

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет менеджменту та маркетингу
Кафедра економічної кібернетики**

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

_____ Катерина БОЯРИНОВА

«____» червня 2025 р.

**Дипломна робота
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Економічна кібернетика»
спеціальності 051 – «Економіка»**

**на тему: «Економіко-математичне моделювання трудових ресурсів
підприємства»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи УК–11

Губалюк Анастасія Миколаївна

Керівник:

доцент кафедри економічної кібернетики, к.ф.-м.н., доцент

Фартушний Іван Дмитрович

Рецензент:

професор кафедри міжнародної економіки, д.т.н., професор

Гавриш Олег Анатолійович

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студентка _____

Київ – 2025

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра економічної кібернетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 051 «Економіка»

Освітньо– професійна програма «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Катерина БОЯРИНОВА

«05» лютого 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Губалюк Анастасії Миколаївні

1. Тема роботи: «Економіко-математичне моделювання трудових ресурсів підприємства»,

керівник роботи **Фартушний Іван Дмитрович, к.ф.-м.н., доц.,**
затверджені наказом по університету від 26.05.2025 р. №1747-с

2. Термін подання студентом роботи: 02.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: дані діяльності підприємства ТзОВ «Терлич», наукова та навчально-методична література, публікації, експертні оцінки, наукові дослідження та інтернет джерела.

4. Зміст дипломної роботи (перелік завдань, які потрібно розробити)

а) теоретична частина:

- дослідити сутність трудовими ресурсами підприємства в сучасних умовах;
- охарактеризувати основні принципи, методи та інструменти економіко-математичного моделювання трудових ресурсів у контексті оптимізації використання робочої сили;
- проаналізувати існуючі економіко-математичні моделі розподілу та оптимізації трудових ресурсів на підприємствах, з урахуванням їх ефективності та придатності до виробничих умов.

б) аналітична частина:

- провести комплексний аналіз поточного стану трудових ресурсів підприємства із урахуванням змін у графіку роботи та наявних організаційно-виробничих обмежень;
- побудувати економіко-математичну модель оптимізації кількісного складу працівників, яка враховує технологічні пропорції, змінний режим роботи, наявні ресурси та вимоги до продуктивності;
- визначити параметри моделі, здійснити її перевірку та оцінку ефективності застосування на прикладі конкретного підприємства.

в) рекомендаційна частина:

- інтерпретувати результати моделювання та обґрунтувати оптимальну структуру зайнятості у денних і нічних змінах;
- надати обґрунтовані практичні рекомендації щодо впровадження моделі на підприємстві, з метою підвищення ефективності використання трудових ресурсів, зменшення витрат на оплату праці та забезпечення безперервності виробничого процесу.

5. Перелік ілюстративного матеріалу

1. Щомісячний обсяг реалізованої продукції.
2. Залежність між кількістю працівників та обсягом реалізованої продукції.
3. Структура витрат підприємства.
4. Помісячне порівняння кількості працівників за відділами підприємства.
5. Частка персоналу з категоріями на кінець 2024 року.
6. Щомісячна ефективність витрат на оплату праці.
7. Фінансово-економічні показники підприємства.
8. 3D графік прибутку підприємства.

6. Дата видачі завдання: «05» лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Позначки керівника про виконання завдань
1.	Збір необхідної інформаційної бази теоретичного, методичного та практичного змісту, розгляд та аналіз літературних джерел щодо сутності трудових ресурсів підприємства.	06.02.2025- 23.02.2025	
2.	Вивчення теоретико-методичних засад економіко-математичного моделювання процесів оптимізації трудових ресурсів підприємства.	24.02.2025- 23.03.2025	
3.	Аналіз організаційної структури та стану кадрового забезпечення підприємства як бази дослідження.	24.03.2025- 30.03.2025	
4.	Постановка задачі моделювання, вибір та математичне формалізування економіко-математичної моделі трудових ресурсів.	31.03.2025- 13.04.2025	
5.	Розрахунок параметрів моделі на основі статистичних та виробничих даних підприємства.	14.04.2025- 27.04.2025	
6.	Економіко-математичне моделювання оптимальної структури зайнятості в умовах змін у графіку роботи та ресурсних обмежень.	28.04.2025- 11.05.2025	
7.	Аналіз результатів моделювання, визначення ефективності використання трудових ресурсів, виявлення резервів підвищення продуктивності.	12.05.2025- 18.05.2025	
8.	Формування рекомендацій щодо впровадження запропонованої моделі в практику управління трудовими ресурсами підприємства.	19.05.2025- 25.05.2025	
9.	Оформлення дипломної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти згідно з вимогами стандартів.	26.05.2025- 01.06.2025	

Студентка

Анастасія ГУБАЛЮК

Керівник дипломної роботи

Іван ФАРТУШНИЙ

РЕФЕРАТ

Дипломна робота бакалавра на тему “Економіко-математичне моделювання трудових ресурсів підприємства” містить 91 сторінки, 8 таблиць та 10 рисунків, 2 додатки. Опрацьовано 31 бібліографічних найменувань.

Метою дипломної роботи є: розгляд теоретичних засад і методичних положень, побудова економіко-математичної моделі оцінки трудових ресурсів підприємства та надання практичних рекомендацій щодо їх адаптації до змін графіка виробництва.

Об’єктом дослідження є процеси оцінки трудових ресурсів підприємства.

Предмет дослідження – теоретичні засади та економіко-математичні моделі, що описують взаємозв’язок між кількісним складом персоналу, структурою змін, витратами на оплату праці та рівнем виробничої ефективності.

Методи дослідження – емпіричні методи дали змогу оцінити фактичний стан системи управління трудовими ресурсами на підприємстві. Економіко-математичні методи дозволили формалізувати взаємозв’язки між показниками, побудувати математичні моделі управління персоналом та визначити оптимальні параметри для досягнення найкращих результатів.

Результатом дипломної роботи є оцінка трудових ресурсів підприємства засобами економіко-математичного моделювання; побудована функціональна модель оптимального розподілу працівників за змінами, яка враховує специфіку виробничих етапів, тривалість змін та обмеження фонду заробітної плати; формування обґрунтованих рішень стосовно планування виробничих змін, прогнозування економічної доцільності змін у графіку роботи та підвищення ефективності використання трудового потенціалу на основі математичної інтерпретації виробничих процесів.

Рекомендації щодо використання результатів роботи. Розроблена модель може бути застосована для формування прикладних рекомендацій для підприємства ТзОВ "Терлич" щодо впровадження математичного підходу до розв’язання задач розподілу трудових ресурсів, що підтверджує доцільність застосування кількісних методів у практиці виробничого планування, а також підприємствами із циклічним або змінним режимом роботи для розрахунку оптимальної кількості працівників з урахуванням економічних обмежень.

Ключові слова: трудові ресурси, оптимізація персоналу, виробнича функція, чисельність працівників, зміна графіка роботи, продуктивність праці, моделі ефективності, ресурсні обмеження.

ABSTRACT

The bachelor's thesis on the topic "Economic and Mathematical Modeling of Enterprise Labor Resources" contains 91 pages, 8 tables, 10 figures, and 2 appendices. A total of 31 bibliographic sources were processed.

The purpose of the work is to examine the theoretical foundations and methodological provisions, construct an economic and mathematical model for assessing the labour resources of an enterprise, and provide practical recommendations for adapting them to changes in the production schedule.

The object of the work is the processes of assessing the labour resources of an enterprise.

The subject of the work is the theoretical foundations and economic-mathematical models describing the relationship between the quantitative composition of personnel, shift structure, labour costs and the level of production efficiency.

Research methods – empirical methods made it possible to assess the actual state of the human resources management system at the enterprise. Economic and mathematical methods made it possible to formalize the relationships between indicators, build mathematical models of personnel management, and determine the optimal parameters for achieving the best results.

Results of work is assessment of the enterprise's labour resources using economic and mathematical modelling; construction of a functional model for the optimal distribution of employees across shifts, taking into account the specifics of production stages, shift duration and wage fund constraints; formation of informed decisions regarding the planning of production shifts, forecasting the economic feasibility of changes in the work schedule and improving the efficiency of labour potential utilisation based on mathematical interpretation of production processes.

Recommendations for the use of work results. The developed model can be used to formulate practical recommendations for the company «Terlich» LLC regarding the implementation of a mathematical approach to solving labour resource allocation problems, which confirms the feasibility of applying quantitative methods in production planning practice, as well as by enterprises with cyclical or variable operating modes to calculate the optimal number of employees, taking into account economic constraints.

Keywords: labor resources, personnel optimization, production function, employee count, shift schedule changes, labor productivity, efficiency models, resource constraints.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА.....	11
1.1 Сутність, класифікація та структура трудових ресурсів підприємства.....	11
1.2 Показники ефективності використання трудових ресурсів підприємства.....	17
1.3 Методи економіко-математичного моделювання персоналу підприємства...	29
Висновки до першого розділу	33
2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ	36
2.1 Загальна характеристика підприємства	36
2.2 Аналіз фінансово-економічної діяльності підприємства	42
2.3 Аналіз кадрового потенціалу та ефективності використання трудових ресурсів підприємства	50
Висновки до другого розділу	56
3 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМИ РЕСУРСАМИ.....	60
3.1 Постановка задачі та побудова економіко-математичної моделі	60
3.2 Розрахунки, аналіз результатів та обґрунтування оптимальних рішень	65
Висновки до третього розділу	80
ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	85
ДОДАТКИ	89

ВСТУП

В умовах сучасної ринкової економіки, посиленої конкуренції, нестабільності на ринку праці та динамічного технологічного розвитку, вивчення трудових ресурсів набуває ключового значення для забезпечення ефективної роботи підприємств. Людський капітал є унікальним активом, який вимагає не тільки значних інвестицій, а й постійного вдосконалення підходів до його використання. Традиційні методи управління персоналом часто залишають нереалізованим потенціал працівників, перешкоджають оптимізації чисельності та структури кадрів, а також обмежують можливість прогнозування потреб у трудових ресурсах. Це, у свою чергу, може призводити до дисбалансу, зниження продуктивності праці та, як наслідок, погіршення фінансово-економічних результатів підприємства.

Зростання складності бізнес-процесів та потреба в оперативній реакції на зміни зовнішнього середовища зумовлюють необхідність використання сучасних методів аналізу і прогнозування. Вагоме місце в цьому процесі належить економіко-математичному моделюванню, яке демонструє значний потенціал для оптимізації управління трудовими ресурсами. За допомогою цих інструментів можливо комплексно оцінювати вплив чисельності та структурної організації персоналу на результати діяльності підприємства, визначати закономірності й розробляти оптимальні варіанти використання трудових ресурсів. Економіко-математичне моделювання відкриває нові горизонти для підвищення ефективності управління, особливо в умовах обмежених ресурсів чи змін робочих графіків.

Актуальність даного дослідження полягає в необхідності створення та впровадження економіко-математичних моделей, що дозволять не лише підвищити якість управління трудовими ресурсами, але й оптимізувати їх використання, сприяючи стабільному розвитку підприємства та його конкурентоспроможності загалом.

Метою дипломної роботи є: розгляд теоретичних засад формування трудових ресурсів підприємства, розробка та обґрунтування економіко-математичної моделі, яка дозволяє здійснювати оптимізацію використання трудових ресурсів підприємства з урахуванням змін у виробничій структурі та режимі роботи, з метою підвищення ефективності виробничої діяльності, зростання конкурентоспроможності та прибутковості.

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі завдання:

1. провести теоретичне обґрунтування підходів до економіко-математичного моделювання трудових ресурсів та методів їх кількісної оцінки у виробничих системах;
2. проаналізувати систему показників, що відображають ефективність використання трудового потенціалу підприємства;
3. здійснити аналітичне дослідження кадрової структури, рівня оплати праці та організаційних особливостей розподілу трудових ресурсів на підприємстві ТзОВ "Терлич";
4. побудувати економіко-математичну модель оптимізації чисельності працівників з урахуванням зміни режиму роботи (перехід на 12-годинні зміни) та обмежень фонду оплати праці;
5. здійснити розрахунок оптимального чисельного складу працівників для денних і нічних змін з метою забезпечення безперервності виробничого процесу та підвищення економічної ефективності;
6. розробити практичні рекомендації щодо вдосконалення використання трудових ресурсів на основі результатів моделювання, з урахуванням реальних виробничих та економічних умов підприємства.

Об'єктом дослідження є процеси оцінки трудових ресурсів підприємства.

Предмет дослідження – теоретичні засади та економіко-математичні моделі, що описують взаємозв'язок між кількісним складом персоналу, структурою змін, витратами на оплату праці та рівнем виробничої ефективності.

Методи дослідження – емпіричні методи дали змогу оцінити фактичний стан системи управління трудовими ресурсами на підприємстві. Економіко-математичні методи дозволили формалізувати взаємозв'язки між показниками, побудувати математичні моделі управління персоналом та визначити оптимальні параметри для досягнення найкращих результатів.

Результатом дипломної роботи є оцінка трудових ресурсів підприємства засобами економіко-математичного моделювання; побудована функціональна модель оптимального розподілу працівників за змінами, яка враховує специфіку виробничих етапів, тривалість змін та обмеження фонду заробітної плати; формування обґрунтованих рішень стосовно планування виробничих змін, прогнозування економічної доцільності змін у графіку роботи та підвищення ефективності використання трудового потенціалу на основі математичної інтерпретації виробничих процесів.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Сутність, класифікація та структура трудових ресурсів підприємства.

Трудові ресурси є важливою частиною капіталу та відіграють ключову роль у забезпеченні корпоративної продуктивності, сталого розвитку та конкурентоспроможності в мінливому економічному середовищі. На тлі глобалізації, активного застосування передових технологій і мінливих вимог до виробничих процесів значення трудових ресурсів стає все більш помітним. Це пояснюється тим, що співробітники є виконавцями корпоративних стратегічних і тактичних цілей, створюючи додану вартість, впроваджуючи інновації та допомагаючи компаніям адаптуватися до нових викликів. Тому трудові ресурси слід розглядати як складну систему, яка охоплює не лише фізичні та інтелектуальні сили працівників, а й різноманітні соціальні, культурні, психологічні та професійні характеристики, що визначають ефективність їх праці [1, с. 100].

Кадри підприємства (працівники, трудові колективи) — це сукупність облікових працівників підприємства. Усіх працівників підприємства поділяють на дві категорії:

- промислово-виробничий персонал, зайнятий виробництвом і його обслуговуванням;
- промисловий персонал, зайнятий в основному в соціальній сфері діяльності підприємства.

За характером виконуваних функцій промислово-виробничий персонал (далі – ПВП) підрозділяється на шість категорій:

- робітники;
- керівники;

- фахівці;
- службовці;
- молодший обслуговуючий персонал;
- стажери (учні).

Робітники – це працівники, які безпосередньо займаються виробництвом продукції (наданням послуг), ремонтом, транспортуванням вантажів, наглядом за роботою промислового устаткування, налагодженням і обслуговуванням устаткування. За характером участі у виробничому процесі робітників можна поділити на основних (виробляють продукцію) і допоміжних (обслуговують процес). Крім того, розрізняють черговий та обслуговуючий персонал.

Керівники – висококваліфікований персонал, який безпосередньо бере участь в управлінні виробничими процесами та підлеглими. Вони займають керівні посади на підприємствах і функціональних підрозділах.

Фахівці – інженерно-технічний персонал, який виконує базові управлінські функції, займається технічним, організаційним та економічним керівництвом виробничими процесами, а також координує діяльність промислово-виробничого колективу. До цієї категорії входять інженери, економісти, бухгалтери, соціологи, юрисконсультанти, нормувальники, технологи та інші подібні фахівці.

Службовці – відповідальні за підготовку та оформлення документів, а також за виконання адміністративно-господарських, фінансових, статистичних, обліково-бухгалтерських та інших обслуговуючих функцій. До цієї категорії належать діловоди, секретарі, друкарі, табельники, креслярі, копіювальники, архіваріуси, агенти та інші спеціалісти.

До молодшого обслуговуючого персоналу належать працівники, що займаються обслуговуванням основного парку обладнання та устаткування, а також ті, хто забезпечує обслуговування основних, допоміжних, чергових і ремонтних виробничих працівників. До цієї ж категорії включають прибиральників, двірників, гардеробників, охоронців та представників пожежно-вартої служби. Стажери (учні), як правило, це особи, які здобувають практичні

навички для оволодіння професією безпосередньо на підприємстві. Склад персоналу підприємства представлений у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Склад персоналу підприємства

Склад персоналу підприємства					
Непромисловий персонал (охорона, пожежно-вартова служба, персонал пунктів харчування, медичний персонал тощо)	Промислово-виробничий персонал підприємства				
	Адміністративно-управлінський персонал (керівники)	Робітники		Інженерно-технічні працівники	Службовці
		Основні	Допоміжні		

Джерело: [1, с.121]

Сучасні дослідники, серед яких В.Т. Смирнова та І.В. Скобликова, акцентують увагу на тому, що трудові ресурси підприємства не можна оцінювати виключно за кількісними параметрами, такими як кількість працівників чи тривалість їхньої роботи. Це поняття охоплює значно ширший спектр, включаючи якісні характеристики персоналу: освітній рівень, кваліфікацію, професійний досвід, фізичне здоров'я, стресостійкість, мотивацію, моральні принципи та творчий потенціал. У сучасних умовах особливе значення набувають культурно-моральні аспекти, які істотно впливають на згуртованість колективу, формування корпоративної культури і забезпечення ефективної взаємодії між співробітниками. Таким чином, трудові ресурси слід розглядати не просто як набір людських ресурсів, а як складну інтегровану систему, що об'єднує фізичні, інтелектуальні, соціальні та морально-етичні компоненти.

На формування трудових ресурсів впливає багато факторів, серед яких вирішальну роль відіграють рівень технологічного розвитку, організація виробництва, національна політика зайнятості та освіти, світові економічні тенденції. В сучасних умовах швидкого впровадження технологій та цифровізації процесів потреба у вдосконаленні професійної підготовки персоналу є особливо гострою. Інвестиції в розвиток трудового потенціалу, такі як реалізація програм

навчання, підвищення кваліфікації та професійної перепідготовки, стають запорукою забезпечення відповідності працівників сучасним стандартам виробництва. Крім того, технічний прогрес повністю змінює структуру зайнятості: зменшується попит на низькокваліфіковану робочу силу, а зростає попит на висококваліфікованих спеціалістів з передовими технічними знаннями та здібностями [2, с. 89].

Професійний склад персоналу підприємства залежить від особливостей його галузі, характеристик продукції або послуг, що надаються, рівня технологічного розвитку. Кожна галузь має свої унікальні заняття та професії. Водночас існують і спільні професії робітників і службовців. Наприклад, харчова промисловість налічує близько 850 професій і професій, лише половина з яких притаманні лише цій галузі.

Кваліфікаційний рівень працівників базується на їх здатності виконувати роботи різної складності.

Міжнародна стандартна класифікація професій визначає «кваліфікацію» як здатність працівника виконувати конкретні завдання та обов'язки в рамках певної роботи.

Кваліфікація — сукупність професійних знань і практичних навичок, яка визначає готовність працівника виконувати професійні завдання певного ступеня складності. Рівень кваліфікації керівників, спеціалістів і рядових службовців залежить від їх освіти та досвіду роботи на відповідній посаді. За рівнем кваліфікації фахівців можна поділити на такі категорії:

- Старші експерти - працівники з науковим ступенем або професійним званням.
- Старші спеціалісти - працівники з вищою професійною освітою та великим практичним досвідом.
- Експерти середнього рівня - працівники з середньою професійною освітою і певним практичним досвідом.

- Практики - працівники, які займають технічні, економічні або інженерно-технічні посади, але не мають спеціальної освіти.

За рівнем кваліфікації працівники поділяються на чотири категорії: висококваліфіковані, кваліфіковані, низькокваліфіковані та некваліфіковані. За цією класифікацією вони виконують завдання різної складності та мають різний рівень професійної підготовки (табл. 1.2). Кваліфікаційний рівень працівників визначається тарифними планами та кваліфікаційними інструкціями. «Єдиний тариф» містить 29 розрядів і використовується для оцінки кваліфікаційних рівнів та організації оплати праці. Стандарт поширюється на працівників бюджетних установ і враховує кваліфікаційні вимоги та тарифні розряди кожного розряду. Посадовий оклад або тарифні ставки в бюджетних установах визначаються відповідно до атестаційних або тарифних норм, що відображають кваліфікацію працівників.

Таблиця 1.2 – Групи робітників за рівнем кваліфікації, виконуваними ними роботи і терміни їх підготовки.

Кваліфікаційні групи робітників	Основні роботи, що виконуються	Термін підготовки, стажування, досвід
Висококваліфіковані	Особливо складні та відповідальні роботи (ремонт, обслуговування складного обладнання, виготовлення меблів, тощо)	Більше 2-3 років. Періодичне стажування. Великий практичний досвід роботи
Кваліфіковані	Складні роботи (метало- та деревообробні, ремонтні, слюсарні, будівельні, тощо)	1-2 роки. Чималий досвід роботи
Малокваліфіковані	Нескладні роботи	Декілька тижнів чи місяців. Доволі малий досвід роботи.
Некваліфіковані	Допоміжні та обслуговуючі (вантажники, гардеробники, прибиральники, тощо)	Не мають спеціальної підготовки

Джерело: [3]

Важливість трудових ресурсів у корпоративній діяльності неможливо переоцінити, оскільки саме трудові ресурси забезпечують досягнення компанією своєї головної мети – створення продуктів чи послуг, які задовольняють потреби споживачів і приносять економічну вигоду. Джерелом інновацій є трудові

ресурси, оскільки працівники є носіями інтелектуального капіталу, який визначає здатність компанії генерувати нові ідеї, впроваджувати інноваційні рішення, адаптуватися до змін зовнішнього середовища. У складі трудових ресурсів інтелектуальний капітал включає креативність, аналітичне мислення та винахідливість працівників. Ці якості необхідні для розробки нових продуктів, удосконалення виробничих процесів і підвищення загальної ефективності компанії.

Питання здоров'я працівників заслуговує на особливу увагу, оскільки воно є основою ефективного використання кадрового потенціалу. Стан здоров'я впливає на працездатність співробітників, тривалість активної роботи, рівень продуктивності та загальну атмосферу в колективі. Інвестиції в добробут працівників, включаючи забезпечення безпечних умов праці, медичне страхування, впровадження програм оздоровлення та профілактики захворювань, сприяють не лише скороченню витрат підприємства на лікарняні, а й підвищують лояльність персоналу, покращують соціальний клімат і допомагають зменшити плинність кадрів.

Трудові ресурси також охоплюють підприємницький капітал, що відображає здатність працівників генерувати інноваційні ідеї, брати на себе ризики та ефективно організовувати робочі процеси. Цей тип капіталу має особливе значення для керівників і менеджерів, які відповідають за формування та реалізацію стратегій розвитку підприємства. Характерними ознаками підприємницького капіталу є ініціативність, креативність, здатність знаходити нестандартні рішення, а також високий рівень організаторських навичок.

Важливою складовою трудових ресурсів є культурно-моральний капітал, що включає моральні принципи, етичні норми, цінності та соціальні установки, які визначають поведінкові орієнтири працівників у колективі. Високий рівень цього капіталу сприяє не лише підвищенню ефективності роботи та формуванню позитивного робочого клімату, але й забезпечує стаке зростання продуктивності підприємства у довгостроковій перспективі. Культурно-моральний капітал

виконує ключову роль у зміцненні довіри між працівниками, формуванні атмосфери взаємної поваги та співробітництва. Ці аспекти слугують основою успішної командної взаємодії, що є важливим чинником успішної діяльності організації [4, с. 63].

Таким чином, трудові ресурси підприємства потрібно розглядати як багатокомпонентну систему, яка об'єднує трудовий, інтелектуальний, підприємницький, культурно-моральний капітал, а також капітал здоров'я. Усі ці складові тісно взаємопов'язані та спільно забезпечують ефективність функціонування підприємства. Вони відіграють вирішальну роль у визначенні потенціалу компанії, її здатності адаптуватися до нових викликів і досягати стратегічних цілей. Управління трудовими ресурсами має бути зосереджене на їх раціональному використанні, постійному вдосконаленні та збереженні, що становить основу сталого розвитку та успішної діяльності організації.

1.2 Показники ефективності використання трудових ресурсів підприємства

У сучасних умовах господарювання питання раціонального використання трудових ресурсів набуває особливої актуальності. Забезпечення підприємств достатньою кількістю кваліфікованих працівників, ефективний розподіл робочої сили та досягнення високого рівня продуктивності праці є вирішальними факторами для підвищення результативності діяльності будь-якої організації.

Система аналізу дозволяє своєчасно визначати недоліки у роботі співробітників, контролювати втрати робочого часу та зниження продуктивності, виявляти причини цих проблем і розробляти ефективні заходи для їх усунення.

Трудовий потенціал підприємства оцінюється за допомогою сукупності показників, які відображають різні аспекти діяльності трудового колективу:

- Соціально-демографічна структура колективу. У цій складовій враховуються такі показники, як середньооблікова чисельність персоналу,

зокрема працівників основної діяльності; частка працівників за статевими групами (відсоток чоловіків та жінок); розподіл працівників за категоріями; питома вага молоді до 30 років та інші подібні характеристики.

– Професійно-кваліфікаційна структура робітників. Враховується середній розряд робітників; частка висококваліфікованих робітників (V–VI розряди) у відсотках до загального складу; частка кваліфікованих робітників (III–IV розряди); розподіл основних робітників за стажем роботи у відсотковому співвідношенні.

– Освітній рівень персоналу. Аналізується кількість працівників із різними рівнями освіти: вищою, незакінченою вищою, середньою спеціальною та іншими.

– Умови праці робітників. Оцінюються показники, що відображають складність і специфіку робочого процесу, такі як частка працівників, які зайняті на важких роботах (%); частка зайнятих на роботах із шкідливими умовами праці (%); кількість працівників, що виконують роботи на машинах (%); виконання роботи механізованим способом (%); рівень фондоозброєності робітників (тис. грн) [5, с.161].

Аналіз зазначених груп показників доцільно проводити у динаміці, що дасть змогу своєчасно виявляти проблемні аспекти та вживати відповідних заходів для їх покращення. У процесі формування рекомендацій щодо оцінювання трудового потенціалу необхідно передбачити заходи, спрямовані на підвищення рівня механізації виробництва та зниження залежності від фізичної праці.

Особливий акцент варто зробити на оцінці ефективності використання робочого часу працівників, застосовуючи вимірювання в людино-днях і людино-годинах. Крім того, важливо дослідити динаміку кадрового складу, зокрема показники оборотності кадрів за прийомом та звільненням за певний часовий проміжок. При цьому слід виявити основні чинники, що спричинили ці зміни.

Для всебічного аналізу руху кадрів підприємства обчислюються коефіцієнти, що відображають оборот за прийманням і звільненням, необхідний оборот, плинність та стабільність робочої сили (рис. 1).

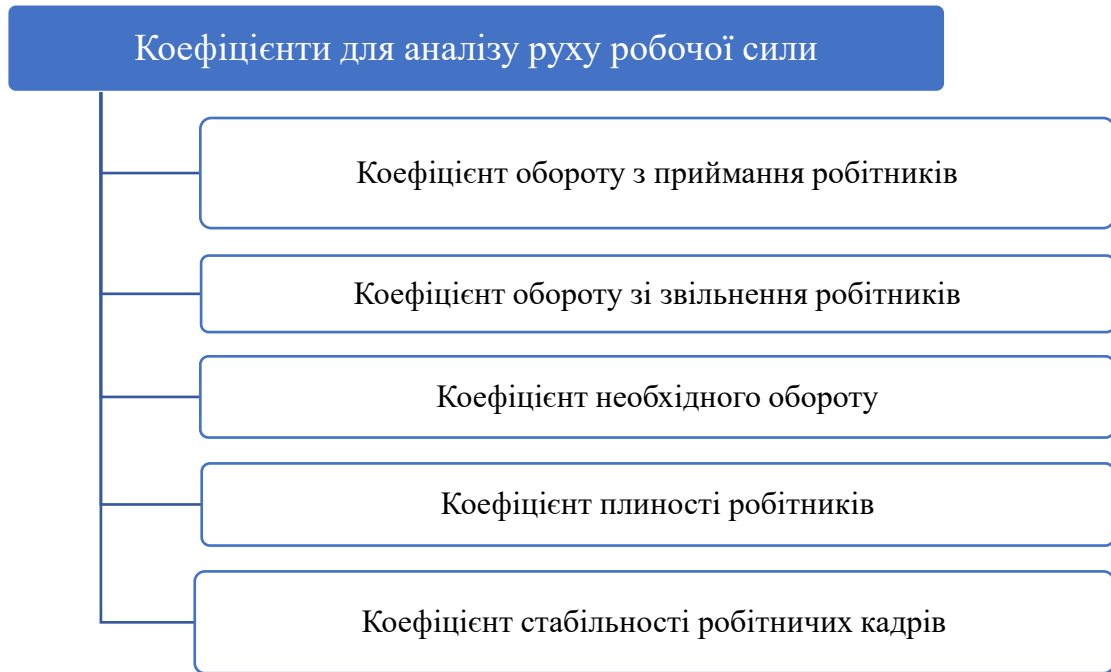


Рисунок 1.1 – Коефіцієнти для аналізу руху робочої сили підприємства
Джерело: [6]

Коефіцієнт обороту з прийому працівників відображає частку персоналу, який був залучений до роботи протягом певного звітного періоду. Натомість коефіцієнт обороту від звільнення характеризує частину працівників, які припинили трудові відносини у тому ж часовому проміжку. До ключових показників, що використовуються для дослідження змін у складі трудових ресурсів, належать такі коефіцієнти:

Коефіцієнт прийому персоналу розраховується як відношення кількості новоприйнятих працівників до середньооблікової чисельності штатного складу за відповідний період.

$$K_{\pi} = \frac{\chi_{\pi}}{\chi_c} * 100\%$$

Коефіцієнт звільнення визначається як співвідношення кількості працівників, що припинили трудові відносини, до середньооблікової чисельності персоналу за аналізований період.

$$K_{зв} = \frac{\chi_{зв}}{\chi_c} * 100$$

Коефіцієнт вимушеного (необхідного) обороту розраховується як частка працівників, які звільнилися з об'єктивних причин, у загальній середньообліковій чисельності персоналу.

$$K_{н.о.} = \frac{\chi_{вп.р.}}{\chi_c} * 100\%$$

Коефіцієнт плинності персоналу обчислюється як відношення кількості працівників, які залишили роботу з власної ініціативи або були звільнені за порушення трудової дисципліни, до середньооблікової чисельності штату.

$$K_{пл} = \frac{\chi_{вл.б} + \chi_{п.т.д.}}{\chi_c} * 100\%$$

Коефіцієнт стабільності трудового колективу визначається як частка працівників, які перебували у складі штату протягом усього звітного року, у загальній середньообліковій чисельності персоналу.

$$K_{const} = \frac{\chi_{с.о.}}{\chi_c} * 100\%$$

де χ_{π} – чисельність прийнятих робітників за звітний період;

χ_c – середньооблікова чисельність робітників за звітний період;

$\chi_{зв}$ – чисельність робітників які вибули за звітний період;

$\chi_{вп.р.}$ – чисельність робітників, які вибули з поважних причин;

$\chi_{вл.б}$ – чисельність робітників звільнених за власним бажанням;

$Ч_{п.т.д.}$ – чисельність працівників, звільнених за порушення трудової дисципліни;

$Ч_{с.о.}$ – чисельність працівників, які перебували у списках організації у продовж року.

Коефіцієнт плинності персоналу характеризує частку звільнень, що відбулися з причин негативного характеру — зокрема, порушення трудової дисципліни або звільнення за власною ініціативою. Натомість коефіцієнт стабільності колективу ілюструє рівень збереження кадрового складу підприємства протягом визначеного періоду.

Аналіз кількісного складу персоналу проводиться як у цілому по підприємству, так і в розрізі окремих категорій працівників, оскільки кожна з них виконує специфічні функції у виробничому процесі.

У ході такого аналізу встановлюють як абсолютну, так і відносну забезпеченість підприємства трудовими ресурсами. Абсолютне забезпечення визначається порівнянням фактичної чисельності персоналу з плановими показниками. Водночас для оцінки відносних змін у чисельності кадрів застосовують метод порівняння фактичних значень із плановими, скоригованими на динаміку приросту обсягів виробництва, що виникла внаслідок зміни чисельності працівників. Відсоток приросту продукції обчислюється як відношення вартості продукції, виробленої за рахунок змін у чисельному складі, до запланованого виробничого обсягу.

Скорочення чисельності основного виробничого персоналу без негативного впливу на обсяг виготовленої продукції розглядається як позитивна динаміка. Аналогічно, зменшення чисельності управлінського персоналу вважається доцільним за умови, що воно не порушує ефективність організації виробництва, трудову дисципліну, а також не гальмує процеси впровадження новітніх технологій чи автоматизацію виробництва.

Водночас слід зважати на те, що досягнення високої продуктивності праці неможливе без укомплектування підприємства кваліфікованими працівниками. Для оцінки відповідності професійної підготовки персоналу рівню складності виконуваних завдань здійснюють порівняльний аналіз середніх тарифних розрядів робіт і персоналу, який їх виконує. Ці показники визначаються за середньою арифметичною:

$$T_p = \frac{\sum Tr \cdot ЧР}{\sum ЧР},$$

де T_p – середній тарифний розряд;

ЧР – чисельність робітників.

Аналіз використання працівників за кваліфікаційним рівнем базується на співставленні складності робіт, що виконуються згідно з нарядами, та відповідного тарифного розряду працівника. У межах цього дослідження обчислюють середні планові й фактичні тарифні коефіцієнти, на основі яких роблять висновок про відповідність кваліфікації працівника рівню складності покладених на нього завдань.

Наступним кроком є оцінка повноти використання трудових ресурсів, що здійснюється через аналіз кількості відпрацьованих днів і годин одним працівником у звітному періоді, а також рівня інтенсивності застосування робочого часу. Важливо визначити відхилення фактичних показників від планових або від показників попередніх періодів та встановити причини цих розбіжностей. Такий аналіз рекомендується проводити як для окремих категорій працівників і структурних підрозділів, так і в масштабі всього підприємства з урахуванням динаміки показників.

Рациональне планування виробничої діяльності передбачає точне визначення фонду робочого часу, який є ключовим показником у розрахунках продуктивності праці, чисельності персоналу, витрат на оплату праці та обсягів виробництва. Від правильного обчислення цього фонду залежить ефективність

використання трудових ресурсів, обґрунтованість змін у режимах роботи, а також економічна доцільність організаційно-виробничих рішень.

Обсяг фонду робочого часу розраховується як добуток кількості працівників, середньої кількості відпрацьованих днів одним працівником у звітному періоді та середньої тривалості робочого дня. Цей взаємозв'язок описується за допомогою формули:

$$\Phi_{\text{рч}} = \text{ЧР} * t^d * t^{pd}$$

де $\Phi_{\text{рч}}$ – фонд робочого часу;

ЧР – чисельність робітників;

t^d – кількість відпрацьованих днів одним робітником;

t^{pd} – середня тривалість робочого дня. [7]

Проте, обмежуватися загальним показником фонду робочого часу не варто. Адже, існують різні типи фонду робочого часу, і їх усіх варто оцінювати разом.

Залежно від мети розрахунку, виділяють три основні види фонду робочого часу:

- Календарний фонд (загальна кількість календарних робочих днів у році)

$$\Phi_{\text{к}} = D_{\text{к}} * \text{Ч}_{\text{соп}} \text{ (люд.-дн.)},$$

$$\Phi_{\text{к}} = D_{\text{к}} * \text{Ч}_{\text{соп}} * T_{\text{д}} \text{ (люд.-дн.)},$$

де $D_{\text{к}}$ – кількість календарних днів у плановому періоді, дн.;

$\text{Ч}_{\text{соп}}$ – планова середньо облікова чисельність працівників у даному періоді, осіб;

$T_{\text{д}}$ – середня встановлена тривалість одного робочого дня у плановому періоді, год. (розраховується за формулами 1.1 та 1.2)

$$T_{\text{д}} = \frac{\sum T_{\text{д}i} * \text{Ч}_{\text{со}i}}{\sum \text{Ч}_{\text{со}i}}, \quad (1.1)$$

де $T_{\text{д}i}$ – середня планова тривалість робочого дня i – тої категорії працівників, год;

$\text{Ч}_{\text{со}i}$ – середньооблікова чисельність i – тої категорії працівників, осіб.

$$T_{Di} = \frac{t_p * D_{пов} * t_c * D_{скор}}{D_{пов} + D_{скор}}, \quad (1.2)$$

де t_p, t_c – відповідно тривалість повного і скороченого робочого дня i – тої категорії працівників, год.;

$D_{пов}, D_{скор}$ – відповідно кількість днів з повною і скороченою робочою зміною у плановому періоді i – тої категорії працівників, дн.

- Номінальний фонд - характеризує потенційну величину максимально можливого для використання фонду робочого часу (крім вихідних та святкових днів)

$$\Phi_H = \Phi_K - (D_c + D_{вих}) * Ч_{соп} \text{ (люд.-дн.)},$$

$$\Phi_H = \Phi_K - (D_c + D_{вих}) * Ч_{соп} * T_d \text{ (люд.-год.)},$$

або

$$\Phi_H = \Phi_T + D_v * Ч_{соп} \text{ (люд.-дн.)},$$

$$\Phi_H = \Phi_T + D_v * Ч_{соп} * T_d \text{ (люд.-год.)},$$

де $D_c, D_{вих}$ – кількість відповідно святкових та вихідних днів у плановому періоді, дн.;

Φ_T – табельний фонд робочого часу працівників у плановому періоді, люд.-дн. або люд.-год.:

D_v – кількість днів чергових відпусток у плановому періоді, дн.

- Табельний фонд робочого часу (Φ_T)

Визначається як різниця між календарним фондом робочого часу працівників (у людино-днях або людино-годинах) (Φ_K) та кількістю святкових (D_c), вихідних ($D_{вих}$) днів або годин, а також обсягом чергових відпусток (D_v):

$$\Phi_T = \Phi_K - (D_c + D_{вих} + D_v) * Ч_{соп} \text{ (люд.-дн.)},$$

$$\Phi_T = \Phi_K - (D_c + D_{вих} + D_v) * Ч_{соп} * T_d \text{ (люд.-год.)},$$

або

$$\Phi_T = \Phi_H - D_B * Ч_{\text{соп}} \text{ (люд.-дн.)},$$

$$\Phi_T = \Phi_H - D_B * Ч_{\text{соп}} * T_d \text{ (люд.-год.)},$$

- Ефективний (дійсний) фонд (номінальний фонд за вирахуванням часу, втраченого через неявки, наприклад, відпустки, хвороби, тощо)

$$\Phi_{\text{еф}} = \Phi_H - D_{\frac{H}{3}} * Ч_{\text{соп}} \text{ (люд.-дн.)},$$

$$\Phi_{\text{еф}} = \Phi_H - D_{\frac{H}{3}} * Ч_{\text{соп}} * T_d \text{ (люд.-год.)},$$

де $D_{\frac{H}{3}}$ – невиходи на роботу (планові і не планові) та непродуктивні затрати часу, дн.

Кількість днів, коли робітник не виходив на роботу, а також обсяг непродуктивно витраченого робочого часу обчислюються за наступною формулою:

$$D_{\frac{H}{3}} = D_H + \frac{\Phi_{\text{ф}} * Z_{\text{н.п.}}}{T_d},$$

де D_H – неявки на роботу, дн.;

$\Phi_{\text{ф}}$ – фактична (явочна) кількість робочих днів;

$Z_{\text{н.п.}}$ – непродуктивні затрати робочого часу всередині робочого дня в розрахунку на одного середньооблікового працівника, год. [8]

Основним елементом оцінки ефективності застосування трудових ресурсів є аналіз продуктивності праці. Цей процес включає вивчення рівня продуктивності, її змін у часі, а також загальну оцінку виконання поставлених виробничих завдань.

Продуктивність праці виступає ключовим індикатором інтенсифікації та загальної ефективності виробничої діяльності. Її показники та тенденції впливають на такі важливі аспекти діяльності підприємства, як обсяги виробництва, чисельність персоналу, фонд оплати праці, зниження собівартості продукції, рівень прибутковості та рентабельності.

Під продуктивністю праці розуміють економічний показник, який відображає ступінь ефективності використання трудових ресурсів у процесі

виробництва. Вона демонструє, яку кількість продукції може створити один працівник або група працівників за певний часовий період. Простими словами, це міра ефективності залучення людських ресурсів для досягнення виробничих результатів.

Залежно від прямого чи оберненого співвідношення цих величин маємо два показники рівня продуктивності праці: виробіток (B) та трудомісткість (T_m).

$$B = \frac{Q}{T}, \quad T_m = \frac{T}{Q} \quad (1.3)$$

де Q – обсяг виробленої продукції (робіт послуг);

T – затрати праці на виробництво відповідного обсягу продукції (робіт, послуг)

В залежності від способів визначення обсягу виробництва та витрат праці виділяють декілька типів продуктивності:

- натуральна продуктивність, яка оцінюється за кількістю продукції у фізичних одиницях (тоннах, штуках тощо);
- вартісна продуктивність, що визначається у грошовому еквіваленті;
- трудова продуктивність, що базується на аналізі витрат робочого часу [7].

На практиці для планування і аналізу найчастіше використовують середній показник продуктивності праці на одного працівника. Цей індекс дозволяє комплексно оцінити ефективність використання трудових ресурсів, виявити наскільки раціонально розподілені обов'язки між співробітниками, чи немає перевантаження окремих груп персоналу, а також чи відповідає фактична чисельність працівників потребам виробництва.

У разі змін у режимі роботи підприємства (наприклад, переходу від трьох 8-годинних змін до двох 12-годинних) продуктивність праці набуває особливого значення для визначення оптимальної чисельності персоналу. Вона допомагає оцінити, чи забезпечить новий графік аналогічний або кращий рівень

ефективності, враховуючи збільшення тривалості зміни, зменшення кількості передач чергувань та можливий вплив втоми на працівників.

Підвищення продуктивності праці може бути досягнуте через модернізацію технологічних процесів, автоматизацію виробництва, підвищення кваліфікації працівників, покращення умов праці та організації робочих місць, а також оптимізацію робочого часу і рівномірний розподіл навантаження.

Водночас необхідно чітко розрізняти зростання продуктивності та підвищення її інтенсивності, яке пов'язане з більш інтенсивним використанням робочої сили. Зростання продуктивності стає можливим лише за умови інвестицій у розвиток та капіталізацію трудових ресурсів, що вимагає ретельної оцінки доцільності поставлених завдань.

Зважаючи на те, що підвищення продуктивності може ґрунтуватися на реалізації організаційно-технічних заходів, які передбачають мобілізацію відповідних факторів, можливий приріст продуктивності розраховують за наступною формулою:

$$P = \frac{\sum_i E\dot{C}_i}{\dot{C}_3 - \sum_i E\dot{C}_i},$$

де P – приріст продуктивності праці;

$\sum_i E\dot{C}_i$ – відносна сумарна економія чисельності працюючих при реалізації i – тої групи організаційно технологічних заходів, чол.;

$\dot{C}_3$ – чисельність працюючих, розрахована виходячи із фактичної трудомісткості виробничої програми та базових норм виробітку, чол.

Для аналізу змін продуктивності праці, спричинених техніко-економічними факторами, доцільно використовувати показник годинного виробітку одного працівника. Якщо ж мова йде про оцінку середньомісячного або середньорічного виробітку, слід також враховувати ефективність використання робочого часу. Зокрема, середньорічний виробіток на одного працівника розраховують з урахуванням таких аспектів:

- зміни кількості відпрацьованих робочих днів кожним працівником протягом року;
- варіації рівня середньогодинного виробітку одного працівника.

Ще одним важливим показником, на який слід звернути особливу увагу, є трудомісткість виробництва. Загалом трудомісткість продукції визначається за формулою (1.3), але слід пам'ятати, що цей показник є динамічним і може як зростати, так і знижуватися.

Зниження трудомісткості (ΔT) можна розрахувати за наступною формулою:

$$\Delta T = \frac{\Delta t}{t_0} * 100\% ,$$

де Δt – зниження витрат часу в нормо-годинах на випуск виробничої програми;

t_0 – витрати виробничого часу базового періоду (базова трудомісткість) у нормо-годинах.

Тоді, зростання продуктивності праці ($\Delta ПТ$) розраховується за формулою:

$$\Delta ПТ = \frac{\Delta T}{100 - \Delta T} * 100\%$$

Відносне вивільнення працівників у зв'язку зі зменшенням трудомісткості виробничої програми визначається за допомогою формули (1.4)

$$\Delta Ч = \frac{\Delta t}{\Phi_{\text{еф}} * K_{\text{в.н.}}} , \quad (1.4)$$

де Δt – зниження витрат часу в нормо-годинах на випуск виробничої програми;

$\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний (дійсний) фонд робочого часу працівника;

$K_{\text{в.н.}}$ – коефіцієнт виконання норм виробітку. [9]

Отже, продуктивність праці є не лише мірою ефективності використання трудових ресурсів, а й основою для створення економіко-математичних моделей,

які дозволяють оцінити вплив різних методів організації праці на загальні результати роботи підприємства.

Показники ефективності використання трудових ресурсів відіграють важливу роль у визначенні раціональності і результативності діяльності персоналу. До ключових індикаторів належать фонд робочого часу, продуктивність праці, середній рівень заробітної плати, трудомісткість продукції, коефіцієнт змінності тощо. Проведення всебічного аналізу цих показників дає можливість встановити оптимальну чисельність працівників, оцінити ступінь їх завантаженості, ефективність використання робочого часу та визначити вплив організаційно-технічних заходів на результати роботи підприємства. Раціональне управління трудовими ресурсами сприяє підвищенню продуктивності, зниженню витрат і посиленню конкурентоспроможності підприємства.

1.3 Методи економіко-математичного моделювання персоналу підприємства

Аналіз, прогнозування та оптимізація кадрових процесів на сучасних підприємствах значною мірою спираються на економіко-математичні методи. В контексті мінливого ринку праці, швидкого впровадження інновацій та підвищення вимог до продуктивності, ці підходи надають наукову основу для вирішення питань, пов'язаних із плануванням, розподілом та раціональним використанням персоналу. Слід наголосити, що застосування економіко-математичних методів гарантує об'єктивність і високу точність досліджень, оскільки вони використовують кількісні підходи для оцінки та моделювання складних взаємозв'язків, які виникають в системах управління трудовими ресурсами.

Однією з ключових причин зростання ролі економіко-математичних методів є комплексність сучасного виробництва та необхідність врахування

значної кількості факторів, що впливають на організацію трудової діяльності. Вивчення трудових ресурсів охоплює аналіз їхньої структури, ефективності використання, динаміки руху персоналу, продуктивності праці та інших показників. Для розв'язання цих проблем потрібен системний підхід, і саме математичні методи забезпечують найвищу ефективність у цій сфері [10, с. 52].

Для підприємств зі змінним графіком роботи, наприклад, актуальним є використання дво- або трикритеріальних моделей. Ці моделі дозволяють збалансувати витрати на денні та нічні зміни, враховуючи відмінності в оплаті праці, рівні навантаження та фізіологічні особливості працівників.

Одним із ключових аспектів застосування економіко-математичних методів у дослідженні трудових ресурсів є оптимізація чисельності персоналу. Для компаній життєво важливо мати достатню кількість співробітників для виконання виробничих завдань, проте необхідно уникати надмірної кількості, яка може призвести до зайвих витрат. Зокрема, моделі лінійного програмування допомагають визначити оптимальний розподіл працівників між підрозділами, беручи до уваги обсяги робіт, наявні ресурси, кваліфікацію персоналу та часові обмеження.

Наступним важливим аспектом є моделювання продуктивності праці. Продуктивність залежить від безлічі факторів, таких як кваліфікація кадрів, рівень мотивації, забезпеченість технічними засобами, організація робочого процесу тощо. Застосування економіко-математичних методів дозволяє оцінити вплив кожного з цих факторів як окремо, так і в сукупності, що сприяє розробці ефективних заходів для зростання продуктивності. Наприклад, регресійний аналіз допомагає виявити статистичні зв'язки між рівнем продуктивності праці та впливом певних змінних, таких як заробітна плата, робочий час або умови праці.

Економіко-математичне прогнозування також має значне значення. Використання часових рядів і моделей трендів дає змогу підприємствам передбачати майбутні зміни у потребі в трудових ресурсах. Це, своєю чергою,

сприяє ефективнішому плануванню найму нових співробітників, навчання персоналу або оптимізації виробничих процесів. Зокрема, моделі сезонного прогнозування є надзвичайно корисними для компаній з нерівномірним виробничим навантаженням протягом року.

Сучасні економіко-математичні методи включають також моделювання робочого часу, що дозволяє знизити його втрати та підвищити ефективність використання. Для цього застосовуються методи аналізу робочого часу, зокрема хронометраж і складання фотографій робочого дня, а також математичне моделювання оптимального графіка роботи. Такі підходи допомагають підприємствам мінімізувати простой, запобігати перевантаженню працівників і забезпечувати раціональний розподіл робочого навантаження.

Важливим інструментом для аналізу ефективності використання трудових ресурсів є системи факторного аналізу, що дозволяють вивчати вплив окремих чинників на загальний результат. Наприклад, методи структурного аналізу використовуються для визначення, наскільки певні зміни, такі як підвищення кваліфікації працівників або зміни в організації праці, вплинули на загальний рівень продуктивності. Це дає керівникам змогу ухвалювати виважені рішення щодо впровадження змін у виробничі процеси.

Серед сучасних підходів імітаційні моделі набувають дедалі більшої популярності, оскільки вони дозволяють відтворювати реальні ситуації та аналізувати їхні наслідки. За допомогою таких моделей можна, наприклад, оцінити вплив впровадження нових технологій, змін у робочому графіку або запровадження додаткових мотиваційних програм на продуктивність праці. Вони допомагають передбачати потенційні ризики, аналізувати результати ухвалених рішень та визначати оптимальні стратегії управління персоналом [11, с. 29].

Економіко-математичні методи також активно застосовуються для аналізу руху трудових ресурсів. Розрахунок коефіцієнтів обороту кадрів, плинності персоналу та стабільності працівників дає змогу оцінити стан кадрової політики підприємства та виявити проблемні зони. Використовуючи методи динамічного

аналізу, компанії можуть знаходити тенденції у зміні чисельності персоналу та розробляти заходи для стабілізації колективу.

Одним з найновіших напрямків є застосування штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання для дослідження трудових ресурсів. Ці методи дозволяють обробляти великі обсяги даних, виявляти приховані закономірності та прогнозувати результати з високою точністю. Наприклад, нейронні мережі можуть використовуватися для побудови моделей прогнозування продуктивності працівників на основі таких параметрів, як їхній досвід, рівень мотивації, умови праці та інші фактори.

Для аналізу змін у кадровому складі підприємства доцільно застосовувати різноманітні економіко-математичні моделі, які дозволяють виявляти закономірності, прогнозувати зміни та оптимізувати управлінські рішення. Статистичні моделі, зокрема аналіз трендів і коефіцієнтний метод, дають змогу оцінити динаміку чисельності працівників та рівень їхньої плинності. Прогностичні підходи, такі як екстраполяційні методи (ковзне середнє, експоненційне згладжування, ARIMA) та Марківські ланцюги, забезпечують моделювання ймовірності змін у структурі персоналу.

Оптимізаційні моделі, включаючи лінійне та динамічне програмування, спрямовані на визначення раціонального розподілу кадрових ресурсів відповідно до виробничих потреб та фінансових обмежень. Імітаційне моделювання, зокрема методи системної динаміки, дозволяє моделювати реальні процеси змін у персоналі під впливом як внутрішніх, так і зовнішніх чинників.

Економетричні моделі, такі як багатофакторний регресійний аналіз та панельні моделі, дозволяють визначити залежності між кадровими показниками та ключовими соціально-економічними змінними. Використання зазначених моделей сприяє підвищенню ефективності управління трудовими ресурсами та розробці стратегій їх оптимального використання.

Зважаючи на вищезазначене, економіко-математичні методи дослідження трудових ресурсів є незамінним інструментом для сучасних підприємств, які

прагнуть досягти високого рівня ефективності та продуктивності праці. Їхнє застосування дозволяє ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення, підвищувати ефективність використання трудових ресурсів і забезпечувати сталий розвиток компанії в умовах динамічних змін економічного середовища.

Висновки до першого розділу

У результаті дослідження теоретичних засад формування та використання трудових ресурсів підприємства було сформовано системне уявлення про сутність, значення та підходи до організації ефективного використання персоналу в умовах ринкової економіки. Висновки за кожним підрозділом розділу дозволяють виділити кілька важливих аспектів.

У підрозділі 1.1 розкрито сутність трудових ресурсів як сукупності осіб, що мають фізичну та інтелектуальну здатність до праці, яка реалізується в процесі виробничої діяльності. Трудові ресурси класифіковано за рядом ознак: за рівнем кваліфікації, функціональною роллю, віком тощо. Також розглянуто їх структуру, яка формується залежно від галузі, організаційно-виробничих умов і стратегії підприємства. Знання цієї структури є важливим для цілеспрямованого формування персоналу, ефективного планування та прогнозування потреб у трудових ресурсах. Наголошено на тому, що саме персонал формує основу конкурентоспроможності підприємства, а його якісні характеристики безпосередньо впливають на результати діяльності.

У підрозділі 1.2 розглянуто ключові показники, які дозволяють кількісно оцінити рівень ефективності використання трудових ресурсів. Серед них виділено продуктивність праці, фондівіддачу, коефіцієнт використання робочого часу, рівень плинності кадрів, трудову дисципліну тощо. Ці показники є інструментами для оцінки як загального рівня ефективності кадрової роботи, так і виявлення проблемних зон у кадровій структурі. Їх застосування дає змогу приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо мотивації, перепідготовки чи

оптимізації чисельності працівників. Показано, що аналіз динаміки цих показників дає змогу виявити слабкі місця в організації праці, запровадити заходи з мотивації працівників та покращити систему управління персоналом загалом.

Підрозділ 1.3 присвячено методам економіко-математичного моделювання, які виступають інструментом обґрунтування оптимальних управлінських рішень у сфері трудових ресурсів. Зокрема, розглянуто оптимізаційні, імітаційні, статистичні моделі, які дозволяють враховувати численні фактори впливу, прогнозувати наслідки змін у кадровій політиці, а також знаходити оптимальні рішення щодо структури, чисельності та графіка роботи персоналу. Моделі дозволяють враховувати численні фактори впливу, проводити сценарний аналіз, розраховувати оптимальну чисельність персоналу залежно від виробничих потужностей і обсягів випуску продукції, визначати ефективну структуру зайнятості. Зазначено, що використання моделей лінійного програмування, функцій корисності, виробничих функцій та імітаційного моделювання суттєво підвищує рівень обґрунтованості рішень у сфері управління трудовими ресурсами. В умовах динамічного ринкового середовища такі підходи забезпечують вищу точність, адаптивність і результативність управлінських рішень.

Таким чином, у результаті проведеного теоретичного аналізу було визначено, що ефективне управління трудовими ресурсами є ключовим фактором забезпечення стабільного розвитку підприємства, його конкурентоспроможності та прибутковості. Важливо не лише правильно формувати кадрову політику, але й ґрунтувати її на об'єктивних оцінках ефективності та сучасних аналітичних інструментах. Економіко-математичне моделювання є потужним засобом підвищення якості управлінських рішень у сфері персоналу, особливо в умовах необхідності структурної перебудови чи оптимізації виробничих процесів.

Отримані теоретичні результати створюють міцну методологічну базу для проведення подальшого аналізу фактичного стану управління персоналом на конкретному підприємстві та розробки оптимізаційної моделі у наступних розділах дипломної роботи.

2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

2.1 Загальна характеристика підприємства

Товариство з обмеженою відповідальністю «Терлич» — це українське підприємство, що спеціалізується на виготовленні макаронних виробів. Свою діяльність воно здійснює в галузі харчової промисловості, зосереджуючи основну увагу на виготовленні якісної та безпечної продукції для споживачів.

Товариство з обмеженою відповідальністю (ТзОВ) є однією з найпоширеніших форм ведення бізнесу в Україні завдяки гнучкості у прийнятті рішень, спрощеній звітності та захищеності учасників. У випадку ТзОВ «Терлич» така форма дозволяє ефективно керувати підприємством, залучати інвестиції та швидко адаптуватися до змін зовнішнього середовища [13].

ТзОВ «Терлич» було засновано 2010 року, з метою задоволення потреб внутрішнього ринку в продуктах тривалого зберігання, зокрема макаронах різних видів [12]. Виробничі потужності підприємства дозволяють виготовляти широкий асортимент макаронної продукції: від класичних сортів до спеціалізованих виробів із додаванням натуральних компонентів.

Організаційна структура підприємства має лінійно-функціональний характер, що забезпечує чіткий розподіл функцій між підрозділами. На чолі підприємства знаходиться директор, який здійснює загальне керівництво та відповідає за стратегічний розвиток. Підпорядковані йому основні функціональні підрозділи:

- Адміністрація виробництва, що включає відділ збуту та логістики, бухгалтерія та відділ кадрів, відділ безпеки.
- Допоміжний відділ – персонал який забезпечує безперебійну роботу на виробництві.
- Макаронний цех, безпосередньо місце де відбувається виготовлення макаронних виробів, і люди що супроводжують це виробництво.

- Відділ якості – власна лабораторія, яка перевіряє продукцію на відповідність усім вимогам та стандартам якості.

Допоміжний відділ є "опорою" виробництва, відповідаючи за безперебійне функціонування операційних процесів. Його основні функції включають: закупівлю та складський облік сировини (борошна, води, інших інгредієнтів) і пакувальних матеріалів; технічне обслуговування та ремонт всього виробничого обладнання (пресів, сушарок, пакувальних машин), включаючи планові та аварійні ремонти; енергетичне та комунальне забезпечення (електроенергія, вода, газ, опалення); логістику та транспортування (внутрішньозаводське переміщення, відвантаження готової продукції); а також забезпечення санітарних норм та охорони праці для відповідності стандартам харчової промисловості.

У серці підприємства знаходиться макаронний цех – безпосередньо місце, де відбувається перетворення сировини на готові макаронні вироби. Тут досвідчені оператори, технологи та наладчики супроводжують увесь виробничий цикл: від замісу тіста, формування та пресування макаронів, їх сушіння у спеціальних камерах, до стабілізації та подальшого пакування. Ці фахівці забезпечують точне дотримання рецептури та технологічних режимів, щоб гарантувати стабільну якість та смак продукції.

Зі свого боку, адміністрація підприємства є його "мозком" і стратегічним центром. Її діяльність охоплює: стратегічне планування та розвиток компанії, включаючи вихід на нові ринки та модернізацію виробництва; управління виробництвом, контроль якості продукції та оптимізацію технологічних процесів; фінансове управління, бюджетування, бухгалтерський облік та фінансовий аналіз; управління персоналом (найм, навчання, мотивація); маркетинг та збут (дослідження ринку, розробка продукту, просування бренду "Терлич", побудова дистриб'юторської мережі); а також юридичне забезпечення та відповідність усім нормативним вимогам [14].

Важливим елементом, що гарантує високу якість продукції ТЗОВ "Терлич", є відділ якості. Цей відділ має власну лабораторію, де кваліфіковані фахівці

ретельно перевіряють сировину, напівфабрикати та готову продукцію на відповідність усім внутрішнім вимогам, державним стандартам якості (ДСТУ) та міжнародним нормам, таким як ISO 22000 та принципам HACCP. Контролюються фізико-хімічні показники, мікробіологічна чистота, органолептичні властивості та безпечність макаронних виробів. Кожен з цих підрозділів, працюючи злагоджено, гарантує ТзОВ "Терлич" стабільне виробництво високоякісних макаронів, їх успішну реалізацію та динамічний розвиток на ринку [15].

Основними напрямками діяльності підприємства є:

- закупівля якісної сировини з Італії (борошно з твердих сортів пшениці);
- виробництво макаронних виробів відповідно до стандартів ДСТУ та сучасних технологій;
- контроль якості продукції на всіх етапах виробництва;
- фасування та реалізація готової продукції через торговельні мережі та оптових покупців.

Підприємство має сучасне технологічне обладнання та автоматизовані лінії виробництва. Технологічний процес включає: зважування та змішування сировини; приготування тіста за визначеною рецептурою; пресування через форми, що надають продукту задану форму; попереднє сушіння — в умовах м'якого температурного режиму; основне сушіння — з контролем вологості та температури; охолодження, сортування та пакування продукції.

Колектив ТзОВ «Терлич» складається з висококваліфікованих спеціалістів, які забезпечують стабільну роботу підприємства та впровадження новітніх технологій у виробництво. Станом на початок 2025 року на підприємстві працює понад 50 осіб, серед яких — технологи, оператори обладнання, лаборанти, логісти, економісти та інші. Особлива увага приділяється підвищенню кваліфікації працівників. Підприємство регулярно організовує навчальні семінари та участь у галузевих форумах.

На підприємстві функціонує система мотивації, що включає:

- премії за якісне виконання планів,
- додаткову оплату за роботу в нічні зміни,
- соціальний пакет (медогляди, спецодяг, часткова компенсація харчування).

Формується позитивна корпоративна культура, що базується на взаємоповазі, професіоналізмі та відповідальності. Керівництво відкрите до ініціатив працівників, підтримує командний дух, створює сприятливий мікроклімат.

Завдяки стабільній якості продукції, ефективному менеджменту та гнучкій політиці цін, підприємство займає конкурентоспроможну позицію на ринку макаронних виробів та постійно розширює свою присутність на регіональному рівні.

Основним пріоритетом діяльності ТзОВ «Терлич» є стабільна якість продукції, яка відповідає сучасним стандартам безпеки та смаку. Адже, довіра споживача починається з якості, а не з кількості.

Основними споживачами продукції ТзОВ «Терлич» є торговельні мережі, дистриб'ютори та оптові покупці в центральному, західному та південному регіонах України. В останні роки підприємство активно працює над розширенням ринків збуту, зокрема — шляхом участі у тендерах на постачання до закладів освіти, охорони здоров'я та армії.

Сучасні виклики ринку змушують підприємства шукати ефективні рішення для підвищення продуктивності, оптимізації витрат і покращення управління. ТзОВ «Терлич» успішно відповідає на ці виклики через впровадження автоматизації та інформатизації виробничих і бізнес-процесів. Ці зміни не лише підвищують конкурентоспроможність компанії, а й забезпечують сталий розвиток у довгостроковій перспективі.

Впровадження сучасного обладнання з автоматичним управлінням дозволяє ТзОВ «Терлич» суттєво скоротити час виконання виробничих циклів та знизити кількість технологічних помилок. Автоматизовані лінії забезпечують

стабільну якість продукції, що позитивно впливає на репутацію компанії на ринку. Крім того, автоматизація сприяє оптимальному використанню трудових і матеріальних ресурсів, знижуючи виробничі витрати.

Впровадження ERP-систем стало ключовим етапом цифрової трансформації підприємства. Ці комплексні інформаційні платформи забезпечують централізоване управління всіма аспектами діяльності — від планування виробництва та контролю запасів до фінансової звітності і кадрового обліку. Завдяки цьому керівництво отримує оперативну і достовірну інформацію для прийняття ефективних управлінських рішень.

ТЗОВ «Терлич» активно використовує сучасні цифрові технології для автоматизації обліку, звітності та аналізу діяльності. Це дозволяє значно знизити ручну працю, зменшити ймовірність помилок та покращити точність прогнозів. Електронні системи планування допомагають швидко адаптуватися до змін ринкової кон'юнктури, що є важливою перевагою в умовах конкуренції.

Водночас з технічними упровадженнями підприємство активно інвестує у навчання співробітників. Ознайомлення з новими програмними продуктами і технологіями забезпечує їх ефективне використання, що позитивно відображається на загальній продуктивності праці та якості виробництва. Увесь трудовий колектив підприємства постійно проходить навчання, та удосконалює свої вміння щодо роботи на виробництві.

Особливу увагу ТЗОВ «Терлич» приділяє захисту інформації. На підприємстві є окремий відділ, що відповідає за безпеку. Впровадження сучасних систем безпеки гарантує збереження комерційних і виробничих даних від несанкціонованого доступу, що забезпечує стабільність і надійність роботи підприємства.

Впровадження сучасних систем безпеки забезпечує захист конфіденційних даних, захист від кібератак і стабільну роботу внутрішніх систем. Це охоплює використання антивірусного програмного забезпечення, систем контролю доступу та регулярне резервне копіювання інформації. Таким чином,

підприємство гарантує надійність функціонування як виробничого, так і адміністративного секторів [16].

У відповідь на зростаючі екологічні вимоги ТзОВ «Терлич» впроваджує заходи з енергоефективності та раціонального використання ресурсів. Це включає модернізацію енергетичних систем, встановлення систем рекуперації тепла, оптимізацію водоспоживання, а також впровадження систем очищення повітря та стічних вод. Підприємство поступово переходить до використання екологічно безпечної упаковки, що відповідає європейським вимогам щодо захисту довкілля.

Соціальна відповідальність є важливою складовою корпоративної культури ТзОВ «Терлич». Підприємство активно підтримує місцеві громади, бере участь у благодійних заходах, надає допомогу освітнім закладам та медичним установам. Крім того, компанія створює нові робочі місця та забезпечує працівникам гідні умови праці, що сприяє соціальній стабільності в регіоні.

Завдяки цілісному підходу до ведення бізнесу — поєднанню виробничої майстерності, технологічних інновацій, ефективного управління та соціальної відповідальності — ТзОВ «Терлич» демонструє стабільний розвиток та поступово виходить на новий рівень конкурентоспроможності. У майбутньому підприємство планує збільшити обсяги виробництва, розширити логістичну мережу та освоїти нові ринки збуту, у тому числі — за межами України.

Таким чином, ТзОВ «Терлич» є прикладом сучасного українського підприємства, що динамічно розвивається, відповідає вимогам часу та здатне конкурувати на ринку завдяки якості, гнучкості й стратегічному підходу до управління.

2.2 Аналіз фінансово-економічної діяльності підприємства

У табл. 2.1 можна побачити основні фінансово-економічні показники діяльності ТзОВ «Терлич».

Таблиця 2.1 – Фінансово-економічні показники діяльності ТзОВ «Терлич» за 2023-2024 роки

місяць	Кількість працівників (люд.) x_i	Адмініс-трація	Допомі-жний персонал	Мака-ронний цех	Фонд оплати праці (тис. грн) F_i	після відрахування ПДВ та військового збору	Обсяг реалізова-ної продукції (тис. грн) R_i
Січ.23	68	17	9	42	1624,22	1307,5	14868,8
Лют.23	66	17	9	42	1692,795	1362,7	11489,3
Бер.23	65	17	8	40	1427,08	1148,8	14102
Кві.23	64	17	8	40	1249,068	1005,5	13165,3
Тра.23	64	17	8	39	1505,217	1211,7	9686,8
Чер.23	64	17	8	39	1403,229	1129,6	10509,7
Лип.23	61	17	8	39	1851,304	1490,3	15576,5
Сер.23	59	17	8	36	1798,012	1447,4	18773,5
Вер.23	58	17	7	35	1767,826	1423,1	15895,1
Жов.23	57	17	7	34	1502,608	1209,6	18000,9
Лис.23	56	17	7	33	2600,869	2093,7	18350,3
Гру.23	56	17	7	32	1031,428	830,3	12251,9
Січ.24	55	17	8	30	1600,994	1288,8	17393,4
Лют.24	54	17	8	29	1787,081	1438,6	17303,7
Бер.24	54	17	8	29	1689,317	1359,9	16044
Кві.24	55	17	8	30	1646,584	1325,5	18649,5
Тра.24	53	17	8	28	1992,547	1604	15820,2
Чер.24	52	17	8	27	2180,87	1755,6	17162,6
Лип.24	52	17	8	27	1196,77	963,4	20447,3
Сер.24	53	17	9	27	1179,751	649,7	14988,9
Вер.24	54	18	9	28	1477,888	1189,7	15673,2
Жов.24	59	18	9	32	2410,31	1940,3	20228,1
Лис.24	60	18	10	32	2231,69	1718,4	16377,6
Гру.24	60	18	10	32	2285,714	1760	14185,3

Джерело: складено автором на основі даних підприємства

На рис. 2.1 можемо побачити, що відбувається загальна тенденція зростання обсягів реалізації у 2024 році порівняно з 2023. Пікові значення

спостерігаються в липні 2024 (20 447,3 тис. грн), що свідчить про підвищення попиту або продуктивності.

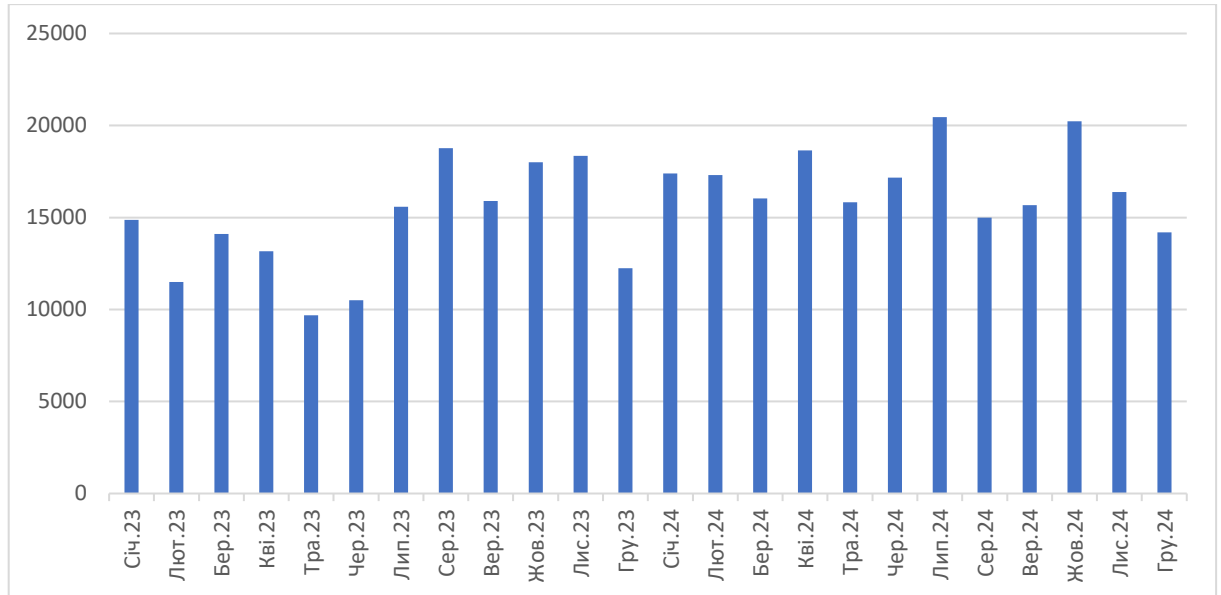


Рисунок 2.1 – Щомісячний обсяг реалізованої продукції (тис. грн.)

Джерело: побудовано автором на основі таблиці 2.1

На основі даних за 2023–2024 роки можна зробити висновок, що діяльність підприємства ТзОВ «Терлич» демонструє стабільне зростання ключових фінансово-виробничих показників, зокрема обсягів реалізованої продукції та чистого прибутку. Попри поступове зменшення загальної кількості працівників, зокрема у макаронному цеху, рівень продуктивності праці залишається на високому рівні, що може свідчити про впровадження ефективніших виробничих процесів, автоматизацію або оптимізацію персоналу.

Фонд оплати праці має тенденцію до збільшення, що може бути пов'язано з підвищенням заробітних плат або преміюванням персоналу. Чистий прибуток підприємства після відрахувань демонструє стабільне зростання, особливо впродовж 2024 року, що є позитивним сигналом для подальшого розвитку компанії.

Варто зазначити, що найвищі показники обсягу реалізації припадають на літні місяці, що може свідчити про сезонний попит. Загалом аналіз свідчить про ефективну виробничу та фінансову політику підприємства, що сприяє його стабільному функціонуванню в умовах змін зовнішнього середовища.

Для глибокого розуміння ефективності використання трудових ресурсів та оптимізації виробничих процесів, критично важливим є аналіз взаємозв'язку між кількістю задіяного персоналу та кінцевим обсягом реалізованої продукції. Наступний графік (рисунок 2.2) наочно демонструє залежність обсягу реалізованої продукції (у тис. грн) від загальної кількості працівників підприємства ТзОВ «Терлич» за аналізований період. Особливу увагу приділено впливу чисельності працівників безпосередньо макаронного цеху, що візуалізовано кольоровим маркуванням кожної точки даних, дозволяючи оцінити, як зміни в основному виробничому підрозділі відображаються на загальних показниках реалізації та ефективності використання людського капіталу.

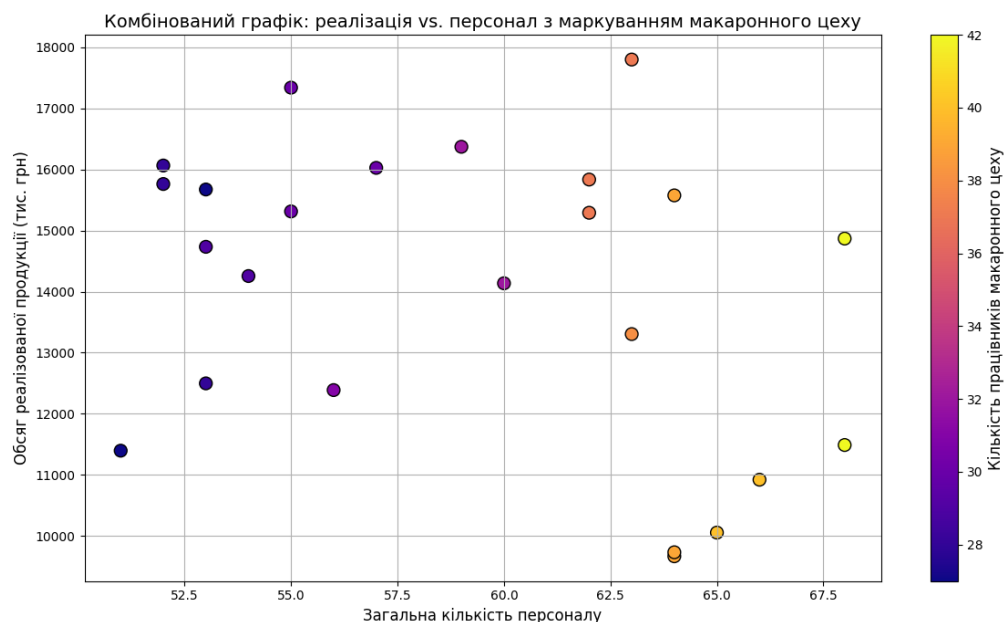


Рисунок 2.2 – Залежність між кількістю працівників та обсягом реалізованої продукції

Побудовано автором на основі таблиці 2.1

Поданий комбінований графік ілюструє залежність обсягу реалізованої продукції від загальної кількості працівників, доповнений маркуванням чисельності персоналу макаронного цеху за допомогою кольорів. Інформація на графіку демонструє складну кореляцію між цими показниками. Зокрема, збільшення загальної кількості працівників на підприємстві не завжди співвідноситься зі зростанням обсягів реалізації продукції. Навпаки, у певних випадках спостерігається зворотний зв'язок або ситуації, де ефективність починає знижуватися. Найвищі обсяги реалізованої продукції досягаються при відносно невеликій загальній кількості персоналу (приблизно 54-57 осіб). У цих точках переважають темніші сині або фіолетові відтінки, що свідчить про меншу чисельність працівників у макаронному цеху. Водночас зі збільшенням загальної кількості працівників до 65-68 осіб і відповідним зростанням персоналу макаронного цеху (що позначено помаранчевими та жовтими відтінками) спостерігається помітне зниження обсягів реалізації продукції. У таких випадках показники сягають мінімальних значень. Це вказує на можливу наявність "вузьких місць" у виробничих процесах або неефективне використання ресурсів при значному збільшенні штату, особливо у стратегічно важливому макаронному цеху. Таким чином, чисельне розширення команди, зокрема у цьому підрозділі, не гарантує автоматичного зростання обсягів реалізації. Ефективність більшою мірою залежить від оптимізації робочих процесів, професійного рівня персоналу та раціонального управління, а не лише від кількості працівників.

Чистий прибуток (табл. 2.2) вважається одним із ключових показників фінансової ефективності будь-якого підприємства, включаючи ТЗОВ "Терлич". Він демонструє підсумковий фінансовий результат роботи компанії після вирахування всіх витрат і сплачених податків. Це, по суті, та частина доходу, яка залишається у розпорядженні власників або використовується для подальшого інвестування в розвиток бізнесу [17].

Таблиця 2.2 – Чистий прибуток підприємства за 2023-2024 рр.

Чистий прибуток підприємства (тис. грн) - після вирахування податків	P_2023	P_2024
	3221	6905

Джерело: складено автором на основі даних підприємства

Наведена таблиця є стислим, але надзвичайно інформативним фінансовим звітом, що демонструє ключовий показник діяльності ТзОВ "Терлич" — чистий прибуток підприємства після сплати податків за 2023 та 2024 роки, виражений у тисячах гривень. Згідно з даними, у 2023 році чистий прибуток становив 3221 тис. грн, тоді як у 2024 році він значно зріс і досяг 6905 тис. грн. Така динаміка вказує на стрімке зростання чистого прибутку на понад 114% за рік (приріст на 3684 тис. грн), що є яскравим показником високої ефективності та успішної роботи макаронної фабрики. Подібний приріст може бути зумовлений збільшенням обсягів виробництва і продажу макаронної продукції, підвищенням операційної ефективності, оптимізацією витрат або ж результатом грамотної маркетингової та цінової політики. Це, у свою чергу, створює широкі можливості для подальших інвестицій у розвиток, модернізацію обладнання та зміцнення ринкових позицій ТзОВ "Терлич".

Для глибшого розуміння операційної ефективності та фінансового стану ТзОВ "Терлич" важливо провести детальний аналіз щомісячної динаміки ключових показників. У табл. 2.3 представлено відповідну інформацію, яка містить помісячні дані щодо продуктивності праці та розподілу чистого прибутку пропорційно до обсягу реалізації за 2023 та 2024 роки. Такий детальний огляд дозволяє не лише простежити загальні тенденції зростання, а й виявити сезонні коливання, пікові періоди та можливі "вузькі місця". Це має вирішальне значення для ефективного планування, оптимізації виробничих процесів та стратегічного управління фінансовими потоками підприємства.

Таблиця 2.3 – Щомісячна динаміка продуктивності праці та розподілу чистого прибутку

Місяці	Продуктивність праці	Розподіл чистого прибутку по місяцях (пропорційно до реалізації) P _i
Січ.23	218,6588235	127,054463
Лют.23	174,080303	98,17650664
Бер.23	216,9538462	120,5021278
Кві.23	205,7078125	112,4979905
Тра.23	151,35625	82,7740754
Чер.23	164,2140625	89,80578728
Лип.23	255,352459	133,1017865
Сер.23	318,1949153	160,4202734
Вер.23	274,0534483	135,8242356
Жов.23	315,8052632	153,818377
Лис.23	327,6839286	156,8040133
Гру.23	218,7839286	104,6929527
Січ.24	316,2436364	318,6188369
Лют.24	320,4388889	316,9756786
Бер.24	297,1111111	293,9000207
Кві.24	339,0818182	341,6285487
Тра.24	298,4943396	289,8003682
Чер.24	330,05	314,3909558
Лип.24	393,2173077	374,5613246
Сер.24	282,809434	274,5723024
Вер.24	290,2444444	287,1075669
Жов.24	342,8491525	370,5459367
Лис.24	272,96	300,0110308
Гру.24	236,4216667	259,8516556

Джерело: розраховано автором на основі таблиці 2.1 та таблиці 2.2

Продуктивність праці обрахована як обсяг реалізованої продукції на одного працівника. Аналіз показує, що у 2024 році продуктивність мала стабільну тенденцію до зростання, з піком у липні — 393,2 тис. грн/особа, що свідчить про рекордну ефективність використання трудових ресурсів. Для порівняння, у 2023 році показники були більш колиливими: від найнижчого

значення в травні (151,36 тис. грн) до максимального в серпні (318,19 тис. грн), що вказує на нестабільність навантаження та вплив сезонності.

Підвищення продуктивності у 2024 році можна пояснити оптимізацією штату, впровадженням нових технологій, а також зростанням кваліфікації персоналу та ефективнішим управлінням[18].

Щодо розподілу чистого прибутку, загальний прибуток підприємства у 2024 році склав 6905 тис. грн, причому найбільші місячні частки отримані у липні (374,6 тис. грн), червні та квітні (понад 314 тис. грн), що корелює з високою продуктивністю у ці місяці. У 2023 році місячні прибутки були значно нижчими — в середньому 130–150 тис. грн, майже вдвічі менше, ніж у 2024 році.

Загалом, порівняння двох років демонструє суттєве покращення фінансово-виробничих показників підприємства: продуктивність праці зросла майже в 1,5–1,8 разів, а чистий прибуток — більш ніж удвічі, що свідчить про підвищення ефективності роботи та рентабельності виробництва. Літні місяці залишаються найбільш результативними, вказуючи на певну сезонність попиту та обсягів реалізації.

Стосовно структури витрат підприємства, основну їхню частину традиційно становлять ключові операційні статті: сировина, оплата за енергопостачання, а також заробітна плата. Детальний розподіл цих та інших витрат, які формують собівартість продукції та забезпечують функціонування ТзОВ "Терлич", чітко ілюструє рис. 2.3.

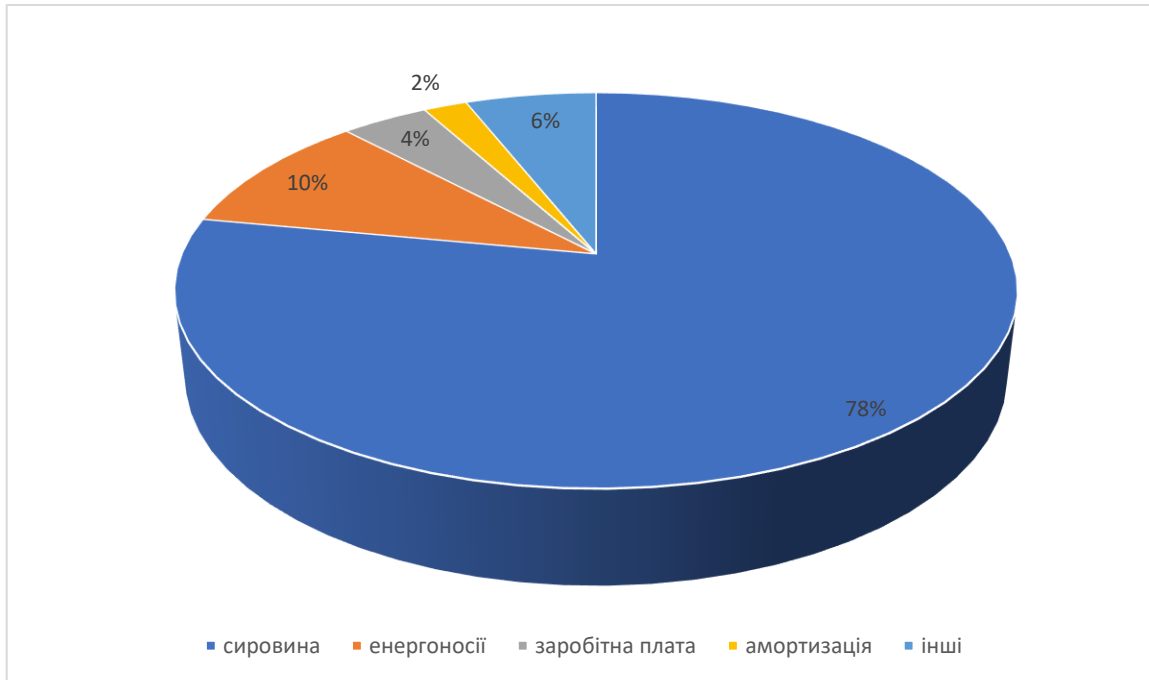


Рисунок 2.3 – Структура витрат підприємства

Джерело: складено автором на основі даних підприємства

Згідно з наведеною діаграмою, сировина є абсолютно домінуючою статтею витрат, займаючи 78% від загального обсягу, що цілком очікувано для виробництва макаронних виробів, де борошно становить левову частку собівартості. Наступні значущі статті включають, заробітну плату (4%), що відображає витрати на персонал, задіяний у виробничому процесі та адмініструванні, та оплату за енергопостачання (10%), яка є критично важливою для роботи виробничих ліній, сушарок та освітлення. Залишкові 6% та 2% припадають на інші операційні та адміністративні витрати, які менш значущі, але також необхідні для підтримання життєдіяльності підприємства. Такий розподіл підкреслює високу залежність прибутковості підприємства від цін на сировину та ефективності її використання у виробничому процесі.

2.3 Аналіз кадрового потенціалу та ефективності використання трудових ресурсів підприємства

Раціональне використання трудових ресурсів відіграє важливу роль у забезпеченні стабільного розвитку підприємства, підвищенні його конкурентоспроможності, продуктивності праці та рівня прибутковості. У даному підрозділі буде здійснено комплексний аналіз кадрового потенціалу підприємства, визначено ефективність використання персоналу, виявлено проблемні аспекти та запропоновано шляхи їх усунення.

Людський капітал є однією з найважливіших рушійних сил будь-якого підприємства, і ТзОВ "Терлич" не є винятком. Для ефективного функціонування макаронного підприємства та досягнення його стратегічних цілей критично важливим є розуміння структури персоналу та розподілу трудових ресурсів за основними функціональними підрозділами. Аналіз кількості працівників у кожному відділі – від адміністрації та макаронного цеху до допоміжних служб та відділу якості – дозволяє оцінити раціональність використання персоналу, виявити потенційний дисбаланс, оптимізувати процеси та забезпечити оптимальне завантаження для досягнення максимальної продуктивності. На рис. 2.4 наведено детальний розподіл штатної чисельності працівників ТзОВ "Терлич" за основними структурними підрозділами по місяцях.

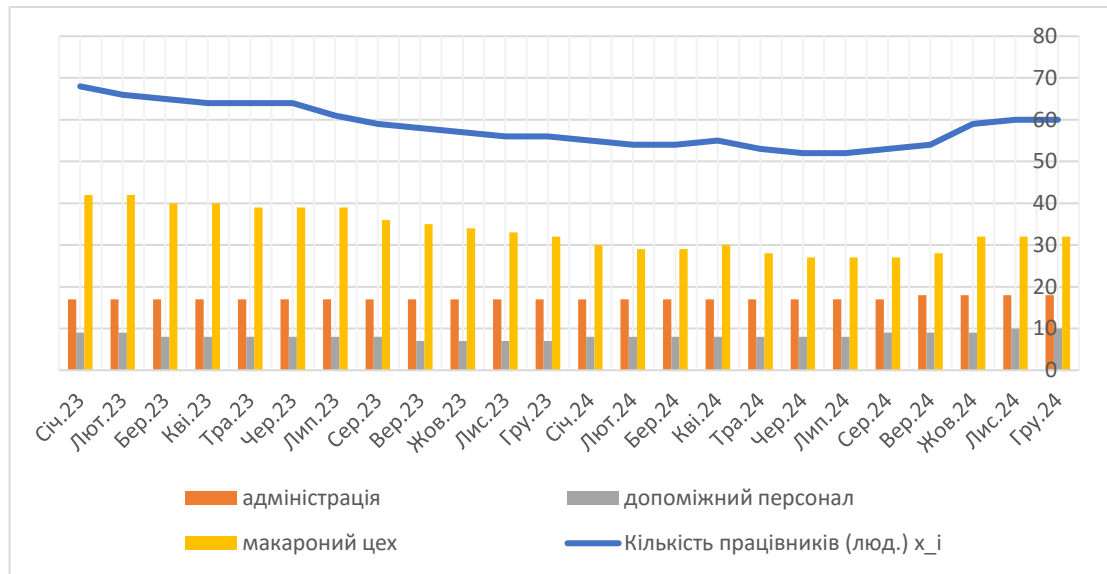


Рисунок 2.4 – Помісячне порівняння кількості працівників за відділами
Джерело: виконано автором на основі таблиці 2.1

Дана комбінована діаграма надає детальний огляд щомісячної динаміки чисельності персоналу ТзОВ "Терлич" за 2023 та 2024 роки, розрізняючи адміністративний персонал, допоміжний персонал та працівників макаронного цеху, а також показуючи загальну кількість працівників. Головною тенденцією, яка простежується з графіка, є помітне скорочення загальної чисельності персоналу протягом 2023 року: від близько 68-70 осіб на початку року до приблизно 52-54 осіб на його кінець та на початок 2024 року. Це зниження переважно зумовлене оптимізацією штату макаронного цеху (жовті стовпчики), де чисельність зменшилася з ~40-42 до ~30-35 працівників. Водночас, кількість адміністративного (червоні стовпчики) та допоміжного (сірі стовпчики) персоналу залишалася відносно стабільною протягом обох років, демонструючи підтримку основних функцій. Зростання обсягу реалізованої продукції у 2024 році при меншій кількості загального персоналу, особливо в основному цеху, є яскравим свідченням успішної політики підвищення продуктивності праці та ефективності використання ресурсів. До кінця 2024 року спостерігається невелике зростання загальної чисельності персоналу, що може свідчити про

адаптацію до збільшених виробничих потреб або розширення діяльності підприємства.

У контексті формування ефективного та конкурентоспроможного виробничого підприємства, ключове значення має не лише забезпечення матеріально-технічною базою та передовими технологіями, а й невід'ємний процес формування стійкого та відданого колективу. Розуміння чинників, які впливають на показники кадрової стабільності, вивчення особливостей формування згуртованого колективу, а також розробка дієвих механізмів для її підтримки вимагають окремого та ретельного дослідження. У науковій літературі поняття «стабільність персоналу» трактується різними дослідниками, зокрема, як самостійний кількісний індикатор чисельності трудових ресурсів підприємства та як показник, що відображає інтенсивність внутрішнього руху кадрів [19]. Конкретніше, коефіцієнт постійності (або стабільності) персоналу є кількісною мірою, яка обчислюється як відношення кількості працівників, чий стаж роботи на даному підприємстві перевищує один рік (R_i), до середньооблікової чисельності всього персоналу (R_{cp}), виражене у відсотках, і розраховується за формулою:

$$K = \frac{R_i}{R_{cp}} * 100\% [29].$$

Для цілей аналізу береться останній доступний місяць — грудень 2024 року. Згідно з табл. 2.1, у цей період загальна кількість працівників становила 60 осіб. Оскільки підприємство має відносно стабільну чисельність персоналу, для наближеного розрахунку вважаємо, що лише ті працівники, які були на підприємстві станом на грудень 2023 року, мають стаж понад один рік (тобто працювали мінімум 12 місяців). Згідно з табл. 2.1, у грудні 2023 року кількість працівників становила 56 осіб. Це — припущення, що всі ці 56 осіб залишилися на підприємстві і мають стаж понад рік.

$$K = \frac{56}{56,75} * 100\% = 98,68\%$$

Коефіцієнт стабільності персоналу на підприємстві у 2024 році складає близько 98,7%, що свідчить про високий рівень утримання кадрового складу. Такий результат є позитивним показником, оскільки він демонструє відсутність значної плинності кадрів, збереження професійного досвіду та відповідні умови праці, які сприяють утриманню працівників у колективі.

На наступному рис. 2.5 наведена інформація про частку кожної категорії – адміністративного, допоміжного та виробничого (макаронний цех) персоналу – у загальній чисельності працівників ТзОВ «Терлич», що дозволяє оцінити акценти у використанні людського капіталу та раціональність розподілу штату. Аналіз виконувався за останній місяць 2024 року.

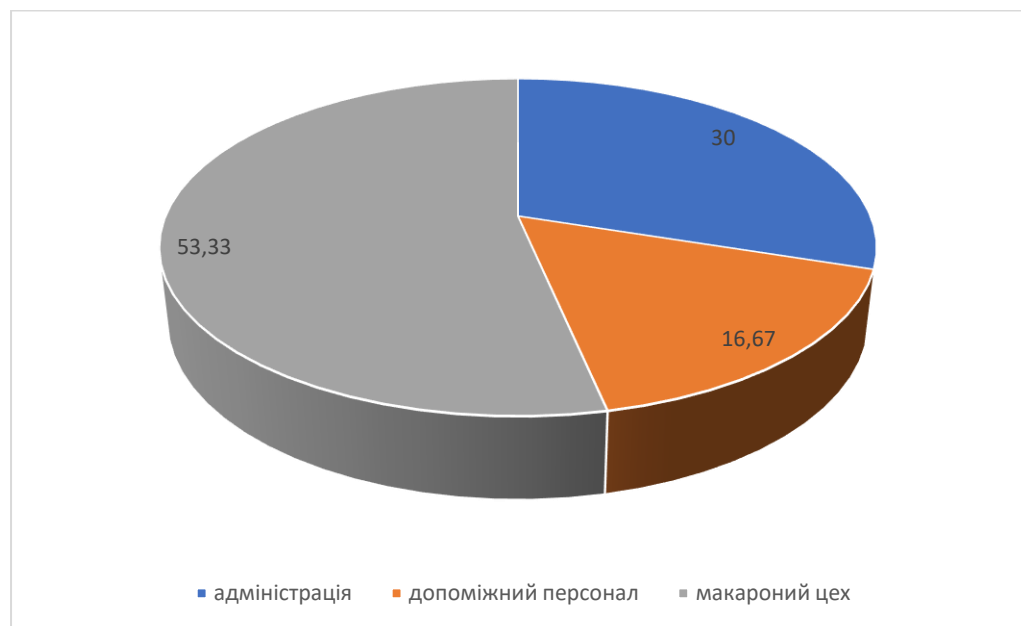


Рисунок 2.5 – Частка персоналу з категоріями на кінець 2024 року

Джерело: розраховано та виконано автором на основі таблиці 2.1

Згідно з діаграмою, виробничий цех (макаронний цех), позначений сірим кольором, становить найбільшу частку персоналу – 53,33%. Це цілком логічно для виробничого підприємства, оскільки саме тут зосереджені основні робочі сили, безпосередньо залучені до процесу виготовлення продукції. Наступною за величиною категорією є адміністрація, яка займає 30% персоналу, позначена

синім кольором. Це свідчить про значну кількість управлінського, офісного та допоміжного адміністративного персоналу, необхідного для координації роботи підприємства. Найменшу частку – 16,67% – становить допоміжний персонал, позначений помаранчевим кольором. Це ті співробітники, які забезпечують підтримку виробничих та адміністративних процесів (наприклад, технічне обслуговування, логістика, прибирання тощо). Загалом, діаграма підтверджує, що більша частина ресурсів підприємства зосереджена на виробничій функції, але адміністративний апарат також є суттєвим.

Оцінка ефективності витрат на оплату праці є важливою складовою аналітичної роботи щодо фінансово-економічної діяльності підприємства. В умовах ринку особливого значення набуває не лише обсяг виробленої чи реалізованої продукції, а й те, наскільки раціонально підприємство використовує трудові ресурси. У зв'язку з цим доцільним є розрахунок такого показника, як ефективність витрат на оплату праці — він дає змогу оцінити фінансову віддачу від кожної гривні, витраченої на заробітну плату працівників. Його значення дозволяє проаналізувати співвідношення між фондом оплати праці та отриманим результатом у вигляді реалізованої продукції.

Цей показник є особливо інформативним для визначення внутрішньої продуктивності персоналу та управлінської ефективності. Якщо на кожну гривню заробітної плати припадає високий обсяг реалізованої продукції, це свідчить про високу економічну віддачу праці, а отже — про ефективну організацію виробничих процесів. Водночас зниження цього показника може вказувати на перевитрати на фонд оплати праці, нераціональне використання робочої сили або зменшення обсягів виробництва/реалізації продукції [20].

Розраховується ефективність витрат на оплату праці за наступною формулою:

$$E. в = \frac{Об_{реал.}}{\Phi_{о.п.}},$$

де E.в – ефективність витрат на оплату праці;

Об_{реал.} – обсяг реалізованої продукції, тис. грн.;

Ф_{о.п.} – фонд оплати праці, тис. грн.;

Цей показник є безрозмірним і показує, скільки гривень реалізованої продукції забезпечує кожна гривня, витрачена на оплату праці. На рис. 2.6 показник ефективності витрат на оплату праці візуалізований у вигляді графіка.

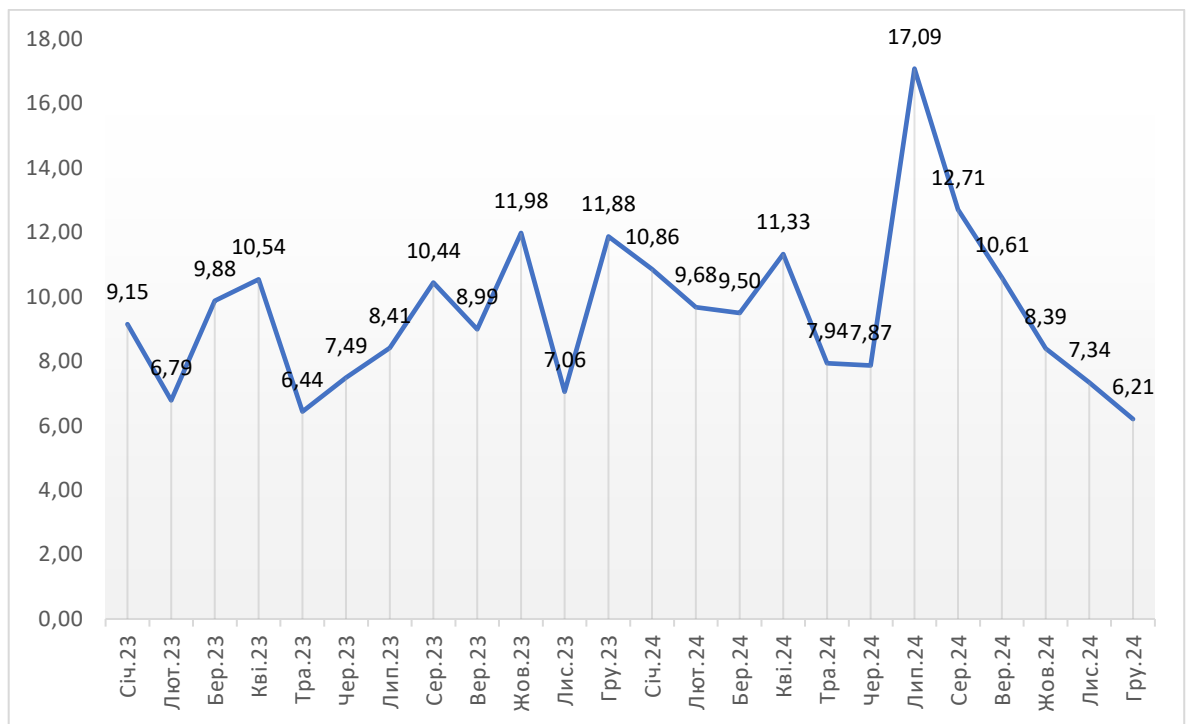


Рисунок 2.6 – Ефективність витрат на оплату праці

Розраховано та виконано автором на основі табл. 2.1

Аналізуючи динаміку графіку, можна виділити наступні ключові аспекти. Протягом 2023 року ефективність витрат на оплату праці демонструвала значні коливання. Показник стартував з 9,15 у січні 2023 року, потім знижувався (до 6,79 у лютому), але згодом відновлювався, досягаючи піків у квітні (10,54) та вересні (11,98). Це свідчить про періоди покращення та погіршення використання трудових ресурсів, можливо, через сезонність попиту, планові роботи чи інші операційні фактори.

Загалом, 2024 рік характеризується суттєвим підвищенням ефективності порівняно з 2023 роком. Після відносно стабільних значень на початку 2024 року (близько 9-11), у липні 2024 року було досягнуто абсолютного піку ефективності – 17,09. Це є найвищим показником за весь аналізований період і може свідчити про надзвичайно успішний місяць з точки зору обсягу реалізації при відносно контрольованому фонді оплати праці, або ж про значні операційні поліпшення.

Після пікового значення у липні 2024, показник ефективності демонструє тенденцію до зниження, опускаючись до 6,21 у грудні, того ж року. Таке падіння може бути пов'язане зі зменшенням обсягів реалізації в останні місяці року, збільшенням фонду оплати праці без відповідного зростання випуску продукції, або іншими факторами, що вплинули на співвідношення доходу та витрат на персонал.

Висновки до другого розділу

У результаті проведеного комплексного аналізу кадрової політики, структури трудових ресурсів та динаміки основних економічних показників ТзОВ «Терлич» за період 2023–2024 років, можна сформулювати такі узагальнення щодо ефективності управління трудовими ресурсами підприємства:

Протягом аналізованого періоду ТзОВ «Терлич» демонструвало чітку тенденцію до поступового, але помітного зменшення загальної кількості працівників. Зокрема, штат підприємства скоротився з 68 осіб на початку 2023 року до 60 осіб у грудні 2024 року. Основне скорочення, як показав детальний аналіз розподілу персоналу за відділами, відбулося саме за рахунок працівників виробничого напрямку – макаронного цеху, чисельність якого знизилася з приблизно 40-42 осіб до 30-35 осіб. Водночас, чисельність адміністративного та допоміжного персоналу залишалася відносно стабільною або змінювалась незначно. Така стратегія свідчить про свідому спробу керівництва оптимізувати

чисельність персоналу саме у ключовій виробничій ланці, не втрачаючи при цьому функціонального контролю та підтримки адміністративних процесів.

Незважаючи на скорочення штату, підприємство досягло значних успіхів у підвищенні загальної продуктивності праці та чистого прибутку. Аналіз щомісячної динаміки продуктивності праці показав її суттєве зростання у 2024 році порівняно з 2023 роком, що корелювало зі зростанням розподілу чистого прибутку. Зокрема, річний чистий прибуток підприємства після вирахування податків збільшився більш ніж удвічі: з 3221 тис. грн у 2023 році до 6905 тис. грн у 2024 році. Це зростання було досягнуто значною мірою завдяки підвищенню ефективності використання трудових ресурсів. Яскравим прикладом є показники липня 2024 року, коли було зафіксовано один з найкращих показників ефективності витрат на оплату праці (17,09), що означає генерацію понад 17 одиниць реалізованої продукції на кожну одиницю витрат на оплату праці. Це свідчить про те, що навіть із меншою чисельністю персоналу, яка становила близько 52 працівників, та фондом оплати праці менше 1 млн грн, підприємство досягало виняткових результатів у реалізації продукції.

Проведений аналіз залежності між загальною кількістю працівників, зокрема чисельністю персоналу макаронного цеху, та обсягом реалізованої продукції, виявив відсутність прямої лінійної кореляції. Більше того, спостерігалася тенденція до зниження обсягів реалізації при вищих показниках загальної чисельності персоналу та більшій кількості працівників саме макаронного цеху. Натомість, найвищі обсяги реалізації часто досягалися при оптимальній, а не максимальній кількості персоналу виробничого підрозділу. Це переконливо свідчить про наявність значного потенціалу до подальшої оптимізації чисельності трудових ресурсів без втрати обсягів виробництва, а також вказує на можливу неоднорідність навантаження між працівниками або нерівномірний розподіл змін і графіків роботи. Очевидно, що компанія успішно перейшла до моделі "більше результату з меншою кількістю людей", що є ознакою зростаючої операційної ефективності.

Водночас, періодичні коливання фонду оплати праці не завжди були обґрунтовані аналогічною динамікою у фінансових результатах. Графік ефективності витрат на оплату праці демонструє, що підвищення витрат на персонал у низці місяців (наприклад, листопад–грудень 2023 року) не супроводжувалося відповідним зростанням виручки або навіть приводило до зниження показників ефективності. Це вказує на потребу у вдосконаленні системи стимулювання працівників, зокрема у поєднанні фіксованої складової заробітної плати з елементами преміювання, безпосередньо пов'язаними з досягненням конкретних виробничих та фінансових результатів.

ТзОВ «Терлич» загалом зберігає стабільну структуру персоналу та продовжує роботу за сталими виробничими ланцюгами. Однак, з огляду на зростання обсягів виробництва та одночасне зменшення кількості персоналу, особливо в основному макаронному цеху, виникає потреба у детальнішій оцінці впливу підвищеного навантаження на якість продукції, тривалість виробничих циклів та ефективність роботи кожної зміни. Це дозволить запобігти потенційним ризикам перевтоми персоналу, зниження якості або збільшення браку в довгостроковій перспективі.

Підсумовуючи, система управління трудовими ресурсами на ТзОВ «Терлич» демонструє ознаки стабільності, адаптивності та значного потенціалу до підвищення ефективності, що підтверджується позитивною динамікою чистого прибутку та продуктивності праці за умов скорочення штату. Проте, існує подальший потенціал для покращення. Оптимізація чисельності персоналу на основі глибокого аналізу поточного завантаження та перегляд графіку роботи є доцільними та необхідними кроками в умовах зростання обсягів виробництва за зменшеної кількості працівників.

Таким чином, наступним логічним кроком має стати моделювання оновленої організації праці. Це включає: перехід на альтернативний графік роботи, який забезпечить оптимальне використання трудових ресурсів та рівномірне навантаження; визначення оптимальної чисельності працівників у

денну та нічну зміну, враховуючи специфіку виробництва та технічні можливості; а також аналіз економічної доцільності такого переходу з урахуванням потенційного впливу на продуктивність праці, витрати на оплату праці та, найголовніше, на кінцевий чистий прибуток підприємства. Це дозволить ТзОВ «Терлич» не тільки підтримувати, але й значно покращити свою конкурентоспроможність на ринку макаронних виробів.

3 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМИ РЕСУРСАМИ

3.1 Постановка задачі та побудова економіко-математичної моделі

На підприємстві ТзОВ «Терлич» тривалий час застосовувався графік роботи з трьома змінами по 8 годин, що забезпечувало безперервне цілодобове виробництво. У зв'язку зі змінами в організаційній структурі, зростанням енергетичних та трудових витрат, а також потребою оптимізації кадрового складу, було ухвалено рішення перейти на новий режим — дві зміни по 12 годин (лише для персоналу які задіянні у макаронному цеху).

У новому графіку роботи передбачено, що в нічний час працюють лише основні виробничі працівники та відділ контролю якості, тоді як допоміжний персонал (фасувальники, склад, адміністрація, техперсонал) працює виключно у денну зміну. Така реорганізація дозволяє скоротити витрати на оплату праці, але потребує обґрунтованого розрахунку мінімально необхідної чисельності персоналу, щоб не порушити виробничий процес.

Необхідно визначити оптимальну кількість працівників для кожного підрозділу підприємства за новим режимом роботи (2 зміни по 12 годин), з урахуванням наступних умов:

- Максимізація прибутку підприємства
- Виробничі потужності повинні залишитися незмінними або покращитися.
- У нічну зміну допускається присутність лише основних виробничих працівників та відділу контролю якості.
- Інші категорії персоналу (фасувальники, склад, адміністрація) працюють лише вдень.
- Загальна кількість працівників повинна бути мінімальною для забезпечення виробничих потреб.

Оптимізація чисельності персоналу є важливим завданням в умовах підвищеної конкуренції, зростання витрат і необхідності раціонального використання ресурсів. Запропоноване скорочення зміни та перерозподіл функцій дозволяє:

- Скоротити витрати на оплату праці та обслуговування нічних змін.
- Зменшити навантаження на допоміжні служби в нічний період.
- Зберегти ефективність основного виробництва.

Для прийняття обґрунтованого рішення необхідно побудувати економіко-математичну модель, яка дасть змогу визначити оптимальний персональний склад за кожною категорією працівників і оцінити економічний ефект від зміни графіка.

Для постановки моделі, спершу проіндексуємо категорії трудового персоналу на підприємстві (табл 3.1).

Таблиця 3.1 – Індеси категорій персоналу підприємства

Індекс i	Підрозділ
1	Адміністрація
2	Допоміжний відділ
3	Фасувальники
4	Інша частина макаронного цеху що задіяна у виробництві (основні виробничі)
5	Відділ якості

$x_{i,d} \geq 0$ – кількість працівників підрозділу i у денну зміну

$x_{i,n} \geq 0$ – кількість працівників підрозділу i у нічну зміну

$i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ – значення відповідно до категорій

Нехай виробнича функція задається як

$$Y = A * K^{\alpha} * L^{\beta} [21],$$

де A – технологічний коефіцієнт; α , β – коефіцієнт еластичності по капіталу та праці відповідно.

Тоді загальна кількість працівників у всіх змінах, тобто праця, задаватиметься як $L = \sum_{i=1}^5 (x_{i,d} + x_{i,n})$.

Також $\alpha + \beta \leq 1$ – умова зменшуваної віддачі до масштабу.

Цільова функція – максимізувати прибуток P :

$$\max P = \text{дохід} - \text{витрати}$$

Нехай ціна одиниці продукції – p , тоді дохід:

$$\text{дохід} = p * Y = p * A * K^{\alpha} * L^{\beta}$$

Витрати на оплату праці $\sum_{i=1}^5 (c_i^d * x_{i,d} + c_i^n * x_{i,n})$,

де c_i^d, c_i^n – ставка зарплати для підрозділу i у денну та нічну зміну відповідно.

Витрати на капітал $c_k * K$

Отже, цільова функція матиме вигляд:

$$\max P = p * A * K^{\alpha} * L^{\beta} - \sum_{i=1}^5 (c_i^d * x_{i,d} + c_i^n * x_{i,n}) - c_k * K$$

Наддамо обмеження по змінних:

Фасувальники, адміністрація та допоміжний відділ працюють лише вдень, отже $x_{1,n} = 0, x_{2,n} = 0, x_{3,n} = 0$.

У нічну зміну допускаються лише основні виробничі та контроль якості:

$$x_{4,n} > 0, x_{5,n} > 0$$

Такі обмеження пояснюються тим, що залучення працівників до нічної зміни перш за все регулюється трудовим законодавством та технологічною доцільністю, саме в межах виробництва. А також дані обмеження зменшують область пошуку, що полегшує наступні обчислення і робить дану модель більш практичною.

Нехай загальний бюджет на оплату праці і капітал –

$$\sum_{i=1}^5 (c_i^d * x_{i,d} + c_i^n * x_{i,n}) + c_k * K \leq B$$

Тобто, загальні витрати на працівників та обладнання не можуть перевищувати доступний бюджет (B).

Обмеження по капіталу ґрунтуються на міркуваннях, що мінімальною межею постає технологічний поріг запуску виробництва, а максимальна — фізична чи фінансова межа. Так як, надлишкове вкладення в капітал при обмеженому бюджеті — неефективне.

$$K_{min} \leq K \leq K_{max}$$

Також кількість працівників це лише цілочисельні зміні: $x_{i,d}, x_{i,n} \in \mathbb{Z}, \forall i$.

Отже, загальну модель можна подати наступним чином

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{x_{i,d}, x_{i,n}, K} = pA \left(\sum_i (x_{i,d} + x_{i,n}) \right)^\alpha - \sum_i (c_i^d * x_{i,d} + c_i^n * x_{i,n}) - c_k * K \\ x_{1,n} = 0, x_{2,n} = 0, x_{3,n} = 0 \\ x_{4,n} > 0, x_{5,n} > 0 \\ \sum_i (c_i^d * x_{i,d} + c_i^n * x_{i,n}) + c_k * K \leq B \\ K_{min} \leq K \leq K_{max} \\ x_{i,d}, x_{i,n} \in \mathbb{Z}, \forall i \end{array} \right.$$

Наступним кроком додамо розширення саме по оптимальному діапазону кількості працівників, при якому прибуток буде задовольняти потреби підприємства, хоч і не буде максимальним.

Це аналітичне розширення, яке показує не просто "одне найкраще рішення", а діапазон робочих навантажень, при яких підприємство ще лишається ефективним.

Для більш детального розв'язання задачі, доцільно визначити скільки в середньому необхідно працівників для підприємства, щоб працювати ефективно; чи варто додавати або скорочувати штат працівників, якщо бюджет зміниться; де знаходиться точка, після якої додаткові працівники не приносять прибутку, а лише витрати.

Для цього фіксуємо $L = L_0$. Наступним кроком оптимізуємо модель при цьому фіксованому L_0 , та повторюємо дану дію для різних значень L_0 . Та будуємо графік залежності $P^*(L_0)$, де досліджуємо оптимальні діапазони кількості працівників.

Перейдемо до розв'язання моделі.

Приведемо виробничу функцію до лінійного вигляду шляхом логарифмування:

$$\ln(Y) = \ln(A) + \alpha * \ln(K) + \beta * \ln(L)$$

$$\text{Звідки отримаємо, } \ln\left(\frac{Y}{L}\right) = \ln(A) + \alpha * \ln(K/L)$$

Тоді $\ln\left(\frac{Y}{L}\right)$ грає роль Y , а $\ln(K/L)$ відіграє роль X_1 , $\ln(A)$ – константа.

Потім, щоб знайти A , знайдену константу експоненціюємо (тобто знайдемо експоненту від значення $\ln(A)$). Отримаємо $A = e^{const}$

Оскільки це задача змішаного цілочисельного нелінійного програмування, то для кожного $L = 1, 2, 3, \dots, L_{max}$ додамо обмеження $\sum_{i=1}^5 (x_{i,d} + x_{i,n}) = L$.

А також, для кожного L сформуємо підзадачу:

- Мінімізувати витрати, задовольняючи бюджет та правила змін.
- Для кожного L знайти оптимальний $K^*(L)$, який дає максимум прибутку.

Тобто, витрати обчислюватимуться за наступною формулою

$$P(L) = p * A * (K^*(L))^{\alpha} * L^{\beta}$$

Після чого, доцільно буде побудувати графік $L \rightarrow P(L)$, а потім здійснити вибір оптимального L^* , де прибуток оптимальний.

Отже, розроблена модель являє собою економіко-математичну оптимізаційну конструкцію, яка враховує вплив праці та капіталу на виробництво через виробничу функцію Кобба-Дугласа. Вона дає змогу не лише знаходити точку максимального прибутку, а й визначати оптимальні межі кількості працівників, беручи до уваги такі аспекти: обмеження на денну та нічну працю окремих підрозділів; дискретний характер чисельності персоналу; бюджетні

обмеження на оплату праці та капітал; ліміти на обсяг використовуваного капіталу.

Модель відзначається гнучкістю, завдяки чому її легко адаптувати до доступних даних. Вона забезпечує можливість не тільки точкової оптимізації, але й планування робочої сили з урахуванням економічної доцільності.

3.2 Розрахунки, аналіз результатів та обґрунтування оптимальних рішень

Ми детально розглянули теоретичну модель, що лежить в основі вирішення поставленої задачі. Наступним кроком є її практична реалізація. Для цього ми використаємо мову програмування Python та інтегроване хмарне середовище Google Colab, що забезпечить ефективні засоби для розробки, виконання та налагодження програмного коду.

Спершу завантажимо дані в pandas та оцінимо значення параметрів еластичності α та β за допомогою лог-регресії. А також, змоделюємо виробничу функцію на основі оцінених параметрів.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import statsmodels.api as sm
# Вхідні дані
data = pd.DataFrame({
    "month": [
        "Січ.23", "Лют.23", "Бер.23", "Кві.23", "Тра.23", "Чер.23",
        "Лип.23", "Сер.23", "Вер.23", "Жов.23", "Лис.23", "Гру.23",
        "Січ.24", "Лют.24", "Бер.24", "Кві.24", "Тра.24", "Чер.24",
        "Лип.24", "Сер.24", "Вер.24", "Жов.24", "Лис.24", "Гру.24"
    ],
```

```

"total_workers": [
    68,66,65,64,64,64,61,59,58,57,56,56,
    55,54,54,55,53,52,52,53,54,59,60,60
],
"wage_fund": [
    1307.5,1362.7,1148.8,1005.5,1211.7,1129.6,1490.3,1447.4,
    1423.1,1209.6,2093.7,830.3,1288.8,1438.6,1359.9,1325.5,
    1604,1755.6,963.4,649.7,1189.7,1940.3,1718.4,1760
],
"revenue": [
    14868.8,11489.3,14102,13165.3,9686.8,10509.7,15576.5,
    18773.5,15895.1,18000.9,18350.3,12251.9,17393.4,17303.7,
    16044,18649.5,15820.2,17162.6,20447.3,14988.9,15673.2,
    20228.1,16377.6,14185.3
]
})
# Обчислення капіталу (96% витрат, де витрати = виручка - зарплата)
data["capital"] = (data["revenue"] - data["wage_fund"]) * 0.96
# Логарифмування змінних
data["log_K"] = np.log(data["capital"])
data["log_L"] = np.log(data["total_workers"])
data["log_Y"] = np.log(data["revenue"])
# Побудова моделі: log_Y ~ log_K + log_L
X = data[["log_K", "log_L"]]
X = sm.add_constant(X)
y = data["log_Y"]
model = sm.OLS(y, X).fit()

```

Вивід результату

print(model.summary())

По роботі даного коду отримали наступний результат, зображений на рис. 3.1.

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	log_Y	R-squared:	0.989			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.988			
Method:	Least Squares	F-statistic:	987.6			
Date:	Thu, 29 May 2025	Prob (F-statistic):	1.70e-21			
Time:	09:27:47	Log-Likelihood:	60.360			
No. Observations:	24	AIC:	-114.7			
Df Residuals:	21	BIC:	-111.2			
Df Model:	2					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	0.2947	0.476	0.619	0.542	-0.695	1.284
log_K	0.9555	0.027	35.668	0.000	0.900	1.011
log_L	0.0645	0.068	0.952	0.352	-0.076	0.205
Omnibus:	0.100	Durbin-Watson:	1.849			
Prob(Omnibus):	0.951	Jarque-Bera (JB):	0.321			
Skew:	-0.047	Prob(JB):	0.852			
Kurtosis:	2.441	Cond. No.	1.17e+03			
Notes:						
[1] Standard Errors assume that the covariance matrix of the errors is correctly specified.						
[2] The condition number is large, 1.17e+03. This might indicate that there are strong multicollinearity or other numerical problems.						

Рисунок 3.1 – Результат по роботі коду

$R\text{-squared} = 0.989$ — модель демонструє надзвичайно високу точність у поясненні змінної $\log(Y)$ (логарифм виручки). Праця та капітал пояснюють 98.9% варіацій у доході.

$F\text{-статистика} = 987.6$, $p\text{-значення} \approx 0.000$ — модель є статистично значущою в цілому.

$AIC = -114.7$, $BIC = -111.2$ — дуже низькі значення, які додатково підтверджують якісну побудову моделі.

За отриманими результатами, можна зробити наступні розрахунки:

$$\ln(A) = 0,2947 \Rightarrow A \approx e^{0,2947} \approx 1,342$$

$$\alpha = 0,9555 \approx 0,956$$

$$\beta = 0,0645$$

При $\alpha > 0$ збільшення фонду оплати праці на 1% збільшує обсяг реалізації на 0,31%

Отже, виробнича функція матиме вигляд:

$$Y = 1,343K^{0,956}L^{0,0645}$$

Показники степенів при K (0,956) і L (0,0645) свідчать про те, що капітал має значно більший вплив на обсяг виробництва, ніж праця. Тобто, в цій функції капітал є домінуючим фактором виробництва.

Однак, оскільки обидва фактори входять до функції, можна розглянути можливість заміщення капіталу працею — це означає, що за певних умов можна збільшити використання праці, щоб компенсувати зменшення капіталу і навпаки.

Норма заміщення капіталу працею (marginal rate of technical substitution, MRTS) в цій функції визначається як відношення граничних продуктів капіталу і праці:

$$MRTS_{KL} = \frac{dK}{dL} = \frac{MP_L}{MP_K},$$

$$\text{де } MP_K = \frac{\partial Y}{\partial K}, \quad MP_L = \frac{\partial Y}{\partial L}$$

$$MP_K = 1,343 * 0,956 * K^{0,956-1} * L^{0,0645} = 1,343 * 0,956 * K^{-0,044} * L^{0,0645}$$

$$MP_L = 1,343 * 0,0645 * K^{0,956} * L^{0,0645-1} = 1,343 * 0,0645 * K^{0,956} * L^{-0,9355}$$

Отримані дані підставимо у формулу граничної норми заміщення капіталу працею:

$$MRTS_{KL} = \frac{1,343 * 0,0645 * K^{0,956} * L^{-0,9355}}{1,343 * 0,956 * K^{-0,044} * L^{0,0645}} = \frac{0,0645}{0,956} * \frac{K^{0,956}}{K^{-0,044}} * \frac{L^{-0,9355}}{L^{0,0645}}$$

$$\frac{K^{0,956}}{K^{-0,044}} = K^{0,956-(-0,044)} = K^1 = K$$

$$\frac{L^{-0.9355}}{L^{0.0645}} = L^{-0.9355-0.0645} = L^{-1} = \frac{1}{L}$$

$$\text{Отже, } MRTS_{KL} = \frac{0,0645}{0,956} * K * \frac{1}{L} \approx 0.0675 * \frac{K}{L}$$

На основі даного заміщення, створимо нову виробничу функцію.

$$\frac{dK}{dL} = 0.0675 * \frac{K}{L}$$

$$\frac{dK}{K} = 0.0675 * \frac{dL}{L}$$

Інтегруємо обидві сторони рівняння:

$$\int \frac{dK}{K} = 0.0675 * \int \frac{dL}{L} \Rightarrow \ln|K| = 0.0675 * \ln|L| + C$$

Піднесемо до степеня e :

$$K = e^C L^{0.0675} = AL^{0.0675}, \quad A = e^C > 0$$

Виразимо K через L із константою A . Виробництво зберігається при такій залежності, а отже $K = AL^{0.0675}$, після чого підставляємо K у виробничу функцію.

$$Y = 1.343(AL^{0.0675})^{0.956} * L^{0.0645} = 1.343A^{0.956}L^{0.0645}$$

Далі, припустимо щоб при даній нормі заміщення показник еластичності по праці β , дорівнював 0,03.

$$\text{Тоді, } \frac{\alpha}{\beta} = 0,0675 = c \Rightarrow \alpha = \frac{\beta}{c} = \frac{0,3}{0,0675} \approx 4,4$$

Отже, нова виробнича функція матиме вигляд $Y = 1.343 * K^{4.4} * L^{0.3}$

Оскільки одна з вимог до моделі, це визначити оптимальну кількість працівників, то спершу подамо її як, $L = 18 + L_{\text{допом.}} + L_{\text{мак}}$, де 18 це стала кількість працівників адміністрації, яка не підлягає до скорочення, $L_{\text{допом.}}$, $L_{\text{мак}}$ – це кількість працівників допоміжного відділу та макаронного цеху відповідно.

Додатково передбачається, що капітал теж є змінним і може адаптуватися до рівня виробництва.

Витрати на оплату праці запишемо як $0,04 * K$, керуючись даними з рис. 2.3.

Тоді, капітал було оцінено на основі фонду оплати праці за формулою

$$K = \frac{\Phi}{0,04},$$

де Φ – фонд оплати праці.

Тобто, наступним кроком проведемо візуалізацію залежності прибутку від змінних L і K , для чого створимо тривимірну сітку значень у межах реального діапазону спостережень. Програмний код, необхідний для реалізації описаної візуалізації, представлений у Додатку А.

Для кожної точки сітки обчислювався прибуток. А далі, на основі отриманих значень побудовано графік поверхні прибутку. Результати показали монотонне зростання прибутку з підвищенням рівнів L і K , що вказує на необхідність проведення обмеженої оптимізації (рис. 3.2)

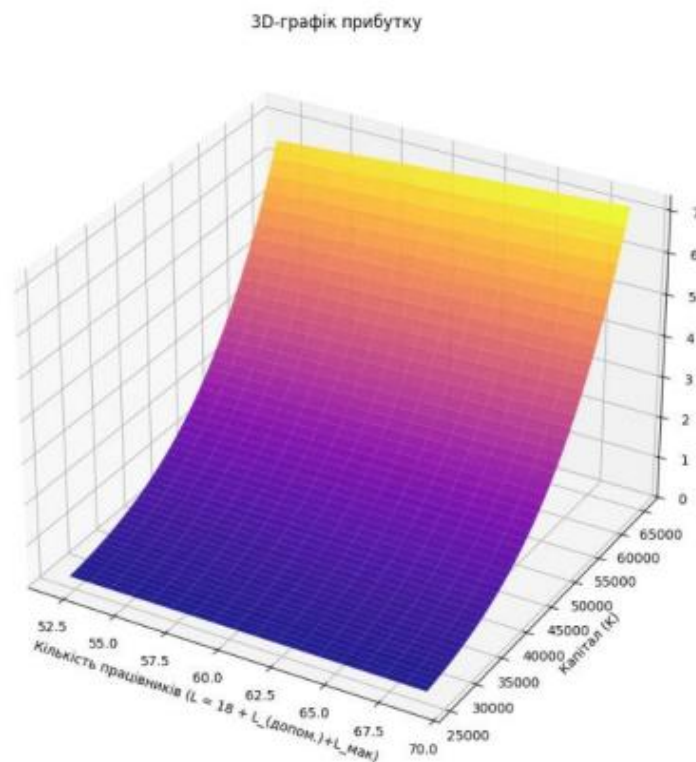


Рисунок 3.2 – 3D графік прибутку

Джерело: розроблено автором на основі власних обчислень

Аналізуючи графік функції прибутку, можна виділити ключові залежності від капіталу (K) та працівників (L).

Отриманий 3D-графік прибутку, побудований на основі виробничої функції Кобба-Дугласа, чітко демонструє ключову роль капіталу у формуванні прибутковості підприємства. Високий степінь еластичності по капіталу (4.4) свідчить про те, що невеликі зміни в капіталовкладеннях спричиняють надзвичайно значні зміни у виробництві і, відповідно, у прибутку. Це підкреслює, що інвестиції у капітал є основним драйвером зростання підприємства, тоді як вплив збільшення чисельності працівників (степінь 0.3) є менш вираженим, але все ж суттєвим, що відображає роль праці як доповнюючого фактора виробництва.

Аналіз графіка показує, що при малих значеннях капіталу підприємство може зазнавати збитків через лінійні витрати на капітал (формула віднімає $0.04 \times K$). Це логічно, адже при недостатньому рівні інвестицій виробництво не здатне покрити свої витрати. Проте з ростом капіталу прибуток зростає експоненційно, що свідчить про високу віддачу від капіталовкладень у межах досліджуваних даних. З іншого боку, збільшення кількості працівників призводить до поступового, але помітного зростання прибутку, підтверджуючи, що праця відіграє допоміжну роль у процесі виробництва.

Разом з тим, дуже висока ступінь при капіталі може свідчити про потенційні обмеження моделі, зокрема, можливість нереалістичного прогнозування при дуже великих значеннях капіталу, де закон спадної віддачі не врахований. Тому для практичного застосування слід уважно перевіряти діапазон значень капіталу і зіставляти отримані результати з реальними даними підприємства. Також модель вказує на оптимальність підтримки праці на рівні, достатньому для підтримання виробничих процесів, без значного збільшення чисельності персоналу, що не приносить пропорційного прибутку.

Отже, основним висновком є те, що для максимізації прибутку підприємству варто зосередитись на ефективних капіталовкладеннях, водночас оптимізуючи кількість працівників як додатковий, але не домінуючий фактор виробництва. Подальший аналіз і чутливі дослідження можуть допомогти

уточнити межі застосування моделі та знайти оптимальні співвідношення між капіталом і працею, що забезпечать стабільне та ефективне зростання прибутку.

Оскільки прибуток зростає по степені $L^{0.3}$, приріст прибутку від збільшення кількості працівників є поступовим і згасає при великих значеннях L через властивості степеневі функції з показником меншим за 1. Тобто зростання праці підвищує прибуток, але з убуючою віддачею. При цьому капітал K , залишаючись приблизно сталим, задає основний рівень прибутку.

На графіку за умовах помірної зміни капіталу видно, що прибуток найбільш ефективно збільшується при збільшенні працівників у початковому діапазоні — приблизно від 30 до 50 працівників (з урахуванням сумарної формули $L=18+\text{доп.персонал}+\text{макаронний цех}$). Після цього прибуток зростає повільніше, а надто велика кількість працівників дає лише незначний додатковий ефект і збільшує операційні витрати.

Отже, оптимальна кількість працівників при відносно стабільному капіталі — це приблизно 40–50 осіб. У цьому діапазоні збільшення праці дає найбільш ефективний приріст прибутку без значного падіння маржинальності. Якщо кількість працівників буде значно меншою — виробництво недовикористовує свій потенціал, якщо значно більшою — прибуток зростає вже набагато повільніше і може знижуватися через додаткові витрати.

Тобто, можемо зробити висновок, що оптимальна кількість працівників у допоміжному відділі та макаронному цеху знаходиться у діапазоні від 22 до 32 осіб.

Оскільки ефективність праці в допоміжному відділі і в макаронному цеху неоднакова, наступним кроком, знайдемо найкраще співвідношення між працівниками допоміжного відділу та макаронного цеху. Адже, один працівник макаронного цеху може мати більший (чи менший) внесок у виробничий процес порівняно з працівником допоміжного персоналу. Для цього визначимо ваговий коефіцієнт кожного підрозділу підприємства.

Запишемо сумарну кількість працівників, як зважену суму:

$$L = 18 + \alpha * L_{\text{допом.}} + \beta * L_{\text{мак}} ,$$

де 18 – це постійна кількість працівників адміністрації,

α та β – вагові коефіцієнти що показують відносний вплив допоміжного персоналу та працівників макаронного цеху на загальну ефективну чисельність працівників.

Обчислимо середнє значення працівників по допоміжному ($\bar{D}$) та макаронному ($\bar{M}$) цехах.

$$\bar{D} = \frac{\sum D_i}{n} , \bar{M} = \frac{\sum M_i}{n} ,$$

де $\sum D_i$ та $\sum M_i$ – сума усіх працівників допоміжного та макаронного цехів, за увесь досліджуваний період;

n – досліджуваний період (а саме 24 місяці)

$$\bar{D} = \frac{194}{24} = 8,08 , \quad \bar{M} = \frac{752}{24} = 31,33$$

Визначимо вагові коефіцієнти, к відношення середніх значень, припускаючи що внесок кожного співробітника пропорційний.

Припускаємо, що $\alpha = 1$, адже нормалізуємо до допоміжного персоналу.

$$\text{Тоді, } \beta = \frac{\bar{D}}{\bar{M}} = \frac{31,33}{8,08} = 3,88 \approx 4$$

$$\text{Отже, } L = 18 + 1 * L_{\text{допом.}} + 4 * L_{\text{мак}} = 18 + L_{\text{допом.}} + 4 * L_{\text{мак}}.$$

Це означає, що один працівник макаронного цеху в середньому дорівнює приблизно 4 працівникам допоміжного персоналу за внеском у виробництво.

$$\text{Тобто, } L_{\text{мак}} = 4 * L_{\text{допом.}}$$

Оскільки, з попередніх розрахунків нам відомо що $22 \leq L_{\text{допом.}} + L_{\text{мак}} \leq 32$, то розв'яжемо систему.

Нехай $L_{\text{мак}} = x, L_{\text{допом.}} = y$. Отримаємо:

$$\begin{cases} x = 4y \\ 22 \leq x + y \leq 32 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 4y \\ 22 \leq 5y \leq 32 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 4y \\ 4.4 \leq y \leq 6.4 \end{cases}$$

Варіанти співвідношення чисельності працівників, наведена у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Співвідношення чисельності працівників

№	$L_{\text{мак}}$	$L_{\text{допом.}}$	сума
1	16	4	20
2	20	5	25
3	24	6	30
4	28	7	35

Джерело: розраховано автором

За даними таблиці, можемо побачити, що найбільш оптимальними співвідношеннями є варіанти №2 та №3.

Тепер наступним кроком необхідно визначити оптимальну кількість працівників на зміну, в тому числі і на нічну. Вважатимемо, що оптимальні кількість працівників коливатиметься від 25 до 30.

Сформулюємо підзадачу. Необхідно визначити оптимальний розподіл між трьома видами робіт у макаронному цеху, а саме, виробництво, перевірка якості та фасування. З умовою 12-ти годинної зміни, при чому перші два підрозділи працюють цілодобово.

Середньо статистичний обсяг заробітної плати по Україні наведений у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Заробітна плата працівників по підрозділах у макаронному цеху

Підрозділ	Денна зміна (тис. грн)	Нічна зміна (тис.грн)
Виробництво	23,5	28,2
Фасування	19	-
Перевірка якості	24,5	29,4

Джерело: розраховано автором на основі [30]

Позначимо працівників наступним чином:

x_{vd}, x_{vn} – кількість працівників та виробництві в денну та нічну зміну;

x_{pd}, x_{pn} – кількість працівників у відділі перевірки в денну та нічну зміну;

x_{fd} – кількість працівників на фасуванні (тільки денна зміна).

Загальна кількість працівників:

$$x_{vd} + x_{vn} + x_{pd} + x_{pn} + x_{fd} \in [25; 30]$$

Цільова функція – мінімізувати витрати, за умови безперебійної роботи та при збереженні високого рівня виробництва.

$$Z = 23.5 * x_{vd} + 28.2 * x_{vn} + 24.5 * x_{pd} + 29.4 * x_{pn} + 19 * x_{fd}$$

Додамо умову що на 2 працівників відділу виробництва має бути 1 фасувальник, і на 3 виробників має бути 1 працівник відділу перевірки.

Задля забезпечення безперебійного виробництва, накладемо наступну умову:

$$x_{vd} = x_{vn}; x_{pd} = x_{pn}$$

Програмний код, необхідний для реалізації описаної задачі, представлений у Додатку Б, а результат наведено на рис. 3.3

```
Загальна кількість працівників: 27

Денна зміна:
Виробництво: 6
Перевірка якості: 2
Фасування: 3

Нічна зміна:
Виробництво: 6
Перевірка якості: 2
```

Рисунок 3.3 – Розподіл працівників за змінами протягом однієї доби

Результат, отриманий у ході виконання коду, є логічно коректним та повністю відповідає всім умовам поставленої задачі. Розглянемо його більш детально, щоб підтвердити відповідність отриманих показників вимогам.

Перш за все, загальна кількість працівників становить 27, що знаходиться у межах визначеного оптимального діапазону. Розподіл працівників між денними та нічними змінами виконується із врахуванням специфіки роботи різних підрозділів, зокрема дотриманням заданих пропорцій і обмежень.

У денну зміну на виробництві працює 6 осіб, при цьому у відділі перевірки якості зафіксовано 2 працівники, що відповідає пропорції $6 \div 3 = 2$, а у фасуванні — 3 працівники, що є пропорційним співвідношенню $6 \div 2 = 3$. Загалом на денній зміні задіяно 11 працівників. Нічна зміна представлена 6 працівниками на виробництві та 2 у перевірці якості, що також відповідає необхідній пропорції. Фасування в нічну зміну не задіяно, що відповідає технологічним вимогам. Загальна чисельність працівників у нічну зміну становить 8 осіб.

Сумарно, в обидві зміни задіяно 19 працівників, що залишає резерв у вигляді 8 осіб, які перебувають на відпочинку або резерві, враховуючи необхідність дотримання режиму роботи з 1–2 днями відпочинку. Таким чином, забезпечується як повноцінне функціонування підприємства, так і дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Розроблена та апробована модель оптимального розподілу працівників між підрозділами денних і нічних змін демонструє високу відповідність технологічним вимогам і кадровим обмеженням. Вона враховує особливості виробничого циклу макаронного цеху, вимоги до контролю якості, а також необхідність регулярного відпочинку працівників згідно з трудовим законодавством України. У процесі вирішення задачі визначено, що загальна чисельність працівників макаронного цеху варіюється в межах 25–30 осіб. Це забезпечує достатній людський ресурс для безперебійного функціонування виробництва за умов змінного графіка (день/ніч) і з урахуванням вихідних.

Згідно з розрахунками, оптимальний розподіл працівників у денну зміну має складати:

- 6 працівників на виробництві,
- 2 працівники з контролю якості,
- 3 працівники фасувального підрозділу.

Для нічної зміни рекомендований склад такий:

- 6 працівників на виробництві,
- 2 працівники з контролю якості,

- 0 фасувальників, оскільки фасування здійснюється виключно вдень згідно з технологічними вимогами.

Таким чином, добова потреба у працівниках становить 11 осіб у денну зміну та 8 — у нічну. Додатково передбачено наявність резерву у 6–8 осіб, які дозволяють забезпечити безперервність виробничого процесу, компенсуючи відпустки, лікарняні чи інші відсутності.

Запровадження цієї моделі забезпечить підприємству низку переваг:

- оптимізація витрат на оплату праці — відповідність розподілу працівників реальним виробничим потребам зводить до мінімуму зайві витрати на оплату праці, а саме запровадження моделі дозволяє скоротити витрати на персонал за рахунок виключення надлишкових посад, одночасно не знижуючи ефективності виробництва. Такий підхід забезпечує підвищення коефіцієнта ефективності витрат на оплату праці;
- підвищення продуктивності — чітко збалансовані пропорції персоналу між підрозділами забезпечують стабільну роботу виробничого процесу. Що дає змогу знизити навантаження на одну особу, зменшуючи ймовірність вигорання та помилок. Це позитивно впливає на загальний обсяг виробленої продукції, час простою та стабільність виконання планів. Проте у моделі є передбачення на похибку, тому в разі необхідності кількість персоналу можна змінити на 1-2 особи без значних ризиків;
- гарантія якості — оптимальна чисельність працівників у відділі перевірки якості сприяє дотриманню всіх технологічних стандартів;
- дотримання норм відпочинку — резервний склад дозволяє забезпечити регулярний відпочинок персоналу, що позитивно позначається на його працездатності й мотивації;
- гнучкість управління кадрами — модель допускає варіацію чисельності працівників у межах 25–30 осіб залежно від змін у виробничих потребах.

Впровадження розробленої моделі оптимального використання трудових ресурсів передбачає поетапний алгоритм, який включає організаційні, технічні та кадрові заходи. На початковому етапі необхідно оцінити актуальний кадровий склад підприємства з урахуванням функціонального поділу обов'язків працівників. Паралельно слід провести внутрішній аудит ефективності використання робочого часу та оцінити фактичні витрати на оплату праці в кожному підрозділі. Це дозволить створити повну картину стану кадрових процесів і сформулювати надійну основу для подальшого впровадження нової моделі [22].

Наступним етапом є проведення роз'яснювальної роботи з персоналом і керівниками підрозділів. Варто організувати тренінги, семінари або зустрічі, під час яких буде акцентовано увагу на перевагах запропонованого підходу та змінах у розподілі навантаження. Це дозволить зменшити спротив серед працівників і забезпечити підтримку керівного складу.

Одночасно необхідно звернути увагу на технічне забезпечення процесу. Рекомендується запровадити сучасну електронну систему обліку робочого часу для швидкого формування графіків змін, ведення табелів і збору статистичних даних для аналітики. Для моделювання кадрових сценаріїв доцільно використовувати Excel-моделі, ERP або спеціалізовані HRM-системи, які допоможуть автоматизувати аналіз та прийняття рішень [23].

Після завершення підготовчого етапу важливо перейти до пілотного впровадження розробленої моделі. Протягом одного-двох місяців рекомендується реалізувати тестовий запуск із детальним моніторингом впливу змін на виробничі показники, рівень простоїв, продуктивність праці та якість продукції. У разі виявлення недоліків чи відхилень слід швидко коригувати графіки змін, чисельність працівників або структуру резервних груп.

Завершальний етап передбачає систематичний моніторинг і адаптацію моделі до реальних умов. Щомісяця необхідно проводити аналіз ключових показників, таких як продуктивність праці, кількість відпусток, лікарняних,

простоїв тощо. На основі цих даних модель можна налаштовувати відповідно до змін попиту на продукцію, сезонних коливань або нововведень у виробничих процесах.

Окрім основних кроків, слід враховувати додаткові аспекти, як-от адаптація чисельності персоналу до сезонних коливань — особливо у пікові періоди перед святами. Автоматизація технологічних процесів, таких як пакування чи фасування, може істотно вплинути на потребу в робочій силі на певних ділянках. Регулярний аналіз витрат на оплату праці сприятиме фінансовій стабільності підприємства. Крім того, надзвичайно важливо приділити увагу безпеці праці, оптимізуючи графіки й уникаючи перевтоми працівників для дотримання норм охорони праці.

Окрім базових етапів впровадження моделі, доцільно розширити рекомендації низкою стратегічних та організаційних заходів, що посилять її ефективність і забезпечать довгострокову результативність.

Однією з ключових рекомендацій є створення спеціалізованої робочої групи або координатора змін, який відповідатиме за впровадження, моніторинг та корекцію моделі. Такий підхід дозволяє централізувати управління процесом, швидко реагувати на виклики та забезпечити між функціональну комунікацію між відділами.

Доцільно також запровадити систему мотивації, прив'язану до ефективності використання робочого часу. Це можуть бути преміальні надбавки за відсутність запізнень, високу продуктивність чи зниження простоїв у межах конкретного підрозділу. Така система підвищить відповідальність працівників і стимулюватиме їх до дотримання нових підходів.

Особливу увагу варто приділити підвищенню кваліфікації персоналу. Перехід до нової моделі може вимагати нових навичок — наприклад, працівник який отримає підвищення.

Також рекомендовано формалізувати політику резервного кадрового складу. Це стосується створення внутрішнього резерву з числа

багатофункціональних працівників або тимчасових підмін, які можуть швидко замінити відсутніх у разі хвороби, відпусток чи пікового навантаження. Це дозволить уникати збоїв у виробничому процесі без необхідності найму додаткового персоналу.

Крім того, доцільним є створення механізмів зворотного зв'язку з працівниками. Анкетування, інтерв'ю, скриньки пропозицій — усе це допоможе виявити «вузькі місця» нової моделі, знизити ризик демотивації та сприяти більшій залученості персоналу до процесів змін.

Таким чином, застосування запропонованої моделі оптимізації розподілу персоналу дозволяє підвищити ефективність використання робочої сили, забезпечити злагоджену діяльність усіх підрозділів і стабільну якість продукції. У результаті це сприятиме покращенню економічних показників підприємства й зміцненню його конкурентних позицій на ринку.

Висновки до третього розділу

У третьому розділі дипломної роботи було проведено комплексне економіко-математичне моделювання системи трудових ресурсів підприємства з метою оптимізації розподілу персоналу за змінами та підрозділами. У підпункті 3.1 здійснено постановку задачі, визначено основні параметри виробничої діяльності, сформульовано обмеження за кількістю працівників, технологічними пропорціями між підрозділами (виробництво, перевірка якості, фасування), а також з урахуванням специфіки робочого графіка (денна і нічна зміни, відсутність фасування у нічну зміну). Було запропоновано економіко-математичну модель, яка враховує ці умови, а також дискретність та пропорційність чисельності працівників.

У підпункті 3.2 проведено розрахунки за допомогою розробленого алгоритму, що дозволив отримати логічно коректні та практично здійсненні оптимальні рішення. Встановлено, що загальна кількість працівників повинна

коливатися в діапазоні від 22 до 32 осіб, з оптимальним значенням у 27 осіб, що відповідає технічним і кадровим обмеженням підприємства. Оптимальний розподіл працівників у денну зміну складається з 6 осіб у виробництві, 2 – у відділі контролю якості та 3 – у фасуванні, що підтримує пропорції 6:2:3. Нічна зміна включає 6 працівників виробництва та 2 – контролю якості, без залучення фасування. Загальна чисельність задіяних працівників у зміні становить 11 осіб вдень та 8 осіб вночі. За умови 22 робочих днів у місяці місячне навантаження на працівників у підрозділах становить 264 працівник-днів для виробництва, 88 для контролю якості та 66 для фасування. Резерв з 8 працівників забезпечує можливість дотримання норм відпочинку та гнучкого управління трудовими ресурсами.

Підпункт 3.3 містить практичні рекомендації щодо впровадження отриманої моделі. Запропоновано використовувати розроблену структуру розподілу для оптимізації кадрового планування та організації змінного графіка. Рекомендовано забезпечити дотримання технологічних пропорцій між підрозділами, контроль за виконанням режиму роботи, а також впровадити системи моніторингу та обліку робочого часу. Вказано, що модель дозволяє знизити надлишкові витрати на оплату праці, підвищити продуктивність, підтримувати якість продукції та забезпечити нормативні умови праці. Рекомендовано регулярно оновлювати модель з урахуванням сезонних змін у виробництві та можливих змін у чисельності персоналу.

Таким чином, проведене економіко-математичне моделювання системи трудових ресурсів підприємства дозволило розробити збалансовану, науково обґрунтовану модель оптимального розподілу працівників, яка враховує реальні виробничі та кадрові умови. Впровадження цієї моделі сприятиме підвищенню ефективності використання трудових ресурсів, зменшенню операційних витрат і підвищенню конкурентоспроможності підприємства. Отримані результати можуть служити основою для подальшого удосконалення кадрової політики та стратегічного планування розвитку підприємства.

ВИСНОВКИ

Дипломна робота присвячена економіко-математичному моделюванню трудових ресурсів підприємства, що є одним із ключових напрямів сучасних досліджень у сфері управління персоналом та підвищення ефективності виробничої діяльності. В умовах динамічного розвитку економіки, нестабільності ринку праці, зростання конкуренції та підвищених вимог до якості продукції, підприємства змушені шукати нові підходи до оптимізації структури своїх трудових ресурсів. Саме тому побудова математичної моделі, яка дозволяє раціонально розподіляти працівників між змінами, підрозділами та відповідно до виробничих потреб, є надзвичайно актуальною та практично значущою.

Метою даної роботи було розроблення дієвої економіко-математичної моделі, яка враховує особливості функціонування підприємства, технологічні пропорції, вимоги до забезпечення безперервності виробництва, а також чинні норми трудового законодавства. У процесі дослідження було послідовно вирішено низку поставлених задач, серед яких: аналіз кадрового складу підприємства, вивчення специфіки виробничих процесів у денних та нічних змінах, оцінка структури витрат підприємства, побудова математичної моделі, а також перевірка її адекватності на практиці.

У теоретичному блоці роботи було проведено глибокий аналіз сучасних підходів до моделювання трудових ресурсів, зокрема із застосуванням виробничої функції типу Кобба-Дугласа, що дозволяє відобразити залежність обсягів виробництва від витрат праці та інших факторів. Водночас було враховано такі реальні параметри, як диференціація заробітної плати за змінами (денна — 19 000 грн/міс, нічна — 21 500 грн/міс), співвідношення вартості оплати праці до загальної структури витрат (4%), а також наявність певних меж допустимої чисельності персоналу, пов'язаної з розмірами виробничих площ та технічним оснащенням.

На основі зібраних теоретичних матеріалів та практичних даних було запропоновано власну методику побудови моделі, яка передбачає врахування технологічних пропорцій між трьома основними підрозділами підприємства: виробництвом, перевіркою якості та фасуванням. Особливу увагу було приділено організації робочого часу за змінним графіком (два 12-годинних цикли), що стало основою для подальшого формалізованого опису задачі та вибору відповідних обмежень.

У результаті практичного застосування моделі було проведено оптимізаційний розрахунок, що дозволив визначити доцільний діапазон чисельності працівників — від 25 до 30 осіб, із середнім оптимумом у 27 осіб. Згідно з результатами, найбільш ефективним виявився варіант із розподілом персоналу: 11 осіб у денну зміну та 8 — у нічну. У денній зміні зберігається технологічне співвідношення 6 працівників на виробництво, 2 — на контроль якості, 3 — на фасування, тоді як у нічній зміні фасування не працює, і співвідношення становить 6:2 відповідно. Такий підхід дозволяє забезпечити безперервність виробництва, підтримку високого рівня якості та уникнення простоїв обладнання.

Окрім математичних розрахунків, робота також містить розроблені практичні рекомендації щодо впровадження моделі на підприємстві. Зокрема, пропонується впровадити систему регулярного моніторингу ефективності розподілу персоналу, адаптувати графіки змін із врахуванням сезонних або ринкових змін, забезпечити юридичну відповідність новим умовам праці та передбачити механізми гнучкого коригування чисельності персоналу. У разі зміни обсягів виробництва модель дозволяє доволі швидко оновлювати свої параметри та швидко адаптувати кадрову політику.

Таким чином, у дипломній роботі було не лише сформовано теоретичні засади моделювання, але й запропоновано практичний, реалістичний підхід до управління трудовими ресурсами. Побудована економіко-математична модель дозволяє підприємству підвищити продуктивність праці, зменшити витрати на

оплату праці за рахунок більш ефективного розподілу персоналу, уникнути надлишкової зайнятості, а також забезпечити стабільність виробничого процесу. У довгостроковій перспективі застосування такої моделі сприятиме зміцненню конкурентних позицій підприємства на ринку, підвищенню загальної рентабельності та сталому розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григорків, В.С., Григорків, М.В. Моделювання економіки: практикум: навч. посіб. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023. 208 с.
2. Корхін А.С., Турчанінова, І.Ю. Моделювання економіки: навч. посіб. Дніпропетровськ: ДВНЗ «НГУ», 2016. 104 с.
3. Персонал підприємства: класифікація, структура та характеристика. *Освіта.ua*. URL: https://osvita.ua/vnz/reports/econom_pidpr/20658/ (дата звернення: 15.05.2025)
4. Краснокутська Н.С. Потенціал підприємства: формування та оцінювання: навч. посібник. Київ, 2005. 349 с. URL: http://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/potenm.pdf (дата звернення 28.05.2025)
5. Литвин З. Б. Теорія економічного аналізу: навч. посіб. / З. Б. Литвин. – Тернопіль: «Економічна думка», 2010. – 222 с.
6. Кутинська І.О., Литвин З.Б. Оцінка трудового потенціалу підприємства. Наукові праці викладачів Західноукраїнського Національного університету: тези доповідей. 2016. URL: <https://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/25278> (дата звернення 15.05.2025)
7. Кравченко М.А. Аналіз ефективності використання трудових ресурсів на підприємстві. Ефективна економіка. 2010. №5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=219> (дата звернення: 16.05.2025)
8. Макалюк І.В. Планування і контроль на підприємстві. Розрахункова робота. Київ. 2021. 40 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/e3de9703-1114-4291-aabf-eed14125190a> (дата звернення: 16.05.2025)
9. Лаврова Ю.В. Економіка підприємства та маркетинг. – Конспект лекцій, Харків, 2012. URL: <https://buklib.net/books/37199/> (дата звернення 20.05.2025)

10. Мельник Т.Г. Ефективність праці: методи вимірювання продуктивності праці та її оплати. Теоретичні та прикладні питання економіки: зб. наук. праць. Київ: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2005, вип. 7, с. 291–296.

11. Слободчикова Ю.В. Методичні аспекти контролю і підвищення продуктивності праці на підприємствах. Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво, 2007, № 1, с. 321–326.

12. YouControl – сервіс перевірки контр агентів: вебсайт URL: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/36921849/ (дата звернення 20.04.2025)

13. ТОВ – що це значить для бізнесу?: вебсайт URL: <https://youcontrol.com.ua/topics/tov-shcho-tse-znachyt-dlia-biznesu/> (дата звернення 20.04.2025)

14. Самчинська С.С. Організація виробництва. Електроний навчальний посібник: Ковель, 2018. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Електроний%20посібник%20з%20Організації%20виробництва%20ЛУЦЬК/page6.html (дата звернення 20.04.2025)

15. Відділ контролю якості та його роль у забезпеченні успіху підприємства. *AuditBLOOM blog*: вебсайт. URL: <https://blog.auditbloom.com/uk/viddil-kontrolyu-yakosti-ta-jogo-rol-u-zabezpechenni-uspihu-pidpriyemstva/> (дата звернення 21.04.2025)

16. Скопа О.О., Казакова Н.Ф., Вакула А.Ю. Удосконалення принципів та методів інформаційного забезпечення, інформаційної та фінансово-економічної безпеки підприємств та організацій сфери економіки, бізнесу та фінансів. Одеса: Одеський національний економічний університет, 2013, с. 73-80. URL: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1498/1/Загальні%20принципи%20побудови%20системи%20безпеки%20підприємства.pdf> (дата звернення 21.04.2025)

17. Загальний та чистий прибуток: розрахунок розподіл і використання. Реферат: вебсайт. URL: https://osvita.ua/vnz/reports/econom_pidpr/18824/ (дата звернення 23.05.2025)
18. Самохіна Є.А. Фактори, що впливають на продуктивність праці. Сумський національний аграрний університет. URL: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/7515/1/%D0%A4%D0%90%D0%9A%D0%A2%D0%9E%D0%A0%D0%98.pdf> (дата звернення 24.05.2025)
19. Персонал підприємства: вебсайт. URL: <https://studfile.net/preview/5251756/> (дата звернення 25.05.2025)
20. Сукач О.О. Показник ефективності витрат на оплату праці. Одеський національний економічний університет: вебсайт. URL: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/5461/1/Показники%20ефективності%20витрат%20на%20оплату%20праці.pdf> (дата звернення 25.05.2025)
21. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: навч. Посібник. Київ: КНЕУ, 2003. 408 с. URL: <http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/%D0%92%D1%96%D1%82%D0%BB%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9.pdf> (дата звернення 19.05.2025)
22. Мохонько Г.А., Дзик О.В. Особливості впровадження моделей інноваційного розвитку на хлібопекарських підприємствах. НТУУ «КПІ», м. Київ, 2015. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2015/87.pdf (дата звернення 29.05.2025)
23. Свириденко В.О., Гришко В.В. Формування інноваційної бізнес-моделі в умовах сучасних реалій. Економіка і регіон № 3 (86), Національний університет ім. Юрія Кондратюка, 2022. URL: https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/12039/1/3_86_2022-40-45.pdf (дата звернення 29.05.2025)
24. Економіка праці та соціально-трудові відносини: підручник / [А. М. Колот, О.А. Грішнова, О.О. Герасименко та ін.] ; за наук. ред. д-ра екон. наук,

проф. А.М. Колота. К.: КНЕУ, 2009. 711 с. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/items/a90e95bf-a7bb-45b4-88da-b573099d146b> (дата звернення 11.05.2025)

25. Кодекс законів про працю України: вебсайт. URL: www.zakon.rada.gov.ua/ (дата звернення 15.05.2025)

26. Закон України Про товариства з обмеженою та додатковою відповідальністю: вебсайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2275-19#Text> (дата звернення 15.05.2025)

27. Капустян В. О. Моделювання економіки [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальності 051 Економіка / В. О. Капустян, Г. А. Мажара, І. Д. Фартушний ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,43 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 265 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/a0afc3ed-57bc-49fd-958d-0d6c9dc0c437> (дата звернення 19.05.2025)

28. Савицька Г.В. Економічний аналіз діяльності підприємства: Навч. посібник. – 3-ге вид., випр. і доп. – К.:Знання, 2007. – 668с. URL: <https://westudents.com.ua/knigi/123-ekonomchniy-analz-dyalnost-pdprimstva-savitska-gv.html> (дата звернення 27.05.2025)

29. Хориняк В. Стабільність персоналу підприємства як результат ефективності забезпечення його розвитку. URL: <https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/24492/1/%D0%A5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%8F%D0%BA%20%D0%92.pdf> (дата звернення 28.05.2025)

30. Сайт з пошуку роботи: вебсайт. URL: <https://www.work.ua/> (дата звернення 25.05.2025)

31. Губалюк А.М. Алгоритми та моделі дослідження динаміки трудових ресурсів на підприємстві: Курсова робота. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 39 с.

32. Губалюк А.М. Економіко-математичне моделювання трудових ресурсів підприємства: Курсова робота. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 29 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Програмна реалізація візуалізації залежності прибутку від змінних L і K.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# Припустимо, df —DataFrame з даними
# Дані про макаронний цех
макаронний_цех = [
    42, 42, 40, 40, 39, 39, 39, 36, 35, 34, 33, 32,
    30, 29, 29, 35, 28, 27, 27, 27, 28, 32, 32, 32
]
df["Макаронний_цех"] = макаронний_цех
# Обчислення нового L (кількість працівників)
df["L_new"] = 18 + df["Допоміжний_персонал"] + df["Макаронний_цех"]
# Перерахунок капіталу K
df["K"] = df["Фонд_оплати_праці"] / 0.04
# Нова виробнича функція
df["Y_model_new"] = 1.343 * (df["K"] ** 4.4) * (df["L_new"] ** 0.3)
# Обчислення прибутку
df["Profit_new"] = df["Y_model_new"] - 0.04 * df["K"]
L_range_new = np.arange(df["L_new"].min(), df["L_new"].max() + 1)
K_range = np.linspace(df["K"].min(), df["K"].max(), 50)
L_grid_new, K_grid = np.meshgrid(L_range_new, K_range)
# Обчислення Y та прибутку на сітці
Y_grid_new = 1.343 * (K_grid ** 4.4) * (L_grid_new ** 0.3)
Profit_grid_new = Y_grid_new - 0.04 * K_grid
# Побудова 3D графіка прибутку
fig = plt.figure(figsize=(12, 8))
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')
ax.plot_surface(L_grid_new, K_grid, Profit_grid_new, cmap="plasma", alpha=0.9)
ax.set_xlabel("Кількість працівників (L = 18 + L_(допом.)+L_мак)")
ax.set_ylabel("Капітал (K)")
ax.set_zlabel("Прибуток")
ax.set_title("3D-графік прибутку ")
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Додаток Б

Програмна реалізація задачі

```

import random
TOTAL_WORKERS = random.randint(25, 30)
available_workers = list(range(TOTAL_WORKERS))
random.shuffle(available_workers)
# Денна зміна — шукаємо кількість виробників, що ділиться і на 2, і на 3
def get_day_shift(workers):
    for prod_count in range(6, len(workers), 6):
        qual_count = prod_count // 3
        pack_count = prod_count // 2
        total_needed = prod_count + qual_count + pack_count
        if total_needed <= len(workers):
            prod = workers[:prod_count]
            qual = workers[prod_count:prod_count + qual_count]
            pack = workers[prod_count + qual_count:prod_count + qual_count +
pack_count]
            return {'production': len(prod), 'quality': len(qual), 'packing': len(pack)}, prod
+ qual + pack
        return {'production': 0, 'quality': 0, 'packing': 0}, []
# Нічна зміна — без пакування
def get_night_shift(workers):
    for prod_count in range(6, len(workers), 3):
        if prod_count % 3 != 0:
            continue
        qual_count = prod_count // 3
        total_needed = prod_count + qual_count
        if total_needed <= len(workers):
            prod = workers[:prod_count]
            qual = workers[prod_count:prod_count + qual_count]
            return {'production': len(prod), 'quality': len(qual)}
    return {'production': 0, 'quality': 0}
# Формуємо зміни
day_shift, used_day = get_day_shift(available_workers)
remaining_workers = [w for w in available_workers if w not in used_day]
night_shift = get_night_shift(remaining_workers)
# Вивід
print(f"Загальна кількість працівників: {TOTAL_WORKERS}\n")

```

```
print("Денна зміна:")
print(f" Виробництво: {day_shift['production']}")
print(f" Перевірка якості: {day_shift['quality']}")
print(f" Фасування: {day_shift['packing']}")
print("\nНічна зміна:")
print(f" Виробництво: {night_shift['production']}")
print(f" Перевірка якості: {night_shift['quality']}")
```