

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

(інститут)

інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра системного аналізу і управління

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

студентки Таначової Юлії Сергіївни

(ПІБ)

академічної групи 124м-19-1

(шифр)

спеціальності 124 – Системний аналіз

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Системний аналіз»

(офіційна назва)

на тему: «Аналіз та прогнозування економічних показників оптового ринку електроенергії в Україні»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	к.т.н. доц. Желдак Т.А.			
розділів:	2			
Інформаційно- аналітичний розділ	к.т.н. доц. Желдак Т.А.			
Спеціальний розділ	к.т.н. доц. Желдак Т.А.			
Рецензент	д.т.н., проф. Гнатушенко В.В.			
Нормоконтролер	к.т.н., доц. Малієнко А.В.			

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Системного аналізу і управління
(повна назва)

к. т. н., доц. Т.А. Желдак

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеня магістра

(бакалавра, магістра)

студентці Таначовій Юлії Сергіївні академічної групи 124М-19-1

Спеціальності 124 - Системний аналіз

за освітньо-професійною програмою Системний аналіз

на тему: «Аналіз та прогнозування економічних показників оптового ринку електроенергії в Україні».

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 22.10.2020 № 888-с

Розділ	Зміст завдання	Термін виконання
Інформаційно-аналітичний розділ	Проаналізувати поточний стан, структуру та функціонування ринку електроенергії в Україні, мету і задачі діяльності Регулятора, розглянути відомі підходи до вирішення задачі прогнозування економічних показників оптового ринку електроенергії в Україні та здійснити вибір методичних засобів побудови прогностичних моделей	10.10.2020
Спеціальний розділ	Виконати первинну обробку вхідних даних. Провести факторний аналіз незалежних змінних. Побудувати моделі для прогнозування оптових цін на різних ринках та рівня споживання електроенергії на оптовому ринку. Зробити висновки щодо результатів досліджень	01.12.2020

Завдання видано

к. т. н. доц. Т.А. Желдак

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Дата видачі: 02 вересня 2020 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 15 грудня 2020 р.

Завдання прийняла до виконання

Таначова Ю.С.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	11
1.1. Ринок електроенергії в Україні	11
1.2. Мета і задачі діяльності Регулятора	19
1.3. Прогнозування економічних показників оптового ринку електроенергії в Україні	25
1.4. Вибір методичних засобів побудови прогностичних моделей. Постановка задачі дослідження	30
1.5. Теоретичні відомості про методи дослідження	33
1.5.1. Факторний аналіз. Метод головних компонент	33
1.5.2. Метод групового врахування аргументів.....	37
1.5.3. Нейронні мережі прямого поширення.....	43
1.6. Висновки до розділу	48
2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	50
2.1. Препроцесінг вхідних даних	50
2.1.1. Визначення залежних та незалежних змінних	50
2.1.2. Нормалізація і кореляційний аналіз вхідних даних	55
2.1.3. Оцінки авторегресії цільових змінних	58
2.2. Факторний аналіз незалежних змінних	63
2.3. Прогнозування оптової ціни на ринку довгострокових договорів	66
2.3.1. Регресійний аналіз	67
2.3.2. Використання нейронної мережі прямого поширення	71
2.3.3. Використання МГВА.....	75
2.4. Прогнозування оптових цін інших ринків	78
2.4.1. Прогнозування оптової ціни на ринку «на добу наперед».....	78
2.4.2. Прогнозування оптової ціни на внутрішньодобовому ринку	83
2.4.3. Прогнозування оптової ціни на балансовому ринку	89
2.5. Прогнозування рівня споживання електроенергії на оптовому ринку	95
2.6. Висновки до розділу	100

ВИСНОВКИ.....	104
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	109
ДОДАТКИ.....	113
Додаток А. Матеріали кваліфікаційної роботи.....	114
Додаток Б. Відгук наукового керівника.....	115
Додаток В. Рецензія на кваліфікаційну роботу.....	116
Додаток Г. Лістинг програмного забезпечення	117

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 118 с., 50 рис., 5 табл., 4 додатків, 42 джерела.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена відсутністю єдиної моделі прогнозування економічних показників оптових ринків електроенергії та чіткого кола факторів, що впливають на оптові ціни.

Об'єкт дослідження – динаміка економічних показників оптового ринку електричної енергії в часі та під впливом загальноекономічних та технологічних факторів.

Предмет досліджень: побудова систем прогнозування економічних показників оптового ринку електроенергії на основі факторних, нейромережевих та автокореляційних моделей.

Мета дослідження: удосконалення існуючих методів прогнозування економічних показників оптового ринку електроенергії за рахунок застосування факторного аналізу і систем самонавчання.

В *інформаційно-аналітичному розділі* проаналізовано поточний стан, структуру та функціонування ринку електроенергії в Україні, мета і задачі діяльності Регулятора, розглянуті відомі підходи до вирішення задачі прогнозування економічних показників оптового ринку електроенергії в Україні та здійснено вибір методичних засобів побудови прогностичних моделей. Постановлені задачі дослідження та наведені теоретичні відомості про методи дослідження.

У *спеціальному розділі* розглянуті питання попередньої обробки вхідних даних, виконано поділ на залежні та незалежні змінні, проведено нормалізацію, кореляційний та регресійний аналіз вхідних даних. Також виконаний факторний аналіз незалежних змінних та побудовані моделі для прогнозування оптової ціни на ринку довгострокових договорів, ринку «на добу наперед», внутрішньодобовому та балансовому ринках. Також вирішено задачу прогнозування рівня споживання електроенергії на оптовому ринку, зроблено висновки щодо результатів досліджень та дано рекомендації щодо використання отриманих моделей.

Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні алгоритму прогнозування оптових цін на різних ринках електроенергії та рівня її

споживання в Україні на основі факторного аналізу, використання покрокової регресії та систем з самонавчанням, що забезпечує відносну помилку прогнозування ціни не вище 5%, а прогнозування обсягів споживання – не більше 1%.

Практичною цінністю роботи є отримання комплексного програмного забезпечення, яке дозволяє за рахунок прогнозу економічних показників оптових ринків електроенергії в Україні знизити витрати Регулятора ринку на забезпечення збалансованого постачання електроенергії всім групам споживачів без додаткових витрат.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: енергоринок, прогнозування, оптові ціни, факторний аналіз, нейронні мережі, МГУА, модель, самонавчання.

ABSTRACT

The master's thesis: 118 p., 50 fig., 5 tabl., 4 appendices and 42 sources.

The master's thesis topic is relevant due to deficiency of the unified model forecasting the economic indicators of the wholesale electric power market and defined range of indicators influencing wholesale prices.

The master's thesis object is dynamic of the economic indicators of the wholesale electric power market influenced by time, general economic and technological factors.

The master's thesis subject is building of the economic indicators forecasting systems based on the factor, neural network and autocorrelation models in terms of wholesale electric power market.

The dissertation aims to enhance the current economic indicators forecasting methods in term of wholesale electric power market with factor analysis and self-learning systems applying.

The information-analytical chapter demonstrates the current state, structure and functionality of the electric power market in Ukraine; purpose and tasks of the National Commission for State Regulation of Energy and Public Utilities. The methodical facilities for building forecasting models were decided on reviewed well-established approaches enable to solve the economic indicators forecasting problem in terms of wholesale electric power market. The master's thesis problems are stated. Theoretical details are provided.

The special chapter includes preliminary data processing, input data specification, variables separation between the dependent and independent ones, data normalization, correlation and regression analysis of the input data. The independent variables were used in order to implement factor analysis, which resulted as a base for building of the wholesale electricity prices models forecasting in terms of the bilateral contracts market, the day-ahead market, the intra-day market, the balancing market. Additionally, the problem of electricity consumption level forecasting is also solved. Summarizing and usage recommending about the results of all the problems are provided.

The scientific novelty of this master's thesis is to enhance the forecasting algorithm of the current wholesale electricity prices in terms of different electricity markets and its consumption level in Ukraine based on the factor analysis, stepwise regression and self-learning systems, which enable to provide the root-mean-square deviation in wholesale price forecasting no more than 5% and consumption level forecasting – no more than 1%.

The practical value of the master's thesis is found with complex comprehensive software developing, which enable to reduce expenses of the National Commission for State Regulation of Energy and Public Utilities paid for balanced electricity supply provision to all the consumer groups due to wholesale markets economic indicators forecasting.

KEYWORDS: electricity market, forecasting, wholesale prices, factor analysis, neural network, GMDH, model, self-learning.