно принести економію, або суттєво впливати на її збільшення.

Для розрахунку ефективності створення АСКОЕ на КП Кам'янської міської ради «Готельний комплекс «Зоря», в умовах недостатності даних для точної оцінки економії, в даному проекті пропонується емпірична формула, де половина економії від впровадження енергозберігаючих заходів відноситься на рахунок АСКОЕ. Таку економію прийнято називати умовною. Передбачається, що ефективність впровадження енергозберегаючих заходів без впровадження АСКОЕ буде вдвічі нижче.

$$\mathrm{E} = 0{,}1 \times \frac{3}{2}$$

, де Е – величина економії;

З – платежи за електроенергію за рік;

$$\mathrm{E} = 0{,}1 \times \frac{9551{,}5}{2} = 477{,}575 \text{ тис. грн}$$

4.7 Організаційний план

Впровадження АСКОЕ на КП має здійснюватися в 3 етапи:

- впровадження приладів обліку;

- впровадження автоматизованих підсистем збору та обробки даних;

- впровадження підсистеми аналізу даних і управління витратами на рівнях цехів і дільниць, менеджменту КП, а також менеджменту компанії «Укрнафта».

Найбільшу складність представляє 3 етап – він є завершальним у впровадженні АСКОЕ, в основному визначає її ефективність.

Разом з тим, реалізація перших двох етапів впровадження АСКОЕ не створює значущого ефекту, який забезпечує повернення інвестицій і отримання планованого прибутку. Проста установка лічильників уже не несе істотної економії і потенціал зниження витрат цим методом на КП практично вичерпаний.

На першому етапі здійснюється установка або модернізація первинних засобів вимірювальної техніки - лічильників і витратомірів. При необхідності проводиться метрологічна атестація приладів. Установка приладів здійснюється на підставі локальних проектів, які виконуються компаніями - співвиконавцями. Результатом робіт є забезпечення приладових вимірів витрат електроенергії відповідно до технічного завдання. Одночасно з установкою приладів обліку виконуються підготовчі роботи по другого етапу, в тому числі:

- розробка робочих проектів систем обліку витрат електроенергії, їх узгодження з енергопостачальними організаціями і службами КП.

- обстеження об'єктів і паспортизація провідних каналів зв'язку і каналів GSM, узгодження виділення каналів з провайдером.

- розробка програмного забезпечення систем АСКОЕ, системного і прикладного.

На другому етапі здійснюється придбання обладнання для збору, комунікацій та обробки даних, виготовлення нестандартного обладнання - вузлів обліку, монтаж компонентів системи, пусконалагодження, метрологічна атестація

і здача в промислову експлуатацію. Результатом робіт є розгортання автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії.

Одночасно з впровадженням системи виробляються підготовчі роботи по третьому етапу:

- придбання базових компонентів програмного комплексу PI System і необхідних додатків.

- конфігурація інтегрованої бази даних вимірювань і ручного введення по всій системі контролю та обліку, розробка інструкцій по веденню бази даних.

- постановка завдань зі створення енергетичних балансів для установок, цехів і підприємства в цілому, питомих норм енерговитрат з урахуванням сезонної залежності та завантаження устаткування, створення нової системи звітності, таблиць аналізу енергоефективності для персоналу і менеджменту підприємства, таблиць оцінки ефективності енергозберігаючих заходів, планованих до впровадження.

- конфігурація і налаштування клієнтських додатків PI System для створення робочих місць фахівців.

На третьому етапі здійснюється впровадження підсистеми аналізу даних та управління витратами на рівнях цехів і дільниць, менеджменту КП, а також менеджменту компанії «Укрнафта». Основними є два трудомістких процеси - налагодження завдань і клієнтських додатків робочих місць фахівців, а також навчання персоналу і менеджменту КП роботі з завданнями, які розв'язуються АСКОЕ.

4.8 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Аналіз ринку дозволить спланувати напрямки розвитку проекту з урахування можливих змін ринкового середовища та потреб потенційних клієнтів. У таблиці 4.11 проведено аналіз загроз, що зможуть вплинути на реалізацію проекту, а у таблиці 4.12 описано фактори можливостей, що дозволять розширити купівельну базу.

Таблиця 4.11 – Фактори загроз

№	Фактори	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Підвищення транспортних витрат компаній-підрядників	Збільшення витрат підприємства	Укладання довгострокових договорів з фіксованими цінами
2	Неможливість отримання доступу до приладів обліку	Складне розташування лічильників	Отримання дозволу доступу до лічильнику
3	Зростання вартості робіт по вдосконаленню АСКОЕ	Збільшення витрат підприємства	Укладання довгострокових договорів з фіксованими цінами
4	Дефіцит на ринку приладів обліку	Зниження виробництва лічильників	Укладання довгострокових договорів на поставку приладів обліку з постачальниками, а також розумна диверсифікація джерела поставки

Таблиця 4.12 – Фактори можливостей

№	Фактори	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Забезпечення переходу до нормативного відпуску енергоресурсів	Законодавче встановнлення норм споживання електроенергії	Встановлення фіксованих цін на нормативне і позанормативне енергокорисання
2	Стимулювання користувачів за фактичну економию електроспоживання	Встановлення бонусів за нормативне використання енергоресурсів	Виділення грошових коштів з прибутку на стимулювання споживачів економно використовувати електроенергію
3	Постійний контроль та виявлення непрацюючих приладів обліку	Віддалений моніторинг стану приладів обліку	Заміна або ремонт непрацюючих приладів обліку
4	Порівняння показників енергоефективності обладнання	Виявлення приладів, що які витрачають електроенергію понад норми	Заміна або ремонт енергонеефективного обладнання

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Для подальшого виявлення ринкових можливостей запропонованого проекту скористуємося SWOT-аналізом.

SWOT-аналіз дозволяє, зважуючи сили підприємства і оцінюючи ринкову ситуацію, структурувати інформацію в рамках єдиної SWOT моделі, вибрати оптимальний шлях розвитку, уникнути небезпек і максимально ефективно використовувати наявні в розпорядженні ресурси, попутно користуючись наданими ринком можливостями.

Таблиця 4.13 - SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
Коммунікація між користувачем і комунальною компанією Зменшення платежів за енергоресурси орієнтовно на 5% від існуючих обсягів Безпека та зручність користувачів Зручність в експлуатації Ефективність в експлутації	Значний обсяг початкових інвестицій, додаткові експлуатаційні витрати. Поява додаткових навантажень з управління енергоефективністю, оцінці дій менеджменту і персоналу за додатковими показниками. Ускладнення системи управління підприємством, нарощування обсягу коштів комп'ютерного моніторингу
Можливості:	Загрози:
Забезпечення переходу до нормативного відпуску енергоресурсів Стимулювання користувачів за фактичну економию електроспоживання Постійний контроль та виявлення непрацюючих приладів обліку Порівняння показників енергоефективності обладнання	Підвищення транспортних витрат компаній-підрядників Неможливість отримання доступу до приладів обліку Зростання вартості робіт по вдосконаленню АСКОЕ Дефіцит на ринку приладів обліку Неефективне виконання законодавчих норм

У результаті проведення аналізу виявлені основні напрямки розвитку підприємства і чітко сформульовані і логічно обґрунтовані проблеми, які необхідно терміново вирішити для успішного розвитку бізнесу.

4.9 Розроблення ринкової стратегії просування проекту

На ринку електроенергії стратегія просування базується на обраній стратегії збуту і визначених для неї каналах та інструментах комунікації. Тому визначення типу старегії просування є дуже важливим кроком:

- Одноканальна – використовується єдиний спосіб досягнення клієнтів. Перевагою є зниження витрат та повний контроль.
- Мультиканальна - використовують декілька каналів збуту, які є слабо інтегрованими між собою і конкурують за вибір споживача
- Крос-канальна – використовують декілька каналів збуту, які вже не конкурують, а є взаємодоповнюючими.
- Омніканальна - концепція схожа з крос-канальним збутом, за винятком того, що канали використовуються одночасно [38].
- Комерційна релевантність - головна ідея: подання релевантної інформації на кожному каналі та для всіх учасників відносин [39].

Процес сегментації ринку користувачів складається з робіт, спрямованих на вивчення цільової аудиторії (потенційних / реальних споживачів) за певним програмного продукту. В якості вихідної інформації використовується заявка розробника, яка містить такі відомості:

побажання та пріоритети правовласників по складом і значенням змінних сегментування і пріоритетам їх використання;

обмеження на умови застосування ПП, пов'язані з допустимими розмірами баз даних і особливостями використовуваних програмно-апаратних засобів;

можливості компанії-розробника за кількістю об'єктів впровадження та подальшого супроводу ПП певний період часу;

наявність існуючих аналогів, передбачуваний інтервал цін, склад і умови надання послуг з підтримки програмного продукту (продаж, навчання, впровадження, супровід, модернізація).

В якості вхідних даних використовується інформація з попередніх процесів, в т.ч. звіт про конкурентоспроможність.

Вихідними даними процесу є звіт про сегментації.

Даний процес складається з наступних робіт:

- узгодження змінних сегментування;
- сегментування ринку користувачів;
- формування цільової аудиторії;
- узгодження цільової аудиторії.

Оскільки програмне забезпечення розроблено практично для всіх лічильників, якими користуються як звичайні споживачі електроенергії, так і підприємства для просування обирається стратегія масового маркетингу.

В даному випадку передбачається досягнення конкурентних переваг по витратах. Використовуючи цю стратегію, фірма орієнтується на широке коло клієнтів, її увагу і зусилля зосереджені не на тому, чим відрізняються потреби окремих груп споживачів (сегментів ринку), а на тому, що в цих потребах спільного.

Таблиця 4.14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивніст конкуренції в сегменті	Простота в сегменті
1	Промислові та прирівняні до них споживачі з приєднаною потужністю вище 750 кВт	Повна готовність	Високий	Висока	Складно
2	Промислові та прирівняні до них споживачі з приєднаною потужністю до 750 кВт	Повна готовність	Високий	Висока	Складно
3	Електрифікований залізничний транспорт	Часткова готовність	Середній	Слабка	Складно
4	Електрифікований міський транспорт	Часткова готовність	Середній	Слабка	Складно
5	Непромислові споживачі	Часткова готовність	Середній	Висока	Просто
6	Сількогосподарські споживачі	Часткова готовність	Середній	Висока	Просто
7	Населення	Часткова готовність	Середній	Висока	Просто
8	Населені пункти	Часткова готовність	Середній	Висока	Просто
9	Власні виробничі потреби енергооб'єднань	Повна готовність	Високий	Помірна	Просто

4.10 Розроблення маркетингової політики стартап-проекту

У зв'язку з виходом на ринок нового продукту ключове завдання - досягти максимальної лояльності до продукту і бренду. Ініціаторам проекту, перш за все, потрібно чітко і ясно донести до користувача і організації функцію бренду і його позиціонування [40].

Функції бренду:

Гарантія - впевненість в якості наданого пропозиції в будь-якій точці, в будь-який час;

Оптимізація - впевненість в придбанні кращого пропозиції на ринку;

Сталість - формує почуття впевненості і стабільності, усвідомлення переваги перед іншими користувачами;

Естетична - отримання задоволення від зовнішнього вигляду і юзабіліті продукту.

Визначення ключових переваг концепції потенційно товару показано у таблиці 4.15.

Таблиця 4.15 – Ключові переваги концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентом
1	простота і зручність у використанні	вся робота зводиться до натискання декількох кнопок	Простий і доступний інтерфейс
2	універсальність	незалежно від виробника приладу обліку, порядок дій не змінюється	Підходить до будь якого пристрою; немає необхідності перенавчати персонал для роботи з новим типом лічильника
3	ергономічність	у персоналу немає більше необхідності брати на виїзд ноутбук	Не потребує додаткового обладнання для налаштування

Для вироблення чіткого та переконливого уявлення про продукт компанія повинна створити концепцію розвитку та маркетингової комунікації з потенційними покупцями. Концепція маркетингової комунікації, яка буде застосовуватися для заохочення нових покупців та розширення ринку збуту продукту представлена у таблиці 4.16.

Таблиця 4.16 – Концепція маркетингової комунікації

№	Цільові групи	Канали комунікацій цільових клієнтів	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного повідомлення
1	Промислові та прирівняні до них споживачі з приєднаною потужністю вище 750 кВт	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійнійсть, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
2	Промислові та прирівняні до них споживачі з приєднаною потужністю до 750 кВт	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійнійсть, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
3	Електрифікований залізничний транспорт	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійнійсть, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
4	Електрифікований міський транспорт	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійнійсть, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
5	Непромислові споживачі	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійнійсть, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
6	Сількогосподарські споживачі	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійнійсть, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
7	Населення	Інтернет, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійнійсть, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
8	Населені пункти	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійнійсть, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
9	Власні виробничі потреби енергооб'єднань	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійнійсть, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність

У результаті розроблення моделі з вдосконалення комплексного енергомоніторингу та формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом на базі багатофункціональної АСКОЕ в умовах лібералізованого ринку електричної енергії України було виявлено більшість переваг та недоліків запропонованої системи.

Висновки до розділу 4

За результатами дисертації роботи розроблено стартап-проект, головна ідея якого полягає в удосконаленні комплексного енергомоніторингу та формуванні інформаційного забезпечення завдань управління попитом на базі багатофункціональної АСКОЕ в умовах лібералізованого ринку електричної енергії України, що дозволить дистанційно отримувати достовірні дані щодо споживання електричної енергії в будь-який час та контролювати її споживання.

Розроблена послідовність дій при створенні проекту, наявність необхідного обладнання для його реалізації, визначено ринкові можливості для здійснення проекту, виділені основні групи потенційних споживачів для нововведення та визначені ключові переваги даного проекту, окремо розроблена концепція маркетингових комунікацій для більш успішного впровадження нововведення, що сприятиме власникові АСКОЕ оперативно контролювати енергоспоживання і в години максимального навантаження енергосистеми дотримуватися лімітів, які зазначені у договорі. АСКОЕ також надасть можливість зберігати та надавати інформацію щодо споживання електричної енергії і потужності в зручному для аналізу вигляді, здійснювати аналіз споживання, а також прогнозувати витрати на електроенергію.

ВИСНОВКИ

1. В структурі ринку електроенергії України важливе місце займає ринок допоміжних послуг, на якому регулюється частота та активна потужність, підтримується баланс потужності, а також параметри надійності та якості електричної енергії в ОЕС України. Функціонування та регулювання ринку електроенергії в Україні забезпечують такі законодавчі документи:

- Закон України «Про ринок електричної енергії»;
- Закон України «Про засади функціонування ринку електричної енергії України»;
- Закон України «Про природні монополії».

Функціонування АСКОЕ забезпечує якісну зміну процесу управління, призводить до скорочення тривалості кожного його етапу, а отже, до підвищення цінності інформації, можливості оперативного впливу на процес виробництва, що, в свою чергу, зменшує втрати, які викликані відхиленням від заданого режиму, дозволяє приймати обгрунтовані оптімальні рішення, що забезпечують мінімум витрат для досягнення мети.

2. Впровадження досліджених програм управління попитом дозволяє вирішити задачі загального зниження рівня споживання, що, в свою чергу, дозволить не лише зменшити витрати споживачів на електроенергію, але й сприятиме її здешевленню на оптовому ринку, підвищенню рівня надійності енергосистеми, зниженню потреби в додаткових генерувальних потужностях і, відповідно, скороченню обсягу інвестування на їх введення, що особливо важливо в умовах необхідності тотальної реконструкції існуючого обладнання. Використання визначених шляхів та їх застосування в Україні надаватимуть можливість прискорити упорядкування в галузі енергетики, створюючи сприятливі умови та більш ефективну роботу споживачів. Однак, для успішного впровадження програм з управління попитом на електроенергію вкрай важливим є впровадження економічних стимулів, що будуть здатні зацікавити споживачів, а також застосування методологічних, технічних та нормативно-правових аспектів,

які надаватимуть можливість брати участь в регулюванні та утворюватимуть засади і правила функціонування.

3. Структурна схема багатофункціональної АСКОЕ, яка використовується у більшості підприємств складається з декількох рівнів:

- перший рівень – рівень збору інформації;
- другий рівень – зв'язуючий;
- третій рівень – рівень збору, аналізу та зберігання даних.

Алгоритм комплексного енергомоніторингу наступний:

- Збір та систематизація наявної інформації по об'єктам, що
- Організація безперервного моніторингу енергоспоживання
- Розрахунок базових рівнів споживання енергоресурсів
- Постійний аналіз даних про споживання енергоресурсів та підготовка рекомендацій про підвищення ефективності енергоспоживання.
- Підготовка та реалізація проектів з підвищення ефективності енергоспоживання.

4. Стартап-проект із вдосконалення комплексного енергомоніторингу та формування інформаційного забезпечення завдань управління попитом в умовах лібералізації ринку електричної енергії за допомогою покращення АСКОЕ дозволить зекономити кошти шляхом економії використання електроенергії з боку споживачів. Загальними перевагами застосування стартапу є доступ до повноцінної інформації про точки обліку (споживання, потужність, навантаження, журнали подій) в графічному вигляді й у вигляді таблиць, автоматичний і ручний режими функціонування програмного забезпечення, можливість контролювати енерговитрати й оптимізувати їх збереження всієї інформації за попередні періоди в базі даних, забезпечення контролю над дотриманням лімітів і обмежень у години пікових навантажень, можливість формування звітів будь-яких форм і відправлення їх в електронному або надрукованому вигляді в енергопостачальну організацію, а також щоденний контроль працездатності точок обліку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Джигун О.М., Саух С.Є. Особливості нової моделі енергоринку України / О.М. Джигун, С.Є. Саух// Режим доступу: file:///C:/Users/User/Downloads/Mtit_2016_77_3.pdf

2. Бохонко І. В. Особливості формування ринку електроенергії України на конкурентних засадах/ І. В. Бохонко // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – 2015. - №3. – С.33-37

3. Закон України «Про ринок електричної енергії» від 13.04.2017 № 2019-VIII [Електронний ресурс]. / Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text.

4. Закон України «Про природні монополії» від 20.04.2000 № 1682-III // Офіційний вісник України. – 2000. – 26 травня. – № 19. – С. 7. – Стаття 772.

5. Офіційний сайт Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфераж енергетики та комунальних послуг: https://www.nerc.gov.ua/

6. Ринок електроенергії в Україні. Проблеми вдосконалення. — Режим доступу: http://www.niss.gov.ua/Monitor/april08/14.htm

7. Суходоля, О. М. Досвід реформування ринку електричної енергії в Україні. Стратегічні пріоритети, 2014. №1. С. 59-68.

8. Постанова Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України» від 16.11.2002 № 1789.

9. Порядок контролю достовірності даних комерційного обліку в АСКОЕ ОРЕ / Розроб.: М. Арбузов, А. Скрипниченко, М. Смик, А. Сливченко, В. Войціцький, В Арбузов (керівник розробки) // Затв. ТОВ «НВП «Преобразователь» 30.04.2013р. – 80 с.

10. Програма послідовного впровадження АСКОЕ в ОРЕ України // [затв. Радою ОРЕ, протокол від 25.11.2005 №12]

11. Вимоги до порядку збору, обробки та обміну даними комерційного обліку електроенергії в ОРЕ України / Розроб.: О.В.Коцар – керівн. розроб., Ю.О.Расько // Затв. ІЕЕ НТУУ «КПІ» 10.01.2013р. – 75 с.

12. Кодекс комерційного обліку електричної енергії. Проект. Версія 1.1 від 31.10.2016.

13. Порядок перевірки даних, отриманих від автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії суб'єктів ОРЕ // Погоджено постановами НКРЕ від 16.06.2011 №1042 та від 17.11.2011 №2195 – 9с – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.er.energy.gov.ua/doc.php?c=1228.

14. Інструкція про порядок формування кодів якості даних комерційного обліку електроенергії [Електронний ресурс] / розроб.: О. В. Коцар, Ю. О. Расько // [затв. ТОВ «УНВК-ЕТУ», 03.05.2012] – 32 с.– Режим доступу : http://www.er.gov.ua/doc.php?c=13, вільний. – назва з екрана

15. Концепція Інформаційно-обчислювального комплексу Головного оператора Системи комерційного обліку Оптового ринку електроенергії України / Розроб.: А.В.Праховник – керівн. розроб., О.В.Коцар, Ю.О.Расько // Затв. ДП «Енергоринок» 10.11.2011р. – 68 с.

16. Нормативне забезпечення комерційного обліку в ОРЕ України / О.В.Коцар // Третя міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні енергетичні системи – ІЕС (ESS'13)» – Закарпатська обл., Україна, 10-14 червня 2013 р. Доповідь.

17. Мица Н.В. Управління попитом на електроенергію як необхідна передумова ефективної фінансової діяльності енергопостачального підприємства / Н.В. Мица // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – №6. – Т.3. – С. 93-98.

18. Шлимович В.Д. Управление спросом на электроэнергию в США / В.Д. Шлимович // Економічні науки Вісник Хмельницького національного університету 2010, № 6, Т. 398

19. Віхров О.П. Правові засади реформування ринку електричної енергії / О.П. Віхров // Економіка та право. – 2016. - № 1 (43). – С.11-18

20. Судак И. Тарифообразование и расчеты на оптовом рынке электроэнергии Украины / Судак И., Романов А., Джафарова Е. // ТЭК. – 2000. – № 9. – С. 23-33.

21. Блінов І.В., Попович В.І. Концептуальна рольова модель обміну даними комерційного обліку на європейському ринку електроенергії // Електропанорама, 2011. – №11 – С.30 – 34.

22. Коцар О.В. Комплексне забезпечення достовірності та актуальності даних комерційного обліку в умовах запровадження в Україні ринку двохсторонніх договорів і балансуючого ринку // Енерг. та електрифікація, 2011. – №3 – С.27 – 39.

23. Положення про Інформаційно-консультаційний центр по роботі зі споживачами електричної енергії, затверджене постановою НКРЕ від 12.03.2009 № 299.

24. Лір В. Економічні механізми управління попитом на ринку електроенергії / В. Лір// Економіст. – 2015. - №2. –С. 9 – 13

25. Праховник А.В., Розен В.П., Дегтярев В.В. Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий. – М: Недра. 1985. – 229с.

26. Attia HA. Mathematical formulation of the demand side management (DSM) problem and its optimal solution. In: 14th int middle east power syst conf; 2010. p. 953–959.

27. Воробієнко П. П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : підручник / П. П. Воробієнко, Л. А. Нікітюк, П. І. Резніченко. – Київ : САММІТ – Книга , 2010. – 708 с.

28. Закон України «Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг» від 22.09.2016 № 1540-VIII // Відомості Верховної Ради – 2016. – № 51. – с 833.

29. Паниковская Т. Ю. Возможности снижения платежей потребителей в условиях оптового рынка электроэнергии/ Т.Ю. Паниковская// Промышленная энергетика. - 2011. - № 11. - С. 10–13.

30. Жуйков, В. Я. Енергетичні процеси в електричних колах з ключовими елементами [Текст] / В. Я. Жуйков, С. П. Денисюк. — К.: ТЕКСТ, 2010. — 264 с.

31. Денисюк С.П. Дослідження програм з керування попиту на електроенергію та аналіз ефективності їх використання [Текст] / С.П. Денисюк, В.П. Опришко // Technology Audit & Production Reserves. – 2016. – Том 3 (29) – С. 69 – 73. – ISSN 2226-3780

32. National Assessment & Action Plan on Demand Response. ferc.gov (1 июля 2016)

33. Explicit Demand Response in Europe - Mapping the Market 2017. Smart Energy Demand Coalition(SEDC) (6 April 2017)

34. Держстат України/ Публікації/ Демографічна та соціальна статистика / Доходи та умови життя [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/virdg.htm.

35. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП)/ Інформація для учасників роздрібного ринку електричної енергії щодо побутових споживачів електричної енергії, які встановили генеруючі установки в ме [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.nerc.gov.ua/index.php?news=9365.

36. Держенергоефективності України / Інформаційні матеріали [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://saee.gov.ua/uk/content/informatsiyni- materialy.

37. Праховник А.В., Коцар О.В. Концептуальні підходи до забезпечення стійкого функціонування АСКОЕ в умовах РДДБР / Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні // VIII Науково-практична конференція – Матеріали, Київ, 2011. – С.7 – 28.

38. Multi-channel, Cross-channel, Omnichannel: What difference? [Електронний ресурс] // Marketing & Growth Hacking Publication. – 2016. – Режим доступу: https://blog.markgrowth.com/multichannel-cross-channel-omni-channel-whatis-thedifference-3fc9f84c84b5

39. Ben Rund Commerce Relevancy – The Next Generation of Omnichannel Commerce [Електронний ресурс]. – URL: https://blogs.informatica.com/2015/10/14/commercerelevancythe-next-generation-of-omnichannelcommerce/#fbid=u8Bjwkg0Reo

40. Портер М. Конкурентная стратегия. Методика анализа отраслей конкурентов / Майкл Портер // Альпина Паблишер, - 2011. – 454 с.