

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій  
Кафедра цифрових технологій та проєктно-аналітичних рішень

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**кваліфікаційної роботи**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання  
освітньо-професійної програми  
«Комп'ютерні науки та цифровий інтелект»  
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

**на тему** «Дослідження та проектування бази даних позицій  
обпалювальної машини»

Здобувач

Роман ТАТОЧЕНКО

КРИВИЙ РІГ 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень.

Керівник:

Костіков Олександр Анатольович  
доц., канд. фіз.-мат. наук,  
каф. ЦТПАР

Захист відбудеться 25 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні екзаменаційної комісії ([https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting\\_ZTg3N2Q3ODMtMDAxMC00MzdILTk0N2YtMGEyZDM3NzkwMjAy%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d](https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_ZTg3N2Q3ODMtMDAxMC00MzdILTk0N2YtMGEyZDM3NzkwMjAy%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d)).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 25 січня 2024 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В сучасних умовах дуже велике значення має автоматизація виробничих процесів, в результаті чого забезпечується їх безперервність, підвищується кількість і якість вихідної продукції.

Актуальність теми.

Тема дослідження нерозривно стосується металургії, а саме виробництва окатишів.

В умовах постійного подорожчання цін на електроенергію та природний газ важливе значення має зменшення собівартості вихідної продукції, що забезпечує її конкурентоспроможність.

Одним із засобів зменшення собівартості є поліпшення технологічного процесу виготовлення продукції.

Тема даного дослідження присвячена аналізу технологічного процесу виготовлення окатишів з метою його поліпшення для зменшення собівартості вихідної продукції. Отже, тема дослідження є актуальною.

Мета дослідження полягає у проектуванні бази даних позицій обпалювальної машини для обпалення окатишів, яка буде використовуватися для вибору даних для прогнозування вмісту вологи в окатишах на виході з машини.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення окатишів у випалювальній машині.

Предмет дослідження – методи та засоби проектування бази даних позицій випалювальної машини для прогнозування характеристик вихідної продукції.

Задачі дослідження.

Відповідно до зазначеної мети поставлено наступні задачі:

аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення окатишів, виявлення можливості автоматизації існуючого технологічного процесу, проектування бази даних позицій обпалювальної машини, розробка математичної моделі для прогнозу вихідної вологості окатишів після виходу з обпалювальної печі, аналіз моделі на мультиколінеарність, перевірка адекватності побудованої математичної моделі.

Методи дослідження.

Дослідження базується на комбінації наукових та інженерних методів, спрямованих на досягнення поставлених завдань. В роботі використовуються методи інтелектуального аналізу даних. Регресійна модель дає можливість досліджувати залежність між позиціями обпалювальної машини та вологістю окатишів на виході.

Наукова новизна очікуваних результатів полягає у поліпшенні технологічного процесу виготовлення окатишів за рахунок прогнозування характеристик продукції, що виготовляється.

Практичне значення отриманих результатів

Полягає в створенні прогнозної моделі на основі розробленої бази даних і можливості моніторингу технологічного процесу виготовлення окатишів, що дозволить підвищити якість вихідної продукції.

Апробація отриманих результатів: Основні положення та результати доповідалися і обговорювалися на міжнародній науково-технічній конференції «INNOVATIVE DEVELOPMENT OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND EDUCATION»,

18 - 20 січня 2024 року в IV International Sientif.

Структура та обсяг роботи.

Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг роботи становить 90 сторінок, робота містить 44 рисунків, 5 таблиць. Список використаних джерел складається з 19 джерел.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У роботі обґрунтовується актуальність теми дослідження, сформульована мета та завдання, об'єкт, предмет дослідження, розкривається практичне значення одержаних результатів дослідження, наводяться данні щодо їх апробації.

Здійснено огляд наукової літератури за темою магістерської роботи, відзначено, що для поліпшення технологічного процесу виготовлення окатишів важливо мати прогноз їх вологості на основі початкової вологості шихти та температури в зонах обпалювальної печі. Знання прогнозу дозволить так підібрати параметри технологічного процесу, щоб вологість окатишів після обпалювання в печі знаходилася в заданих межах. Виявлені недоліки існуючого технологічного процесу виготовлення окатишів, що негативно впливає на якість виготовленої продукції.

Було проведено ретельний аналіз технологічного процесу виготовлення окатишів. Виявлено параметри технологічного процесу, які впливають на якість кінцевого продукту. Такими параметрами є температура в зонах обпалювальної машини. Наведено діапазон значень вологості і міцності окатишів, які характеризують їх якість. Знайдено вузькі місця технологічного процесу, запропоновано рішення, яке дозволить отримати якісну продукцію з меншими витратами ресурсів. Це рішення засновано на прогнозі вологості

окатишів на виході з обпалювальної машини. В технологічному процесі, що зараз використовується, значення цього параметру контролюється вручну.

Для здійснення прогнозу запропоновано використовувати базу даних позицій обпалювальної машини, яка містить значення позицій в різні моменти часу з інтервалом в 10 секунд. Серед позицій обпалювальної машини для збереження в базі було взято фактичні температури горілок в десяти зонах машини. Було розроблено базу даних на хмарній платформі Microsoft Azure. Вибір платформи Microsoft Azure був зумовлений великою кількістю даних, що обробляються.

На основі даних бази даних побудовано математичну модель у вигляді багатофакторної лінійної регресії для прогнозування вологості окатишів після проходження опалювальної машини. В якості регресорів було взято вологість окатишів та температуру в під-зонах. Для побудови моделі використовувалась програма Gretl.

Проведено аналіз багатофакторної лінійної регресії на мультиколінеарність.

Проведена оцінка адекватності отриманої моделі регресії для прогнозу вологості окатишів після їх обробки обпалювальною машиною.

Розраховано економічний ефект від впровадження прогнозної моделі за рахунок зменшення кількості продукції, яка направляється на повторну переробку через недостатню якість

## ВИСНОВКИ

Розроблено базу даних позицій опалювальної машини на основі хмарної платформи Microsoft Azure.

За допомогою служб Azure Analysis Services виконано віртуалізацію даних, що дозволило інтегрувати дані з різних джерел і мати до них доступ як до єдиного сховища даних.

Побудовано математичну модель у вигляді багатофакторної лінійної регресії для прогнозування вологості окатишів після проходження опалювальної машини в залежності від початкової вологості та температури у під-зонах.

Проведено аналіз факторів регресійної моделі на мультиколінеарність.

Проведена оцінка адекватності отриманої моделі регресії для прогнозу вологості окатишів після їх обробки обпалювальною машиною.

Розраховано економічний ефект від впровадження прогнозної моделі в технологічний процес

## ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Таточенко Р.О. БАЗА ДАНИХ ПОЗИЦІЙ ОБПАЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ..// «INNOVATIVE DEVELOPMENT OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND EDUCATION», Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference, Vancouver, Canada, 18-20 January 2024, pp.229-233.

### АНОТАЦІЯ

Таточенко Р.О. Дослідження та проектування бази даних позицій обпалювальної машини. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеню вищої освіти – магістр за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки, освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки та цифровий інтелект». – ТОВ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кривий Ріг, 2024.

Метою магістерської роботи є проектування бази даних позицій обпалювальної машини для обпалення окатишів, яка буде використовуватися для вибору даних для прогнозування вмісту вологи в окатишах на виході з машини. Знання цього прогнозу дозволить зменшити кількість окатишів, які направляються на повторну обробку, що зменшить кількість ресурсів, які витрачаються на виробництво вихідної продукції. Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення окатишів у випалювальній машині. Предметом дослідження є методи та засоби проектування бази даних позицій випалювальної машини для прогнозування характеристик вихідної продукції.

При виконанні роботи проаналізовано технологічний процес виготовлення окатишів. Огляд та аналіз існуючого технологічного процесу дозволив виявити його недоліки. Одним із недоліків є ручне вимірювання вологості окатишів після виходу з обпалювальної печі. Було запропоновано на основі зміни даних за часом, що будуть зберігатися у розробленій базі даних, робити прогноз вихідної вологості окатишів.

Для досягнення цієї мети була спроектована база даних позицій обпалювальної печі на хмарній платформі Microsoft Azure. Вибір цієї платформи пов'язаний з великою кількістю даних, що будуть зберігатися в базі даних. Обґрунтовано доцільність цього рішення,

розглянуто переваги платформи Microsoft Azure для побудови цієї бази даних.

Для прогнозу вологості окатишів на виході із печі розроблена багатофакторна модель лінійної регресії. Був обраний список факторів для цієї моделі, проведено дослідження факторів на мультиколінеарність.

Виконана перевірка розробленої регресійної моделі на адекватність.

Проведено розрахунок економічного ефекту від впровадження прогнозної моделі в технологічний процес обпалення окатишів.

Ключові слова база даних, позиції, прогнозування, хмарна платформа Microsoft Azure

## ABSTRACT

Tatochenko R.O. Researching and designing a database of induration machine positions. Theses for a Master's degree in the specialty 122 Computer Science, Educational Programme "Computer Science and Digital Intelligence". – TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNICS", LLC, Kryvyi Rih, 2024.

The purpose of the master's thesis is to design a database of positions of the roasting machine for roasting pellets, which will be used to select data to predict the moisture content in pellets at the outlet of the calcining machine. Knowing this forecast will reduce the amount of pellets that are sent for reprocessing, which will reduce the amount of resources that are spent on the production of the initial product. The object of the research is the technological process of making pellets in a roasting machine. The subject of the research is the methods and means of designing a database of positions of a roasting machine for predicting the characteristics of the initial product.

During the work, the technological process of pellet production was analyzed. The review and analysis of the existing technological process made it possible to identify its shortcomings. One disadvantage is the manual measurement of pellet moisture after leaving the kiln. It was proposed to make a forecast of the initial moisture content of pellets on the basis of changes in the time data that will be stored in the developed database.

To achieve this goal, a database of kiln positions was designed on the Microsoft Azure cloud platform. The choice of this platform is associated with a large amount of data that will be stored in the database. The expediency of this decision is substantiated, the advantages of the Microsoft Azure platform for building this database are considered.

To predict the moisture content of pellets at the outlet of the furnace, a multifactor linear regression model has been developed. A list of factors

for this model was chosen, and a study of factors for multicollinearity was carried out.

The developed regression model has been checked for adequacy.

The calculation of the economic effect from the introduction of the forecast model in the technological process of pellet roasting is carried out.

Keywords: database, positions, forecasting, Microsoft Azure cloud platform