

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

Факультет інформаційних технологій  
(факультет)

Кафедра системного аналізу та управління  
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
кваліфікаційної роботи ступеня магістра

Студентки \_\_\_\_\_ Дерев'яченко Олександрі Вадимівни \_\_\_\_\_

академічної групи \_\_\_\_\_ 124м-23-1 \_\_\_\_\_

спеціальності \_\_\_\_\_ 124 Системний аналіз \_\_\_\_\_

на тему: «Оптимізація процесів розподілу ресурсів в перекладацькій компанії  
"Інтекст"»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	<i>к.т.н., доц. Желдак Т.А</i>			
розділів:				
Інформаційно- аналітичний	<i>к.т.н., доц. Желдак Т.А</i>			
Спеціальний	<i>к.т.н., доц. Желдак Т.А.</i>			
Рецензент	<i>д.т.н., проф. Алексєєв М.О.</i>			
Нормоконтролер	<i>к.ф.-м.н, доц. Хом'як Т.В..</i>			

Дніпро  
2024

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
Системного аналізу та управління

\_\_\_\_\_ к.т.н, доц. Желдак Т.А.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 року

**Завдання  
на кваліфікаційну роботу  
ступеня магістра**

студентці Дерев'ященко Олександрі Вадимівні академічної групи 124м-23-1  
спеціальності 124 - Системний аналіз  
на тему «Оптимізація розподілу ресурсів в перекладацькій компанії  
"Інтекст"», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від  
№1388-с від 16.10.2024

<b>Розділ</b>	<b>Зміст</b>	<b>Термін виконання</b>
Інформаційно-аналітичний	<i>Розглянути діяльність компанії «Інтекст», методи та алгоритми, що використовуються для вирішення задач оптимізації процесів. Проаналізувати стратегії управління ресурсами в компанії, включаючи процеси розподілу роботи із перекладу між перекладачами та фрілансерами.</i>	10.09.2024 – 01.11.2024
Спеціальний	<i>Розв'язати задачі оптимізації розподілу ресурсів за допомогою лінійного програмування, а саме симплекс методу для двох задач – добової та тижневої з мінімізацією бюджету та отримання максимальної вигоди</i>	01.11.2024 – 01.12.2024

Завдання видано \_\_\_\_\_ к.т.н, доц. Желдак Т.А.  
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі «06» вересня 2024 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 17 грудня 2024 р.

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_ Дерев'ященко О.В.  
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 80 сторінок, 12 таблиць, 10 рисунків, 4 додатка, 41 джерело.

*Об'єкт дослідження:* процеси управління внутрішніми та зовнішніми ресурсами перекладацької компанії «Інтекст».

*Предмет дослідження:* оптимізація процесів розподілу ресурсів та вирішення задач за допомогою лінійного програмування, а саме симплекс-методу.

*Метою роботи* є дослідження та розробка підходу, який оптимізує розподіл ресурсів компаній, що займаються текстовим перекладом, для підвищення ефективності та конкурентоспроможності на ринку.

В *інформаційно-аналітичному розділі* розглянуто діяльність компанії «Інтекст», методи та алгоритми, що використовуються для вирішення комбінаторних задач у контексті розподілу робочих ресурсів.

У *спеціальному розділі* розглянуто основні аспекти задачі оптимізації розподілу ресурсів за допомогою лінійного програмування. а саме симплекс методу для двох задач – добової та тижневої - з мінімізацією бюджету та отримання максимальної продуктивності.

*Практична цінність цієї роботи* полягає в тому, що вивчення компетенцій надає конкретні інструменти та підходи для вирішення реальних проблем, що оптимізують робочі ресурси перекладацької галузі, що може бути реалізовано перекладацькою компанією «Інтекст» або іншими подібними організаціями.

МОДЕЛЬ, ОПТИМІЗАЦІЯ, РЕСУРСТ, ПЕРЕКЛАД,  
ПРОГРАМУВАННЯ, ПРОЕКТИ, КВАЛІФІКАЦІЯ, ВИТРАТИ.

## ABSTRACT

Explanatory note: 80 pages, 12 tables, 10 figures, 9 apps, 41 sources.

Object of study: processes of management of internal and external resources of the translation company «Intext».

Subject of research: optimization of resource allocation processes and problem solving using linear programming, namely the simplex method.

The aim of the work is to research and develop an approach that optimizes the allocation of resources of companies engaged in text translation to increase efficiency and competitiveness in the market.

The information-analytical section discusses the activities of the company "Intext," methods and algorithms used to solve combinatorial problems in the context of the distribution of working resources.

In a special section, the main aspects of the problem of optimizing resource allocation using linear programming are considered. namely, the method simplex for two tasks - daily and weekly - while minimizing the budget and obtaining maximum productivity.

The practical value of the work is that the study of competencies provides specific tools and approaches for solving real-world problems that optimize the working resources of the translation industry, which can be implemented by the translation company «Intext» or other similar organizations.

MODEL, OPTIMIZATION, RESOURCE, TRANSLATION,  
PROGRAMMING, PROJECTS, QUALIFICATION, COSTS.

## ЗМІСТ

	<b>Стор.</b>
Перелік умовних скорочень	7
ВСТУП	8
1 Інформаційно аналітичний розділ	11
1.1 Компанія Інтекст як об'єкт діяльності перекладацької галузі	11
1.2 Основні поняття та види ресурсів в перекладацькій діяльності	14
1.3 Роль проектних менеджерів у розподілі ресурсів	17
1.4 Процес перекладу	21
1.5 Аналіз завантаженості перекладачів та проектних менеджерів	33
1.6 Статистичні дані про кількість проектів та обсяги роботи	36
1.7 Висновки до розділу	40
2 Спеціальний розділ	41
2.1 Лінійне програмування: основні принципи та підходи	41
2.2 Симплекс метод у задачах лінійного програмування	45
2.3 Розробка моделі оптимізації зовнішніх і внутрішніх ресурсів (добова задача)	52
2.4 Результати моделювання та аналіз ефективності (добова задача)	60
2.5 Розробка моделі оптимізації зовнішніх і внутрішніх ресурсів (тижнева задача)	61
2.6 Результати моделювання та аналіз ефективності (тижнева задача)	63
2.7 Порівняння витрат на штатних співробітників та фрілансерів	65
2.8 Висновки до розділу	66
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТКИ	74
ДОДАТОК А. Матеріали кваліфікаційної роботи	74

ДОДАТОК Б. Відгук наукового керівника	75
ДОДАТОК В. Лістинг програмного забезпечення, для розв'язання добової задачі оптимізації	76
ДОДАТОК Г. Лістинг програмного забезпечення, для розв'язання тижневої задачі оптимізації	77

## Перелік умовних скорочень

МТ – Машинний переклад;

ПЗ – Програмне забезпечення;

PM – Project Manager – проектний менеджер (англ.);

QA Tools – Quality assurance tools - автоматизовані системи контролю якості (англ.);

HR – Human Resources – керування персоналом (англ.);

CAT-інструменти - (Computer Assisted Translation) — це програмне забезпечення для автоматизації перекладу (англ.);

ЛП – Лінійне програмування;

ЦФ – цільова функція;

ЗЛП – задача лінійного програмування.

## ВСТУП

У сучасних умовах глобалізації та швидкого розвитку інформаційних технологій перекладацькі компанії відіграють ключову роль у забезпеченні ефективної міжкультурної комунікації та адаптації інформаційних потоків для різноманітних ринків. Перекладацька компанія "Інтекст", як один із лідерів галузі, щодня стикається з викликами щодо оптимального використання ресурсів для забезпечення якості послуг та ефективності процесів.

Оптимізація розподілу ресурсів є важливою складовою діяльності перекладацької компанії, оскільки вона безпосередньо впливає на якість перекладу, строки виконання проектів, фінансові результати та задоволеність клієнтів. Зважаючи на велику кількість змінних факторів — людські ресурси, технологічні інструменти, часові та фінансові обмеження — оптимізація процесів стає критично важливою для досягнення конкурентної переваги.

**Метою даної роботи** є дослідження та розробка підходів до оптимізації розподілу ресурсів у перекладацькій компанії "Інтекст" для підвищення її ефективності та конкурентоспроможності на ринку. В рамках дослідження будуть розглянуті основні проблеми ресурсного менеджменту в перекладацьких проектах, запропоновані шляхи їх вирішення та моделі оптимізації, які дозволять компанії більш раціонально використовувати наявні ресурси.

Таким чином, **актуальність дослідження** оптимізації розподілу ресурсів у перекладацьких компаніях обумовлена зростаючими вимогами до якості та швидкості перекладу в умовах глобалізації бізнесу та інформаційних потоків. З кожним роком зростає кількість міжнародних проектів, де точний і швидкий переклад відіграє вирішальну роль у досягненні успіху. В таких умовах перекладацькі компанії, як "Інтекст", повинні не тільки забезпечувати високу якість роботи, але й раціонально використовувати свої ресурси — як людські, так і технологічні.



Ефективне управління ресурсами дозволяє мінімізувати витрати, оптимізувати робочі процеси та забезпечити своєчасне виконання проектів. Проте на практиці багато перекладацьких компаній стикаються з проблемами перевантаженості співробітників, затримками в термінах та недостатнім використанням сучасних технологічних рішень. Це ставить під загрозу конкурентоспроможність та прибутковість компаній у галузі.

**Основне завдання** роботи полягає в розробці підходів до оптимізації розподілу ресурсів у перекладацькій компанії "Інтект" на основі аналізу її діяльності та впровадження сучасних моделей управління. Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

1. Провести аналіз існуючої системи управління ресурсами в компанії "Інтект" та визначити основні проблеми, які заважають її ефективній роботі.
2. Дослідити найсучасніші підходи до оптимізації ресурсів у перекладацьких компаніях, зокрема використання автоматизованих систем управління проектами, перекладацьких пам'ятей (Translation Memory) та технологій машинного перекладу.
3. Розробити модель оптимального розподілу людських та технічних ресурсів на основі результатів аналізу.

Для досягнення поставленої мети, у кваліфікаційній магістерській роботі будуть використані методи лінійного програмування, а саме симплекс метод

**Практичне значення** науково дослідження полягає в можливості безпосереднього застосування розроблених підходів і рекомендацій для підвищення ефективності управління ресурсами в перекладацькій компанії "Інтект" та інших аналогічних організаціях. Зокрема, впровадження запропонованої моделі оптимізації розподілу ресурсів дозволить досягти таких практичних результатів:

1. Підвищення продуктивності працівників: Завдяки ефективнішому розподілу завдань між перекладачами, редакторами та іншими фахівцями зменшиться

перевантаженість окремих співробітників, що призведе до зростання їхньої продуктивності та зниження ризиків помилок.

2. Зменшення витрат: Оптимізація ресурсів дозволить компанії більш ефективно використовувати наявні ресурси, зокрема технологічні інструменти (САТ-інструменти, перекладацькі пам'яті, автоматизовані системи управління), що скоротить витрати на виконання перекладацьких проєктів.
3. Поліпшення термінів виконання проєктів: Завдяки вдосконаленню процесів планування та розподілу робочих задач зменшиться час на виконання перекладів, що дозволить компанії виконувати проєкти швидше та більш якісно.
4. Підвищення якості перекладу: Завдяки інтеграції новітніх технологій та оптимізації людських ресурсів, компанія зможе забезпечити вищу якість виконаних перекладів, мінімізувавши кількість помилок та недоліків, що позитивно вплине на загальну репутацію компанії та задоволення клієнтів.
5. Застосування на практиці: Модель, розроблена в рамках дослідження, може бути використана не тільки в компанії "Інтекст", але й в інших перекладацьких бюро. Це дозволяє адаптувати результати дослідження для різних умов та специфіки роботи інших організацій на ринку.
6. Вдосконалення управлінських процесів: Завдяки впровадженню автоматизованих систем управління проєктами (Project Management Systems) менеджери проєктів зможуть більш точно контролювати етапи виконання робіт, слідкувати за термінами та своєчасно реагувати на зміни, що підвищить загальну ефективність управлінських процесів.

Дана робота була **апробована** на студентській науковій конференції, була визнана актуальною і такою, що задовольняє рівню наукової роботи.

## 1 ІНФОРМАЦІЙНО АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Компанія «Інтект» як об'єкт діяльності перекладацької галузі

Компанія «Інтект» є однією з провідних перекладацьких агенцій, що працює на міжнародному ринку вже понад 20 років. Вона спеціалізується на наданні комплексних перекладацьких послуг для різних галузей, включаючи медицину, фармацевтику, технічний переклад, інформаційні технології та юридичну сферу. Завдяки високим стандартам якості, використанню сучасних технологій та кваліфікованій команді перекладачів і редакторів, компанія займає провідні позиції на ринку перекладів.

«Інтект» була заснована з метою надання перекладацьких послуг міжнародним компаніям, які прагнуть розширити свою присутність на глобальних ринках. За роки діяльності компанія значно розширила спектр своїх послуг, починаючи з класичних текстових перекладів і до пропозицій локалізації, адаптації контенту та консалтингових послуг.

Компанія обслуговує клієнтів у понад 40 країнах світу, працюючи більш ніж зі 100 мовами. Такий широкий спектр можливостей став реальним завдяки ефективному управлінню ресурсами, застосуванню передових технологій і глибокому розумінню особливостей міжнародних ринків.

**Основними принципами роботи перекладацької компанії «Інтект» є:**

- **Якість перекладів:** постійне дотримання високих стандартів за допомогою сучасних інструментів і кваліфікованого персоналу.
- **Дотримання термінів:** гнучке управління проектами дозволяє виконувати навіть великі обсяги роботи у стислі строки.
- **Індивідуальний підхід до клієнтів:** кожен проект адаптується до потреб замовника.

Компанія активно співпрацює з великими міжнародними корпораціями, такими як Samsung, Siemens, Huawei, а також організаціями у сфері охорони здоров'я та фармацевтики.

"Інтект" надає широкий спектр послуг, які охоплюють різні аспекти перекладацької діяльності. Основні напрямки діяльності компанії включають – письмовий переклад, локалізацію, версту та форматування та медичний переклад.

Розглянемо кожний сервіс окремо.

"Інтект" пропонує **письмовий переклад** широкого спектра документів:

- Технічна документація, що охоплює інструкції, керівництва та специфікації.
- Медичні тексти, які вимагають точності у термінології та глибоких знань галузі.
- Юридичні документи, де важливо забезпечити чіткість і юридичну відповідність.
- Маркетингові матеріали, адаптовані для культурних особливостей цільової аудиторії.

Адаптація контенту до мовних і культурних особливостей є одним із найважливіших напрямків у «Інтекті». Компанія пропонує **локалізацію** програмного забезпечення, вебсайтів, мобільних додатків і мультимедійних продуктів.

Після перекладу «Інтект» забезпечує професійну підготовку текстів до друку або цифрової публікації за допомогою **верстки та форматування** різних видів документів. Використання сучасного програмного забезпечення дозволяє забезпечити точну відповідність вихідним макетам.

**Медичний переклад** є пріоритетним напрямком і вимагає виняткової точності, що досягається завдяки співпраці з перекладачами, які мають досвід у медичній галузі.

Компанія також активно використовує сучасні технологічні рішення, такі як CAT-інструменти (Computer-Aided Translation) та перекладацькі пам'яті

(Translation Memory), що дозволяє зменшувати час перекладу та підвищувати його точність.

Одним із ключових елементів успіху є здатність інтегрувати сучасні технології в перекладацький процес. Використання таких інструментів, як SDL Trados Studio, MemoQ, Across та інших CAT-інструментів дозволяє компанії автоматизувати процес перекладу, зберігати попередні переклади та ефективно керувати термінологією. Це не лише підвищує швидкість виконання проєктів, але й гарантує термінологічну послідовність, що особливо важливо для технічних і медичних перекладів.

Крім того, компанія активно використовує інструменти контролю якості, що допомагає уникати помилок і забезпечує відповідність перекладів високим стандартам.

Успіх компанії "Інтект" також базується на кваліфікованій команді перекладачів, редакторів і проєктних менеджерів. Компанія працює з фахівцями з усього світу, що дозволяє надавати послуги перекладу на різноманітні мови, зберігаючи при цьому високу якість і відповідність культурним особливостям.

Проєктні менеджери в компанії відіграють ключову роль у координації ресурсів і процесів. Вони забезпечують оптимальний розподіл завдань між перекладачами, контролюють терміни виконання та якість перекладу, а також підтримують зв'язок із клієнтами на всіх етапах проєкту. Ефективне управління ресурсами дозволяє компанії дотримуватися строків та бюджету навіть у найскладніших проєктах.

Завдяки своєму підходу до якості та інноваціям, "Інтект" має значний вплив на перекладацьку галузь. Компанія активно співпрацює з міжнародними організаціями та великими корпораціями, допомагаючи їм розширювати бізнес на нові ринки. Серед її клієнтів є такі компанії, як Samsung, Huawei, Siemens, а також міжнародні організації в галузі охорони здоров'я та фармацевтики.

Досвід роботи з клієнтами з різних галузей дозволяє "Інтект" розуміти специфіку кожного проєкту та забезпечувати індивідуальний підхід до кожного замовлення.

Компанія "Інтекст" є успішним прикладом того, як перекладацька агенція може використовувати сучасні технології та ефективне управління ресурсами для досягнення високих результатів. Вона не лише забезпечує якісні перекладацькі послуги, але й сприяє розвитку галузі загалом, впроваджуючи нові стандарти якості та оптимізації роботи. Завдяки своїй компетентній команді та використанню передових інструментів компанія здатна підтримувати конкурентні переваги на міжнародному ринку перекладацьких послуг.

## 1.2. Основні поняття та види ресурсів в перекладацькій діяльності

У перекладацькій діяльності ресурси відіграють ключову роль у забезпеченні якісного, своєчасного і економічно ефективного виконання проектів. Ресурси у перекладі поділяються на кілька основних категорій: людські ресурси, технологічні ресурси та інформаційні ресурси. Кожна з цих категорій має свої особливості та вплив на процес перекладу.

Розглянемо кожен з цих категорій детальніше.

**Людські ресурси**, або персонал, є основою будь-якої перекладацької компанії. Вони включають перекладачів, редакторів, менеджерів проектів, фахівців із забезпечення якості, а також технічних працівників, що підтримують інфраструктуру компанії.

Висока кваліфікація перекладачів та редакторів є вирішальним фактором для забезпечення якості перекладу. У своїй книзі Gouadec D. "Translation as a Profession" (2007) автор зазначає, що перекладачі мають володіти не лише знаннями іноземної мови, але й розуміти культурні та контекстуальні особливості тексту, який вони перекладають. Також важливими є менеджери проектів, які координують роботу команди, забезпечують відповідність графіку та контролюють витрати.

Управління людськими ресурсами передбачає раціональний розподіл завдань між перекладачами залежно від їх спеціалізації та досвіду, а також моні-

торинг робочого навантаження, щоб уникнути помилок, пов'язаних із перевантаженням працівників.

**Технологічні ресурси** — це інструменти та програми, що допомагають перекладачам працювати більш ефективно та швидко. Серед таких ресурсів — CAT-інструменти (Computer-Aided Translation), які використовують бази даних перекладацьких пам'ятей (Translation Memory) та глосарії для автоматизації повторюваних фрагментів тексту.

Крім того, важливими є системи керування проектами (Project Management Systems), які допомагають координувати роботу команди, відстежувати прогрес та забезпечувати дотримання строків. У перекладацькій галузі також використовуються автоматизовані системи контролю якості (QA Tools), що дозволяють виявляти помилки в перекладах, такі як неправильні терміни, помилки у форматуванні або пропуски.

Останніми роками машинний переклад (MT) також став невід'ємною частиною технологічного інструментарію перекладачів. Системи машинного перекладу, такі як Google Translate чи DeepL, використовують штучний інтелект для автоматичного перекладу текстів. Проте, машинний переклад не може замінити людську роботу через обмежену здатність розуміти контекст і культурні відмінності, тому він часто використовується разом з людським постредагуванням (post-editing).

**Інформаційні ресурси** включають в себе різні довідкові матеріали, бази даних та глосарії, які перекладачі використовують для підвищення точності перекладів. Важливими джерелами інформації є термінологічні бази даних, глосарії, спеціалізовані словники, наукові журнали, а також інтернет-ресурси.

Застосування інформаційних ресурсів допомагає перекладачам забезпечити єдність термінології в проекті, що особливо важливо при роботі з технічними або юридичними текстами. Наприклад, термінологічні бази даних можуть використовуватися для підтримання стандартизації термінів у багатомовних проектах.

Ефективне використання ресурсів у перекладацькій діяльності передбачає їх **взаємодію**. Наприклад, перекладачі використовують САТ-інструменти, які інтегрують перекладацькі пам'яті та глосарії, щоб пришвидшити роботу і забезпечити високу точність термінології. Менеджери проектів використовують системи керування проектами для розподілу завдань серед перекладачів та забезпечення дотримання термінів, а QA-інструменти допомагають перевіряти якість кінцевого продукту.

Таким чином, всі види ресурсів — людські, технологічні та інформаційні — працюють у комплексі для досягнення спільної мети: надання якісних перекладацьких послуг в умовах обмежених термінів та бюджетів. Оптимальне управління цими ресурсами дозволяє компаніям залишатися конкурентоспроможними на сучасному ринку перекладацьких послуг.

На рисунку 1.1 можна побачити схему взаємодії ресурсів у перекладацькій компанії.

**Схема взаємодії ресурсів у перекладацькому процесі**

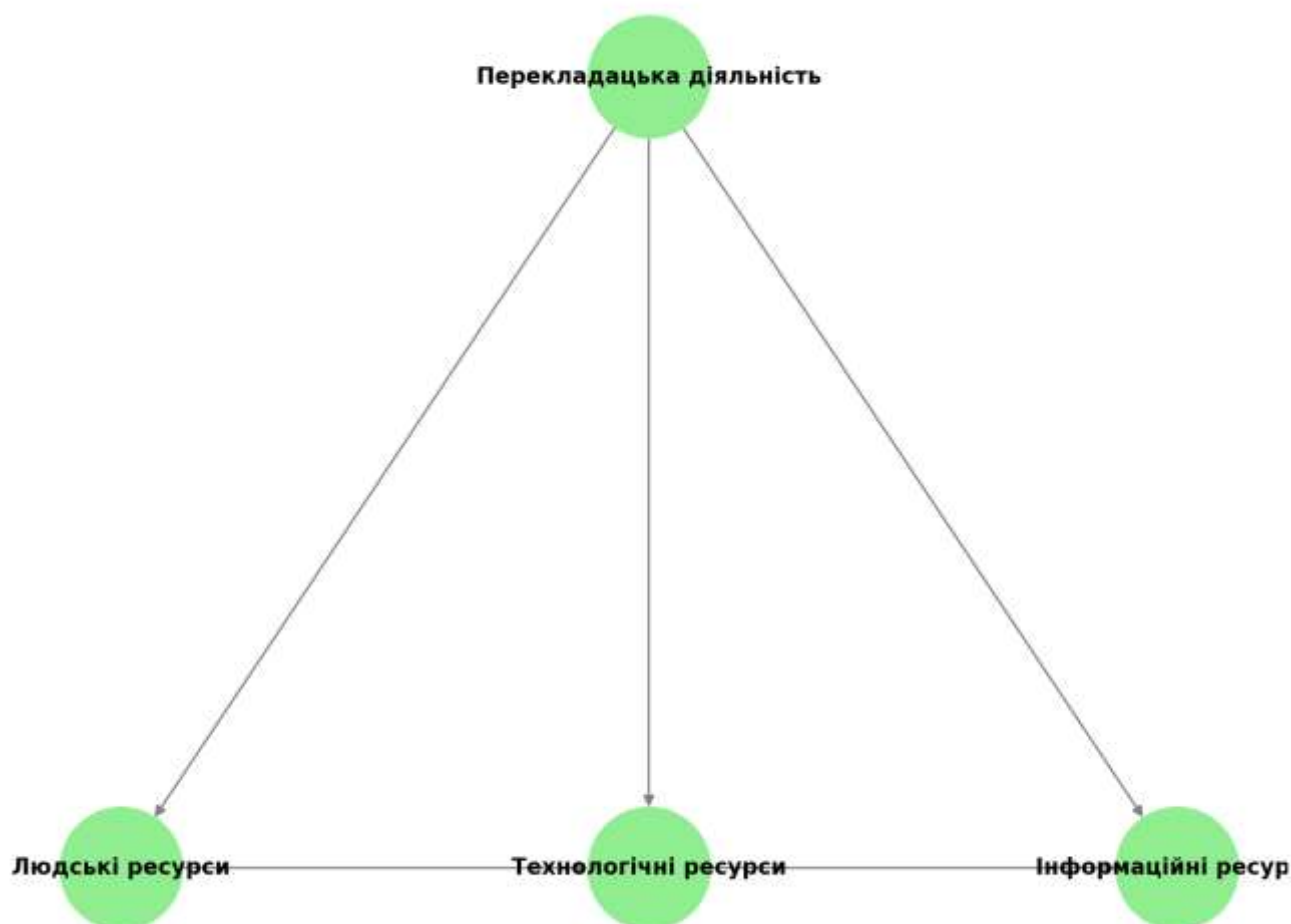




Рисунок 1.1. Схема взаємодії ресурсів у перекладацькому процесі

### 1.3. Роль проектних менеджерів у розподілі ресурсів

Проектний менеджмент є основоположним елементом в діяльності перекладацьких компаній, адже забезпечує оптимальний розподіл ресурсів для виконання перекладацьких проєктів.

Проектний менеджер (ПМ) відіграє ключову роль у координації людських, технологічних та інформаційних ресурсів, а також у забезпеченні дотримання термінів і якості виконаних робіт. Ефективне управління цими ресурсами сприяє своєчасному виконанню проєктів та задоволенню вимог клієнтів.

Перший етап роботи проектного менеджера полягає в детальному **плануванні та оцінці ресурсів**, необхідних для виконання проєкту. Це включає оцінку:

- обсягу тексту та його складності,
- типу необхідного перекладу (технічний, юридичний, художній),
- вимог клієнта щодо термінології та стилістики.

Проектний менеджер повинен вирішити, які ресурси будуть задіяні для проєкту: людські ресурси (перекладачі, редактори, коректори), технологічні ресурси (CAT-інструменти, системи управління проєктами, інструменти контролю якості) та інформаційні ресурси (глосарії, бази даних термінів).

Таблиця 1.1.

#### Приклад планування ресурсів

Тип ресурсу	Деталі	Призначення	Відповідальні особи
Людські ресурси	Перекладачі з досвідом у технічних перекладах	Виконання перекладу технічних документів	Перекладачі, редактори
Технологічні ресурси	CAT-інструменти (Trados, MemoQ)	Автоматизація перекладу та зменшення помилок	Менеджер проєкту, перекладачі

Інформаційні ресурси	Термінологічні бази та глосарії	Підтримання термінологічної послідовності	Перекладачі, редактори
----------------------	---------------------------------	---	------------------------

Другим етапом є **розподіл ресурсів**. Людські ресурси є одними з найважливіших елементів у перекладацькому процесі, і від їхнього ефективного розподілу залежить успіх проєкту. Проєктний менеджер координує роботу перекладачів, редакторів, коректорів, а також фахівців із забезпечення якості. Вибір відповідних фахівців залежить від специфіки проєкту та вимог клієнта.

Роль ПМ у розподілі людських ресурсів:

- Оцінка навичок перекладачів та їх відповідність тематиці проєкту.
- Визначення необхідності залучення редакторів або коректорів для перевірки тексту.
- Забезпечення комунікації між командою для дотримання послідовності у перекладі (особливо у великих проєктах з багатьма перекладачами).



Рисунок 1.2. Розподіл людських ресурсів у перекладацькому проєкті

Наступним кроком є **управління технологічними ресурсами**. Технологічні ресурси, такі як САТ-інструменти (Computer-Aided Translation), системи контролю якості (QA) та перекладацькі пам'яті (Translation Memory), суттєво впливають на ефективність перекладацької команди. Проєктний менеджер забезпечує вибір та налаштування цих інструментів для проєкту. [1]

Основні технологічні ресурси, які використовуються у перекладі:

- САТ-інструменти: автоматизують процес перекладу, зменшуючи витрати часу та помилки, пов'язані з повторюваними фрагментами тексту.
- Системи контролю якості: перевіряють термінологію, орфографію та інші аспекти перекладу, що допомагає уникати дрібних помилок.
- Перекладацькі пам'яті: дозволяють зберігати й повторно використовувати попередні переклади, що особливо корисно для проєктів зі схожою термінологією.

PM відповідає за налаштування та інтеграцію цих технологічних інструментів у роботу команди. Наприклад, менеджер може встановити САТ-інструменти, такі як SDL Trados або MemoQ, щоб забезпечити спільну роботу над великими текстами, а також використовувати автоматизовані інструменти контролю якості для перевірки перекладу на наявність помилок.

Проєктний менеджер також відповідає за **дотримання встановлених термінів та бюджету проєкту**. У процесі управління ресурсами дуже важливо:

- Скласти детальний графік виконання завдань.
- Контролювати навантаження на перекладачів та редакторів, щоб уникнути перевантаження й помилок через надмірну роботу.
- Вести моніторинг витрат на кожен етап проєкту, зокрема витрати на роботу перекладачів та використання технологічних ресурсів.

Приклад графіку виконання проєкту:

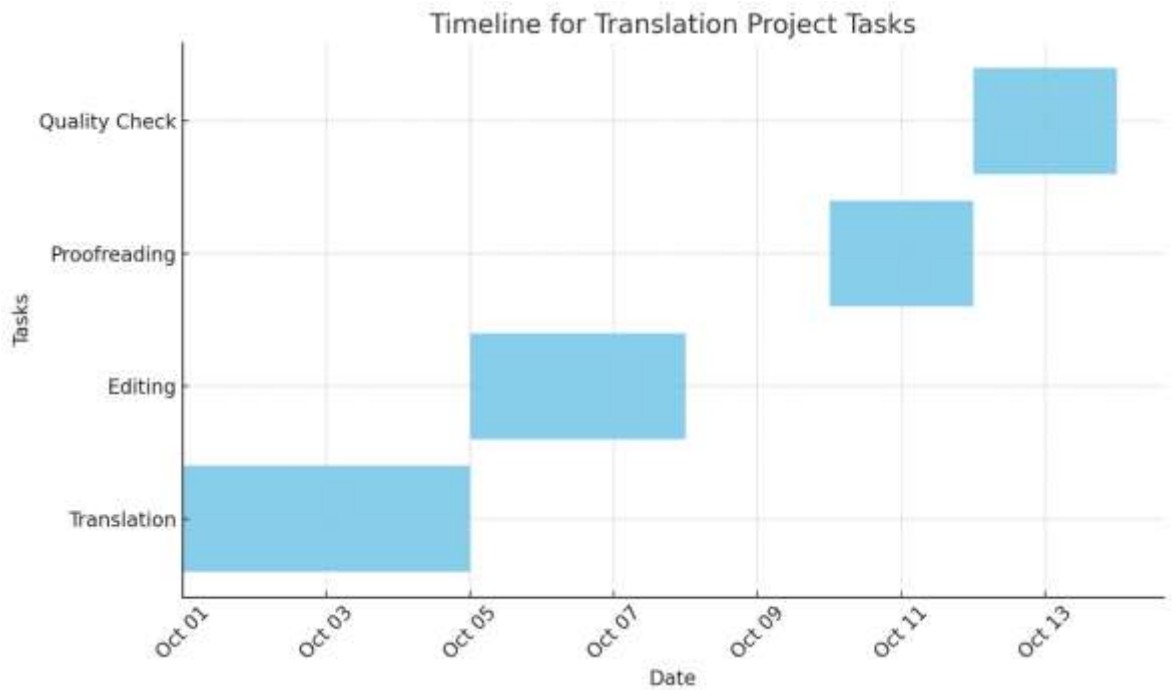


Рисунок 1.3. Контроль термінів виконання перекладацького проєкту

**Забезпечення якості** є одним із ключових завдань проєктного менеджера. ПМ організовує процес перевірки перекладу та взаємодії між редакторами і фахівцями з контролю якості. Після завершення перекладу текст перевіряється на відповідність термінології, граматиці, стилю та іншим аспектам.

Залучення систем контролю якості на цьому етапі допомагає проєктному менеджеру відслідковувати можливі помилки та забезпечити високий рівень якості перекладу.

Останнім етапом є прямо **комунікація із клієнтами**. Проєктний менеджер є головною контактною особою для клієнта протягом всього виконання проєкту. ПМ відповідає за:

- Збір та уточнення вимог клієнта.
- Постійний зворотний зв'язок щодо ходу виконання проєкту.
- Узгодження змін у проєкті, якщо це необхідно (наприклад, внесення змін у термінологію або розширення обсягу роботи).

Ефективна комунікація з клієнтом є вирішальним фактором для успішного виконання проєкту, оскільки вона дозволяє уникати непорозумінь і забезпечує виконання всіх вимог замовника.

Отже, проєктний менеджер відіграє ключову роль в успішному виконанні перекладацьких проєктів, забезпечуючи правильний розподіл людських, технологічних та інформаційних ресурсів. Його робота включає не лише координацію команди, але й планування, контроль якості, комунікацію з клієнтом і управління технологічними ресурсами. Ефективне управління всіма цими аспектами дозволяє не лише своєчасно виконувати проєкти, але й забезпечує високий рівень якості перекладу та задоволення клієнтів.

#### 1.4. Процес перекладу

У наш час практично всі професійні перекладачі використовують у своїй роботі комп'ютери і ІТ-технології.

Засоби перекладу, в різних його формах, можна використовувати на всіх етапах сучасного процесу перекладу.

Однак, це залежить не тільки від перекладу, а й підготовчих дій, таких як створення паралельного корпусу, поєднання вихідного та цільового текстів або аналіз термінології технічних документів на етапі перекладу, а також після публікації.

Процес перекладу складається з декількох послідовних етапів, що відрізняються своєю специфікою і вимагають використання різних засобів машинного перекладу та програмного забезпечення.

Залежно від типу завдання їх можна розділити на 6 категорій: аналіз вихідного файлу, власне переклад, редагування, вичитка, виконання автоматизованою перевірки тексту і остаточне оформлення документа (верстання).



Рисунок 1.4. Послідовність етапів перекладу

Кожен етап потребує використання певних комп'ютерних програм. З метою формування уявлення, що відбувається на кожному з етапів і які саме програми використовуються, розглянемо кожен із них окремо нижче.

Першим етапом є **аналіз вихідних даних**. Клієнти в перекладацьких компаніях та люди, які мають досвід роботи з ними, одразу надсилають готові для перекладу файли різних форматів.

Все, що потрібно зробити перекладацькій компанії або перекладачу, це перевірити їх сумісність із програмним забезпеченням, встановленим на робочому комп'ютері, і, якщо необхідно, перерахувати слова/символи та відсоток збігів (no match).

При першій роботі з новим типом файлу також слід виконати транслятор, тобто перевірити, чи можна створити вихідний файл без помилок, якщо потрібно надіслати клієнту непрацюючі файли двомовними, які є кінцевим документом.

Крім того, має сенс використовувати фіктивні переклади під час роботи над програмним забезпеченням, щоб заздалегідь зрозуміти, чи достатньо місця в полях, відведених для тексту, наприклад, кирилиці, і переконатися, що всі текстові абзаци введено правильно.

Часто клієнти, які не мають досвіду співпраці з перекладацькими компаніями, надсилають документи перекладу, не звертаючи уваги на їх формат. Од-

нак, мабуть, важливіше розуміти, які зусилля потрібні для обробки файлу різними програмами.

Наприклад, поширений випадок – сканований документ у форматі зображення або PDF. У цьому випадку текст спочатку необхідно ідентифікувати, відформатувати відповідно до оригіналу та перевести у двомовну форму для перекладу.

Звичайно, для цього завдання можна використовувати стандартні програми Microsoft Office, такі як Word, Excel або звичайні текстові редактори. Але якщо розрахувати середню швидкість друку в 200 символів (або 40 слів) за хвилину, то для обробки загальноприйнятої сторінки перекладу (1800 символів) буде потрібно 9 хвилин без урахування часу форматування відповідно до «походження».

Для порівняння, середня швидкість роботи перекладача становить 250 слів на годину або 8 сторінок на день.

Отже, після простого підрахунку стає зрозуміло, що при 10 друкованих сторінках агентству знадобиться додатково півтори години робочого часу на обробку погано відформатованих файлів.

Це призводить до збільшення витрат і, таким чином, впливає на кінцеву вартість послуги.

Щоб уникнути непотрібних витрат, існує велика кількість як окремих програм, так і мережевих сервісів. Серед них, зокрема:

- Kofax OmniPage — програма, призначена для оптимізації робочих процесів підприємств і організацій;
- ABBYY FineReader — одна з перших програм розпізнавання тексту на ринку, здатна працювати з багатьма форматами, має онлайн-версію з певними обмеженнями;
- Adobe Acrobat Pro DC — рішення від провідної компанії-виробника ПЗ Adobe з великою кількістю функцій, яке може працювати зі хмарою;
- FreeOCR — безкоштовна альтернатива, побудована на рушії Tesseract від компанії Google.

У таблиці 1.2., яка наведена нижче, можна побачити переваги та недоліки кожної з вищезазначених програм.

Таблиця 1.2.

### Порівняльна таблиця програм для розпізнавання тексту.

Сервіс	Переваги (+)	Недоліки (-)
Kofax OmniPage	- Орієнтована на підприємства та організації - Висока точність розпізнавання - Зручний інтерфейс	- Висока вартість ліцензії - Обмежена кількість мов розпізнавання
ABBYY FineReader	- Підтримує багато форматів - Висока якість розпізнавання - Наявність онлайн-версії	- Деякі функції обмежені в онлайн-версії - Ліцензія потребує значних витрат
Adobe Acrobat Pro DC	- Інтеграція з хмарними сервісами - Великий набір функцій - Легка інтеграція з іншими продуктами Adobe	- Висока ціна - Необхідність підписки для повного функціоналу
FreeOCR	- Безкоштовний доступ - Використовує відкритий рушій Tesseract - Простий інтерфейс	- Обмежений функціонал - Нижча точність порівняно з платними програмами

Щоб визначити, якими навичками повинен володіти перекладач на цьому етапі, розглянемо один із засобів, що автоматизують цей процес, програму оптичного розпізнавання тексту ABBYY FineReader. [2]

За власними даними ABBYY, ним користується третина компаній зі 100 Forbes і понад 50 мільйонів людей у понад 200 країнах. ABBYY FineReader дозволяє швидко та чітко розпізнавати текст або документи, відскановані із зображень, і перетворювати їх на редаговані електронні файли або PDF-файли з можливістю пошуку.

Технологія адаптивного розпізнавання документів допомагає зберегти оригінальну структуру багатосторінкових документів.

Це також стосується таблиць, приміток, нумерації, змісту, порядку сторінок, розміщення текстових блоків тощо.

ABBYY FineReader підтримує розпізнавання тексту в таких форматах:

- PDF, включно з PDF/A, PDF/UA;
- зображення TIFF, JPEG, PNG, BMP, PCX, GIF, DjVu, XPS;
- документи, доступні для редагування DOC(X), XLS(X), PPT(X),



VSD(X), HTML, RTF, TXT, ODT, ODS, ODP.

Отримані текстові дані доступні для редагування в самій програмі та у вигляді експортованого файлу, який може бути у будь-якому з наведених вище форматів, а також у форматі електронної книги EPUB або FB2.

На цьому етапі перекладач повинен володіти технічними знаннями про можливі типи файлів і вміти працювати з ними, щоб заощадити час і таким чином підвищити власну продуктивність або продуктивність команди, якщо це перекладацька компанія. [3]

Наступним кроком (або першим кроком, якщо клієнт одразу надсилає файли в потрібному форматі без ідентифікації/редагування) підготовки до перекладу є створення проекту та конвертація файлів у потрібний формат.

Працювати в одному з форматів, доступних у програмі CAT перекладача, або завантажуючи їх на сервер, якщо робота над ними відбуватиметься в онлайн-редакторі або зі спільним доступом кількох осіб.

На цьому **етапі перекладу** перекладач вимагає найбільших навичок, оскільки це основна навичка в процесі, вимагає найбільше часу та передбачає активну взаємодію принаймні з одним інструментом CAT.

Наступним етапом після перекладу є **ефективна робота із CAT-інструментами**.

*Computer-assisted translation* або *computer-aided translation* (CAT) є видом перекладу з однієї мови на іншу, за якого людина-перекладач користується комп'ютерним обладнанням задля оптимізації та здійснення перекладу. [11] Сучасні CAT-інструменти розроблені на основі великої кількості засобів, метою яких є прискорення роботи перекладача та підвищення його продуктивності шляхом виконання певних завдань за допомогою комп'ютера. Назва CAT-інструменти узагальнено позначає сучасні перекладацькі технології.

Робоча станція являє собою інтегроване комп'ютерне середовище для переведення файлів в електронний формат, основною ланкою якого є перекладач. Перші CAT-інструменти виникли на початку 1990-х років як системи для управління термінологією. З того часу вони значно еволюціонували, отримав-

ши нові можливості, такі як управління проєктами, оцінка якості перекладу, а також інтеграція з різними двигунами машинного перекладу.

Сьогодні на ринку доступно багато різноманітних CAT-інструментів, кожен із яких має унікальний набір функцій, орієнтованих на певні завдання, і підтримує різні формати файлів. Хоча деякі програми здатні охоплювати широкий спектр задач, зазвичай одного інструмента автоматизації перекладу недостатньо. Перекладач повинен володіти принаймні кількома з них, оскільки бюро перекладів обслуговують різних клієнтів, які можуть використовувати різне програмне забезпечення. Крім того, навіть один клієнт може надавати проєкти для виконання в різних системах одночасно. Це може бути, наприклад, переклад технічної документації програми у SDL Trados Studio та паралельна локалізація цієї програми в SDL Passolo. Або виконайте переклад за допомогою Translation Workspace XLIFF Editor і виконайте автоматичні перевірки за допомогою інструмента Linguistic ToolBox.

Отже, доки розпочати роботу, перекладачеві необхідно зрозуміти, яке програмне забезпечення використовувати, особливості, приклади використання тощо. Чим вище рівень навичок перекладача у виборі та використанні підходящої програми для перекладу та автоматичної перевірки, тим вища його продуктивність за рахунок економії часу під час роботи зі звичними інструментами.

Доступні CAT-інструменти та перекладацькі системи можна представити у вигляді наведеної нижче таблиці 1.3.:

Таблиця 1.3.

**САТ-інструменти**

САТ-інструменти	Платні	Безкоштовні
Онлайнві	Memsource Wordbee XTM Cloud Crowdin	Smartcat MateCat Wordfast Anywhere
Окремі програми	SDL Trados Studio memoQ Wordfast (Classic і Pro) Memsource (пропр. верс.)	OmegaT CafeTran Espresso

SDL Trados Studio — це універсальна система автоматичного перекладу та керування проектами, яка найчастіше використовується професійними перекладачами та агентствами.

Він багатофункціональний і розповсюджений по всьому світу. Він підтримує понад 70 різних форматів файлів, має вбудовану функцію розпізнавання документів PDF і іноді може зберігати додаткові інструменти, такі як ABBYY FineReader.

SDL Trados Studio включає інструменти машинного перекладу та постредагування, інтегровані у ваш робочий процес. Якщо відповідної одиниці перекладу не знайдено, програма замінить машинний переклад цільовим сегментом, який можна редагувати.

Основним недоліком SDL Trados Studio є те, що багато його функцій є дуже ситуативними та зазвичай не використовуються в повсякденній перекладацькій роботі, що ускладнює їх освоєння деякими користувачами.

Kilgray memoQ є головним конкурентом SDL Trados Studio на ринку, оскільки має подібні функції, продуктивність і вартість придбання. Тому цю програму так само складно освоїти, як і її аналог SDL.

Обидві вищезгадані програми можуть працювати з двомовними файлами одна одної та відкривати їх для аналізу та вичитки.

Smartcat — це автоматизована система онлайн-перекладу з усіма основними функціями традиційних інструментів CAT, включаючи пам'ять перекладів, керування термінологією, машинний переклад і можливість одночасної роботи кількох перекладачів над одним документом.

Цільова аудиторія: перекладачі та компанії.

Smartcat пропонується у форматі програмного забезпечення як послуги (SaaS). Доступ здійснюється через Інтернет.

Crowdin — платна веб-платформа для керування перекладами. Фокус роботи – локалізація програмного забезпечення. Ця система орієнтована на розробників мобільних додатків, веб-сайтів, документів, ігор тощо.

Особливістю Crowdin є краудсорсинг, можливість запрошувати користувачів допомогти перекласти та локалізувати ваш продукт на інші мови.

Crowdin підтримує стандартні формати перекладу (XLIFF, XML тощо), а також переклад програмного забезпечення, файлів вихідного коду та програм для мобільних платформ, таких як Android, iOS та Windows 10 Mobile.

Можемо підсумувати переваги та недоліки, використовувати ці чи інші програми.

Переваги автономних програм для автоматичного перекладу:

- Можливість роботи без доступу до Інтернету.
- Незалежно від сервера: програма працює, поки пристрій користувача увімкнено.

Недоліки автономних програм автоматичного перекладу:

- Потрібне встановлення програмного забезпечення на пристрої.
- Ліцензія зазвичай пов'язана з пристроєм.
- Більшість програм працюють лише на комп'ютерах Windows.
- Безпека даних залежить лише від стану пристрою, а пошкодження або втрата пристрою може призвести до втрати всіх документів.

- Довге очікування оновлення або виправлення.

Переваги онлайн-інструментів автоматичного перекладу:

- Не потрібно інстальювати програмне забезпечення.

- доступний через браузер з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету.
  - Автоматично зберігати дані в реальному часі, щоб зменшити ризик втрати.
  - Зручна організація співпраці кількох перекладачів на одному проекті.
  - Виконуйте оновлення та виправлення програмного забезпечення.
- Недоліки онлайн-інструментів для автоматичного перекладу:
- Під час роботи в мережі існує ризик злому та крадіжки даних (хоча це також можливо з офлайн-програмами).
  - Сильно залежить від високоякісного та стабільного підключення до Інтернету.

Після перекладу потрібно привести всі файли до початкового формату за допомогою **верстки**.

Друковані або електронні тексти проходять звичайні процеси (редагування, верстка, презентація, вичитка), перш ніж досягти кінцевого користувача або замовника.

Переклади документів і текстів також підлягають такому виду обробки документів.

Під час перекладу потрібно максимально правдиво відтворювати оригінальний текст, а не будувати його на основі власної уяви.

Креативність та інноваційні підходи не тільки небажані, але й шкідливі та непотрібні.

Структура перекладу важлива, оскільки він відтворює оригінальний текст із точністю 1:1.

Процес перекладу документа виконується на комп'ютері за допомогою спеціального програмного забезпечення і вимагає створення копії документа для друку в друкарні або на стаціонарному принтері.

Залежно від складності, це може відбуватися паралельно з перекладом.

Частина перекладу є останнім кроком у процесі обробки перекладеного документа та включає в собі:

- Діаграми
- Плани
- Фотографії
- Малюнки
- Діаграми
- Списки
- Графіки
- Таблиці
- Діаграми тощо

Це означає, що якщо замовник замовляє переклад документа, який має певну структуру та формат і потребує повторення - знадобиться план та форматування.

Приклади «складних» документів:

- Технічна документація
- Креслення
- Рекламні проспекти або брошури
- Презентації
- Газети/журнали
- Каталоги

Комп'ютерний фотонабір можна виконувати за допомогою різноманітних технічних засобів та програмних забезпечень.

Вибір інструментів залежить від того, в якому форматі клієнт хоче надрукувати документ.

Для друку на принтері достатньо редагування фахівцями компанії перекладів, включаючи самого перекладача і друкарську машинку, або фахівця з вверстування, якщо такий є.

Якщо переклад буде надано електронного файлу і потрібно замінити лише текст, макет буде мінімальним.

При цьому необхідно дотримуватися таких вимог, як розмір шрифту, колір, повторюваність композиції тощо.

Для верстки технічної документації, газет, журналів, рекламних проспектів, буклетів, каталогів тощо використовуються дизайнери та спеціальне програмне забезпечення (наприклад, графічні редактори та візуальні редактори).

Для таких документів можна використовувати такі ПЗ:

- Пакети програм Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Publisher)
- Adobe Acrobat
- Adobe InDesign
- Adobe Photoshop
- Adobe Illustrator
- Page Maker
- Corel Draw

Приклад форматування файлу у програмі Adobe InDesign після його перекладу.

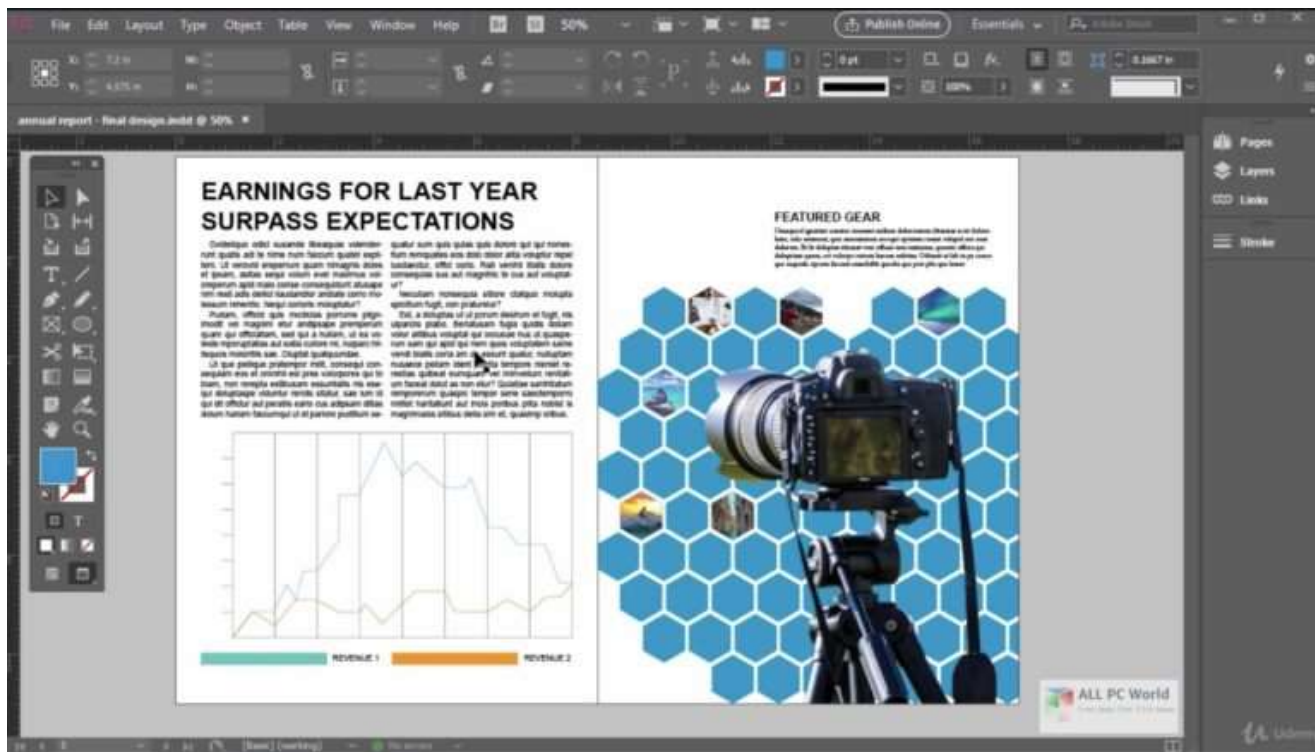


Рисунок 1.5. Інтерфейс програми Adobe InDesign під час верстки файлу

**Перевірка якості перекладу** (або *Quality control program*) — це інструмент, який виявляє типові помилки в перекладених текстах за допомогою заданих раніше параметрів.

Працює лише з двомовними файлами, створеними за допомогою програми SAT.

Завдання редактора — це проаналізувати сорсовий (оригінальний) текст і перекладений текст у певному сегменті та виявити підозрілі збіги.

Після завершення завдання редактор отримує звіт про знайдені помилки та вирішує, чи це справжні помилки, чи просто помилкові спрацьовування.

Багато розробників систем машинного перекладу включають такі інструменти у свої програми.

До них належать *SDL Trados Studio*, *memoQ*, **Wordfast**, *Across* тощо.

Крім того, існує багато автономних інструментів, найпопулярнішими з яких є *Xbench*, *QA Distiller*, *Verifica*, *ErrorSpy* і *Linguistic Toolbox*.

Параметри кожного контролера можна налаштувати відповідно до потреб і побажань клієнта та зберегти в окремих конфігураційних файлах.

Це дозволяє довгостроково співпрацювати та використовувати з кількома клієнтами, чий проект вимагають різних типів контролерів.

Стандартні основні перевірки включають:

- Знайти різні переклади одного вихідного сегмента або ідентичні переклади різних сегментів.
- Різні символи в кінці сегмента.
- Неправильна передача одиниць вимірювання, символів дробів тощо.
- У цільовому сегменті відсутні цифри, теги або аббревіатури.
- Довжина тексту значно відрізняється.
- Переклад терміну відрізняється від наведеного в глосарії.
- Відсутні дужки, неправильні лапки тощо.
- Орфографічна помилка.



Вибір правильних перевірок заощадить час перекладачів/редакторів і дозволить їм зосередитися на перевірці вмісту та адаптації тексту до вимог клієнта.

### 1.5. Аналіз завантаженості перекладачів та проектних менеджерів

Однією з ключових проблем перекладацьких компаній є управління робочим навантаженням команди, зокрема перекладачів та проектних менеджерів. Ефективний розподіл завдань впливає на швидкість виконання проєктів, якість перекладу та загальну задоволеність клієнтів. У компанії "Інтекст" велика увага приділяється аналізу завантаженості кожного члена команди з метою оптимізації робочих процесів.

За даними внутрішньої статистики компанії "Інтекст" (вигадані дані для дипломної роботи), щоденна норма перекладу для одного перекладача становить приблизно 2500-3000 слів. Однак, у періоди пікової завантаженості, наприклад, під час великих проєктів, цей показник може зростати до 4000-4500 слів на день. Це перевантаження часто призводить до погіршення якості роботи та збільшення часу на редагування і коректуру.

Аналіз показує, що середня тривалість роботи над одним документом об'ємом 10 000 слів становить 4-5 робочих днів у звичайному режимі. Якщо в проєкті задіяно кілька перекладачів, компанія стикається з необхідністю забезпечення послідовності термінології, що збільшує час на узгодження текстів.

Приклад завантаженості перекладачів за тиждень можна подивитися у таблиці 1.4.:

### Приклад завантаженості перекладачів

Перекладач	Кількість слів на переклад	Дні на виконання	Кількість проєктів на тиждень
Translator 1	14 000	6	3
Translator 2	18 000	7	4
Translator 3	12 500	5	3
Translator 4	20 000	8	5
Translator 5	13 500	6	3
Translator 6	14 500	7	3
Translator 7	12 000	5	3
Translator 8	15 500	6	4
Translator 9	16 000	7	4
Translator 10	17 500	6	4
Translator 11	18 500	7	5
Translator 12	19 000	8	5
Translator 13	19 500	7	4
Translator 14	20 500	9	6
Translator 15	15 000	6	3
Translator 16	16 500	6	4
Translator 17	17 000	8	4
Translator 18	13 000	5	3
Translator 19	11 000	4	3
Translator 20	14 500	7	4

Як видно з таблиці, робоче навантаження на перекладачів нерівномірне, що створює труднощі в управлінні термінами виконання проєктів. Перекладачі можуть працювати на кілька проєктів одночасно, що збільшує ризик перевищення термінів.

В той же час, проєктні менеджери в компанії "Інтект" також мають значне навантаження, особливо під час координації великих міжнародних проєктів. Один менеджер може працювати з 5-7 проєктами одночасно, що включає координацію роботи перекладачів, редакторів, а також безперервне спілкування з клієнтами. В середньому, проєктний менеджер у компанії витрачає близько 2-3 годин на день на обробку запитів від клієнтів та 1-2 години на контроль якості виконаних перекладів.

Таблиця 1.5.

### Приклад завантаженості проєктних менеджерів

Менеджер проєкту	Кількість проєктів на тиждень	Час на клієнтську підтримку (год./день)	Час на координацію перекладачів (год./день)
Project Manager 1	6	3	2
Project Manager 2	7	2.5	2.5
Project Manager 3	5	2	3
Project Manager 4	8	3.5	2
Project Manager 5	9	4	1.5
Project Manager 6	7	3	2.5
Project Manager 7	8	3.5	2
Project Manager 8	6	2.5	3
Project Manager 9	5	2	3.5
Project Manager 10	9	3	2.5

Надмірне навантаження на проєктних менеджерів призводить до зниження ефективності роботи та можливих комунікаційних помилок, що може вплинути на результати проєктів.

Одна з основних проблем, з якою стикаються як перекладачі, так і проєктні менеджери, полягає в нерівномірному розподілі робочих завдань, що призводить до перевантаження окремих членів команди, зниження якості роботи та ризику затримки виконання проєктів. Використання методів лінійного програмування (ЛП) може стати ефективним інструментом для оптимізації розподілу ресурсів, мінімізації перевантаження та підвищення загальної продуктивності команди.

Проблеми перевантаження включають в себе:

- **Нерівномірний розподіл завдань серед перекладачів:** у компанії часто трапляються ситуації, коли частина перекладачів працює на кілька великих проєктів одночасно, тоді як інші можуть бути недовантажені. Це спричиняє ризики недотримання термінів або зниження якості через втому та перевантаження.
- **Перевантаження проєктних менеджерів:** менеджери, які одночасно координують кілька проєктів, витрачають значний час на спілкування з

клієнтами, контроль виконання завдань та узгодження термінів. Це перевантаження може призводити до помилок у комунікації та недостатньо швидкого реагування на зміни в проєкті.

- **Неможливість дотримання термінів:** через перевантаження окремих співробітників час на виконання завдань збільшується, що негативно впливає на строки здачі проєктів, особливо у випадках, коли потрібно виконати термінові замовлення.
- **Зниження якості перекладу:** перевантажені перекладачі частіше роблять помилки, а перевірка якості може вимагати більше часу, що ще більше затримує завершення проєктів.

Щоб вирішити нашу проблему, ми будемо застосовувати лінійне програмування. Лінійне програмування (або ЛП) є математичним методом для знаходження оптимального рішення в задачах, де є обмежені ресурси та необхідність максимізувати або мінімізувати певну цільову функцію. У контексті оптимізації розподілу ресурсів у перекладацькій компанії лінійне програмування може допомогти:

- Збалансувати робоче навантаження між перекладачами і проєктними менеджерами.
- Мінімізувати час на виконання проєктів, забезпечивши своєчасне виконання завдань.
- Оптимізувати витрати на роботу, зменшивши перевантаження та підвищивши ефективність роботи команди.

Мета оптимізації це мінімізувати загальну кількість часу, необхідного для завершення всіх проєктів, або зменшити кількість перевантажених співробітників, забезпечивши рівномірний розподіл завдань.

## 1.6. Статистичні дані про кількість проєктів та обсяги роботи

Для успішної оптимізації процесів у перекладацькій компанії необхідно мати чітке розуміння статистики робочих обсягів, кількості проєктів, які виконуються щомісячно, та завантаженості перекладачів і проєктних менеджерів. У цьому розділі буде представлено аналіз статистичних даних компанії "Інтекст" за останні 12 місяців (вигадані дані для дипломної роботи), що включає кількість завершених проєктів, загальний обсяг перекладених слів та середній час виконання одного проєкту.

Протягом року кількість проєктів, які виконувала компанія "Інтекст", коливалася в залежності від сезонних піків та завантаженості клієнтів. Нижче наведена таблиця, що відображає кількість проєктів у кожному місяці та загальний обсяг перекладених слів.

Таблиця 1.6.

#### Кількість проєктів та обсяги роботи

Місяць	Кількість проєктів	Загальний обсяг перекладених слів	Середній обсяг на проєкт
Січень	65	950 000	14 615
Лютий	72	1 020 000	14 167
Березень	80	1 200 000	15 000
Квітень	68	980 000	14 412
Травень	74	1 040 000	14 054
Червень	90	1 350 000	15 000
Липень	85	1 290 000	15 176
Серпень	95	1 425 000	15 000
Вересень	100	1 500 000	15 000
Жовтень	110	1 650 000	15 000
Листопад	105	1 575 000	15 000
Грудень	120	1 800 000	15 000

Або також дані таблиці можна показати у вигляді стовбчастої діаграми:

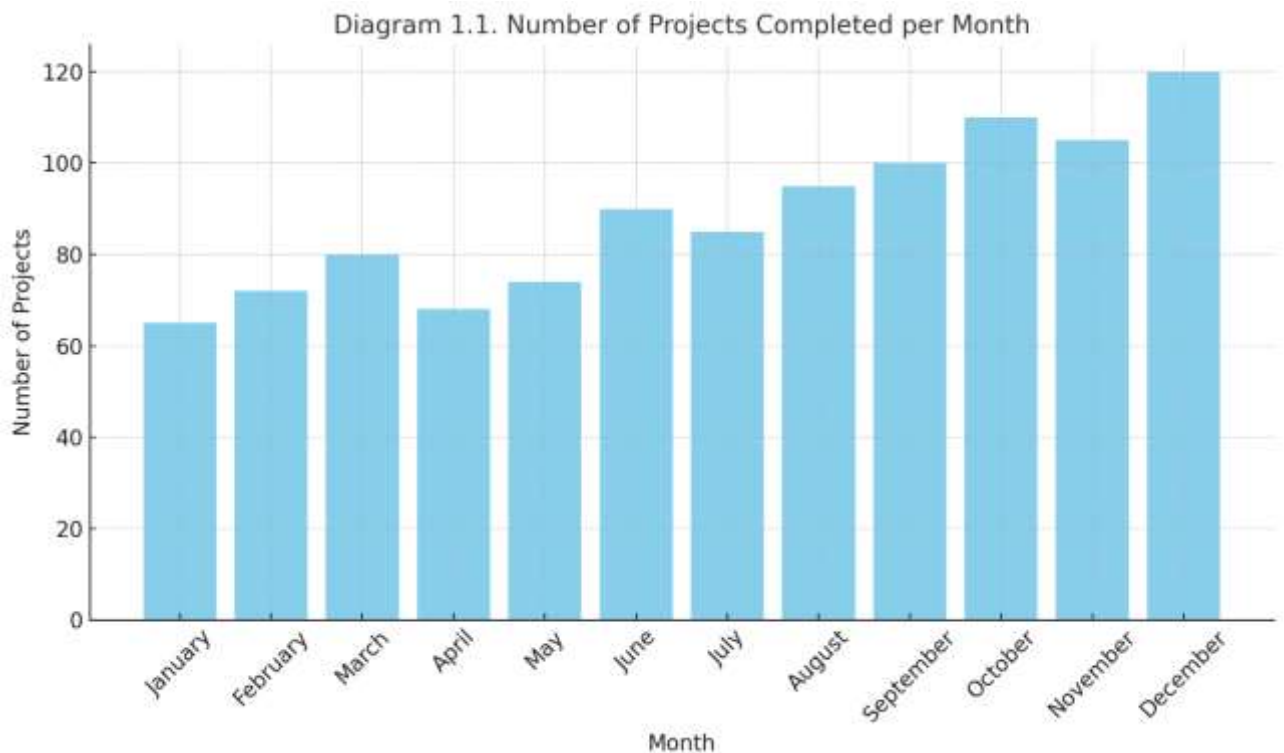


Рисунок 1.6. Кількість проєктів за місяць

Середній обсяг перекладу на один проєкт у компанії "Інтекст" становить близько 15 000 слів. Проте є суттєві коливання залежно від типу проєкту: технічні переклади зазвичай мають більший обсяг, тоді як маркетингові або юридичні документи можуть бути меншими за обсягом, але більш складними в роботі через специфіку термінології.

Формально, середній обсяг перекладених слів на проєкт можна описати такою формулою:

$$s_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{N} \quad (1.1)$$

де  $s_{avg}$  - середній обсяг слів на проєкт,  $S_i$  - обсяг слів в  $i$ -му проєкті,  $N$  — кількість проєктів за аналізований період.

За рік компанія "Інтекст" переклала загалом 16 880 000 слів, що свідчить про активне завантаження перекладацьких ресурсів. Найвищий обсяг робіт припадає на останній квартал року, коли обсяг перекладених слів значно зростає через збільшення кількості великих корпоративних замовлень.

Час виконання проєкту залежить від кількості слів, типу документа та спеціалізації перекладу. У середньому, переклад одного проєкту займає 7 робочих днів, проте для великих або спеціалізованих проєктів (технічних або медичних) час може зрости до 10-12 днів.

Залежність між часом виконання та обсягом перекладу можна описати за допомогою лінійної моделі:

$$T_{prj} = a + \beta S_{prj} \quad (1.2)$$

де  $T_{prj}$  - час на виконання проєкту (у днях),  $S_{prj}$  - обсяг проєкту в словах,  $a$  - час на початкові організаційні заходи (узгодження термінології, планування),  $\beta$  - коефіцієнт швидкості перекладу (час на переклад одного слова).

Як видно з таблиці 4, в осінній та зимовий періоди компанія відзначає суттєве зростання кількості проєктів та обсягів роботи. Це можна пояснити сезонними факторами, такими як активізація міжнародних контрактів і збільшення замовлень з боку компаній перед кінцем фінансового року.

Для прогнозування завантаженості компанії наступного року можна використовувати лінійну регресію або часові ряди, які враховують історичні дані про виконані проєкти та обсяги перекладу.

В середньому, один перекладач у компанії "Інтекст" перекладає 3000 слів на день, що дозволяє виконувати великі обсяги робіт у короткі терміни. Проте аналіз показує, що продуктивність перекладачів може значно варіюватися в залежності від складності проєкту та завантаженості менеджерів.

Продуктивність проєктних менеджерів також має важливе значення для швидкості виконання проєктів. У середньому, один менеджер управляє 6-7 проєктами одночасно, витрачаючи на кожен проєкт 2-3 години на день для координації перекладачів та спілкування з клієнтами.

Тобто, статистичні дані про кількість проєктів і обсяги перекладеної роботи дозволяють краще розуміти динаміку завантаженості компанії "Інтекст" та необхідність оптимізації процесів для забезпечення ефективності роботи. Застосування математичних моделей, таких як лінійне програмування та аналіз

часових рядів, допоможе покращити розподіл завдань, прогнозувати навантаження і забезпечити якісне виконання проєктів у визначені терміни.

### 1.7 Висновки до розділу

Аналіз діяльності компанії "Інтект" показує, що ця перекладацька агенція є важливим гравцем на ринку, надаючи широкий спектр послуг у різних галузях. За більш ніж 20 років роботи "Інтект" встигла стати надійним партнером для багатьох міжнародних компаній, забезпечуючи не тільки якісні переклади, але й адаптацію контенту для локальних ринків.

Однак, аналіз завантаженості перекладачів та проєктних менеджерів виявив кілька проблем. По-перше, існує нерівномірний розподіл робочих завдань, що призводить до перевантаження окремих працівників. Перекладачі іноді виконують більше роботи, ніж можуть ефективно обробити, що може вплинути на якість. Проєктні менеджери також часто перевантажені, особливо під час великих проєктів, що ускладнює комунікацію та планування.

Статистичні дані, зібрані за рік, свідчать про постійний ріст кількості проєктів, особливо в останні місяці року. Середній обсяг робіт на проєкт становить приблизно 15 000 слів, що є великим показником для перекладацької галузі. Прогноз на наступний рік також свідчить про подальше зростання кількості проєктів, що ще більше підкреслює необхідність оптимізації робочих процесів і ресурсів.

Отже, "Інтект" має високий потенціал для подальшого розвитку, проте для підтримання конкурентоспроможності необхідно приділити увагу рівномірному розподілу завдань та підвищенню ефективності командної роботи. Впровадження лінійного програмування для оптимізації ресурсів допоможе компанії краще управляти своїми проєктами та забезпечити стабільну якість перекладів.



## 2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Лінійне програмування: основні принципи та підходи

Ефективність сучасного бізнесу, який є складною системою, залежить від якості організаційного менеджменту. Процеси прийняття рішень є основою будь-якої цілеспрямованої діяльності.

При прийнятті стратегічних і тактичних рішень керівник повинен враховувати ряд суперечливих міркувань і спиратися на складні критерії ефективності методів досягнення кінцевих цілей. Зіткнувшись з цим, виникла необхідність використовувати математичні методи та сучасні комп'ютерні технології для аналізу та синтезу економічних ситуацій і систем. Такі методи об'єднуються під загальною назвою математичне програмування.

Задачі математичного програмування використовуються в різних сферах людської діяльності, де необхідно вибрати один з можливих варіантів дій, наприклад, для вирішення багатьох задач управління і планування виробничих процесів, задач проектування і планування перспективи. . , коли ви організовуєте функціонування та розвиток громадських акцій, поєднуючи їх з економічно-діловими діями.[15]

Оптимальні (ефективні) рішення дозволяють досягти мети з мінімальними витратами праці, матеріалів і сировини. В даний час найбільш розвиненою частиною математичного програмування є лінійне програмування, яке дає можливість розробити методи визначення екстремумів (максимумів або мінімумів) лінійних функцій кількох змінних за наявності лінійних обмежень, застосованих до змінних. Залежно від типу розв'язуваних завдань його методи можна поділити на універсальні та спеціальні. Будь-яка задача лінійного програмування може бути розв'язана універсальними методами (наприклад, симплекс-метод). Окремі методи враховують особливості цільової функції та системи обмежень.

#### **Основні елементи задачі лінійного програмування**

Класична задача ЛП включає три основні елементи:

**Змінні** – значення, які необхідно знайти для досягнення оптимального результату.

**Цільова функція** – функція, яку треба максимізувати або мінімізувати.

**Обмеження** – рівняння або нерівності, що обмежують значення змінних у певних межах.

Припустимо, що ми маємо дві змінні:

$x$  і  $y$

Цільова функція виглядає так:

$$Z = ax + by \quad (2.1)$$

Де  $Z$  – значення, яке ми хочемо оптимізувати (максимізувати або мінімізувати), а  $a$  і  $b$  – це коефіцієнти, які визначають вагу кожної змінної у цільовій функції. У практичних задачах  $Z$  може бути, наприклад, загальним прибутком, а  $x$  і  $y$  – кількість послуг.

Обмеження в задачах лінійного програмування задаються у вигляді нерівностей або рівнянь. Приклад двох обмежень:

$$y \leq k_1 \quad (2.2)$$

$$c_2x + d_2y \geq k_2 \quad (2.3)$$

де  $c_1, d_1, c_2$  і  $d_2$  – коефіцієнти, що визначають вплив змінних на обмеження,  $k_1$  і  $k_2$  – значення, які не повинні бути перевищені або мають бути досягнуті.

### **Побудова задачі лінійного програмування:**

Розглянемо приклад задачі з управління перекладацьким процесом, де потрібно оптимізувати розподіл перекладацьких завдань між двома перекладачами для мінімізації часу на виконання. Припустимо, що:

- $x$  – кількість сторінок, які перекладає перший перекладач.
- $y$  – кількість сторінок, які перекладає другий перекладач.

Цільова функція в такому випадку виглядає так:

$$T = t_1x + t_2y \quad (2.4)$$

де  $T$  – загальний час на переклад,  $t_1$  і  $t_2$  – середній час перекладу однієї сторінки відповідно для першого і другого перекладачів. Задача полягає у мінімізації ТТТ, тобто загального часу на виконання всього завдання.

Додамо обмеження до задачі. Наприклад, у нас є такі вимоги:

1. Кількість сторінок, яку має перекласти кожен перекладач, не повинна перевищувати певного значення (через робоче навантаження):

$$x \leq X_{\max} \quad (2.5)$$

$$y \leq Y_{\max} \quad (2.6)$$

2. Загальна кількість сторінок має дорівнювати обсягу всього завдання:

$$x + y = S \quad (2.7)$$

де  $S$  – загальна кількість сторінок для перекладу, а  $X_{\max}$  та  $Y_{\max}$  – максимально допустиме навантаження для кожного перекладача.

### Методи розв'язання задач лінійного програмування

Лінійне програмування (ЛП) є потужним інструментом для вирішення задач оптимізації, де потрібно знайти оптимальне значення цільової функції за заданими обмеженнями. Задачі такого типу широко застосовуються в економіці, логістиці, управлінні ресурсами та багатьох інших сферах. Існує кілька ефективних методів розв'язання задач лінійного програмування, які залежно від специфіки задачі можуть бути більш або менш зручними.

**Графічний метод.** Цей метод використовується для розв'язання задач із двома змінними. Його основна ідея полягає у тому, щоб побудувати геометричне уявлення обмежень у вигляді системи нерівностей на площині. Основні етапи графічного методу такі:

Обмеження задачі перетворюються на нерівності, які задають область допустимих рішень (так звану множину допустимих значень).

Цільова функція (лінійна) візуалізується на графіку, і визначаються точки, де вона досягає максимуму або мінімуму. Графічний метод є простим і наочним, але через обмеження за кількістю змінних його застосування обмежене лише простими задачами.

**Симплекс-метод.** Симплекс-метод є найбільш поширеним методом для розв'язання задач лінійного програмування із багатьма змінними. [13] Його суть полягає у послідовному переході між вершинами багатогранника (що описує множину допустимих рішень) до тієї вершини, у якій цільова функція досягає оптимального значення. Основні кроки симплекс-методу:

- Визначення початкової точки (однієї з вершин багатогранника).
- Перевірка, чи є ця точка оптимальною. Якщо ні, здійснюється перехід до іншої вершини з кращим значенням цільової функції.
- Процес повторюється доти, поки не буде знайдено оптимальне рішення. Симплекс-метод є ефективним для великих задач, але може вимагати значних обчислювальних ресурсів.

**Метод штучного базису.** Цей метод є модифікацією симплекс-методу, яка використовується у випадках, коли початковий базис не може бути визначений одразу. Для цього вводяться додаткові змінні (штучний базис), які дозволяють побудувати початкове рішення. Після досягнення допустимого рішення штучні змінні видаляються.

**Метод потенціалів.** Він застосовується для спеціальних типів задач, таких як транспортні задачі. Його основна ідея полягає у визначенні початкового базисного рішення (зазвичай за допомогою північно-західного кута або методу найменшої вартості) та його покращенні до досягнення оптимального розв'язку. Метод потенціалів дозволяє мінімізувати вартість перевезення або розподілу ресурсів між різними пунктами.

**Алгоритми внутрішньої точки.** Ці алгоритми, відомі також як методи бар'єрних функцій, знаходять рішення задачі шляхом пошуку оптимального значення всередині множини допустимих рішень, а не по її межах, як у симплекс-методі. Вони особливо ефективні для задач з великою кількістю змінних і обмежень, оскільки мають кращу обчислювальну складність.

Для задач із великою кількістю змінних і обмежень використовують методи декомпозиції, які дозволяють замість початкової задачі розв'язувати послідовність простіших задач меншого масштабу.

У своїй дипломній роботі я планую використовувати симплекс-метод. Застосовуючи його до управління перекладацьким процесом, компанії можуть ефективніше розподіляти завдання між співробітниками, скорочувати час виконання проєктів і підвищувати продуктивність. На мою думку, симплекс-метод є одним з найефективніших для таких випадків, особливо коли йдеться про розподіл ресурсів між декількома перекладачами з різними навантаженнями. Він дозволяє поетапно проходити через можливі варіанти рішень, обираючи щоразу кращий, і таким чином рухатися до оптимального результату. Я вважаю, що такий підхід особливо важливий, коли потрібно досягти максимального результату за мінімального використання ресурсів.

За допомогою симплекс-методу я зможу оцінити різні варіанти розподілу, враховуючи час, який витрачає кожен перекладач на певний обсяг роботи, та обмеження по часу й кількості сторінок.

## 2.2. Симплекс метод у задачах лінійного програмування

Лінійне програмування є одним із фундаментальних методів математичного моделювання, що дозволяє вирішувати задачі оптимізації, де цільова функція та обмеження представлені у вигляді лінійних рівнянь і нерівностей. Одним із найбільш ефективних та поширених алгоритмів розв'язання таких задач є симплекс-метод.

Симплекс-метод базується на ітераційному підході, який дозволяє знайти оптимальне рішення, рухаючись від одного допустимого розв'язання до іншого. Алгоритм використовує геометричну властивість багатогранників, утворених обмеженнями: кожен базисний розв'язок відповідає одній із вершин багатогранника, а оптимальне рішення завжди знаходиться в одній із таких вершин.

Пошук початкового еталонного розв'язку та перехід до наступного еталонного розв'язку базується на наведеному вище застосуванні методу Жордана-Гаусса до системи лінійних рівнянь у канонічній формі, де попередньо необ-

хідно записати вихідну ЗЛП. Напрямок переходу від одного еталонного розв'язку до іншого вибирається виходячи з критерію оптимальності (цільової функції) вихідної задачі. Симплекс-метод заснований на наступних властивостях ЗЛП:

1) Не існує локальних екстремумів, відмінних від глобальних екстремумів. Іншими словами, якщо є екстремальне значення, воно унікальне.

2) Множина всіх можливих рішень (планів) задачі лінійного програмування є опуклою.

3) Цільова функція ЗЛП досягає свого максимального (мінімального) значення у вершинах багатогранника розв'язку (його вершинах). Якщо цільова функція приймає оптимальне значення в кількох вершинах, вона досягне того самого значення в усіх точках, які є опуклою лінійною комбінацією цих точок.

4) Кожна вершина багатогранника розв'язку відповідає площині відліку ЗЛП.

Отже будь-яку задачу лінійного програмування можна звести до стандартної форми - базові задачі лінійного програмування (ОЗЛП). Де, замість нерівності обмежень ми переходимо до рівності обмежень. Запис умов і обмежень корисний для вирішення лінійних задач.

Отже, кожне обмеження – нерівність виду:

$$\sum_{j=1} a_{ij} \cdot x_j \leq b_i \quad (2.8)$$

Можна замінити рівністю, якщо ввести додаткову змінну, і тоді ми отримаємо:

$$\sum_{j=1} a_{ij} \cdot x_j + x_{n+1} = b_i \quad (2.9)$$

Таким чином, система обмежень приймає вигляд:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + x_{n+2} = b_2 \\ \text{-----} \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + x_{n+m} = b_m \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_n \geq 0, x_{n+1} \geq 0, \end{cases} \quad (2.10)$$

а цільову функцію можна записати так:

$$F = \sum_{j=1} c_j x_j + 0 \cdot x_{n+i} \quad (2.11)$$

Система рівнянь (3.10), (3.11) відповідає всім вимогам задач лінійного програмування і використовується для розв'язання симплекс-методом.

Вимоги алгоритму симплекс-метода:

- 1) обмеження представляються у вигляді системи лінійних рівнянь;
- 2) вільні члени повинні бути не менше нуля:  $(b_i \geq 0)$ ;
- 3) всі змінні повинні бути не менше нуля:  $(x_j \geq 0)$ .

Сьогодні симплекс-метод залишається невід'ємною частиною оптимізаційних досліджень завдяки своїй універсальності, ефективності та широкій області застосування. У цьому розділі розглядаються основні принципи роботи симплекс-методу, його значення в контексті оптимізаційних задач, а також переваги та недоліки.

СМ ґрунтується на таких базових поняттях, як базисний розв'язок, оптимальність і допустимість. Його головною ідеєю є послідовний перехід від одного базисного розв'язку до іншого з покращенням значення цільової функції на кожному кроці.

Процес починається з формулювання задачі лінійного програмування у стандартній формі. Потім за допомогою додаткових змінних задачу зводять до канонічного вигляду, що дозволяє використовувати матричні представлення. Після цього будується так звана симплекс-таблиця, яка містить усі необхідні дані для виконання ітерацій.

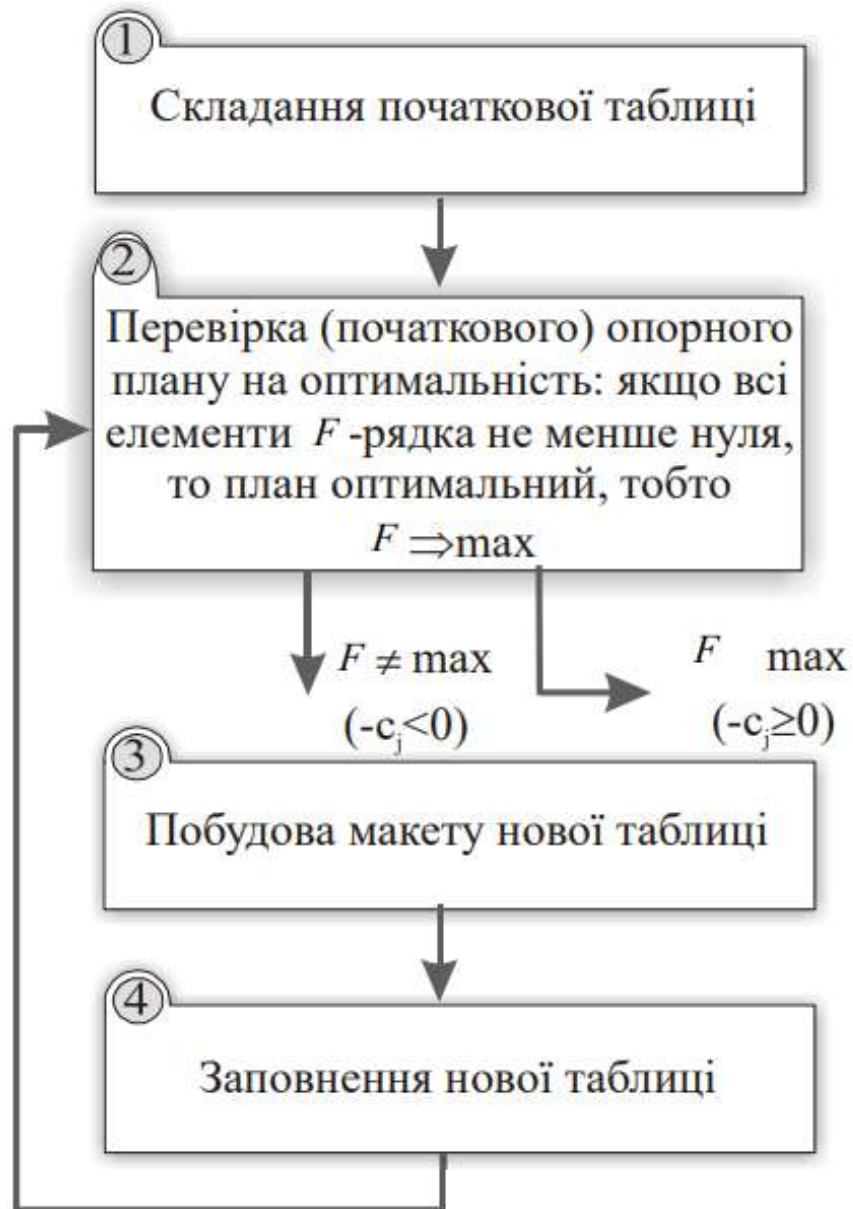


Рисунок.2.1. Алгоритм розв'язання задачі

Алгоритм працює за наступним принципом: спочатку обирається базисний розв'язок, який відповідає одній із вершин багатогранника. Потім визначається, чи є цей розв'язок оптимальним. Якщо ні, то обирається новий базисний розв'язок, який забезпечує краще значення цільової функції. Цей процес повторюється, доки не буде знайдено оптимальне рішення або не буде встановлено, що розв'язання не існує.

Детальний алгоритм вирішення задач за допомогою СМ можна розглянути нижче.



### Алгоритм симплекс-методу:

1. Визначити кількість та склад основних та вільних змінних.
2. Виразити основні змінні через вільні змінні.
3. Виразити цільову функцію через вільні змінні.
4. Побудувати вихідну симплекс-таблицю.
5. Перевірити рішення оптимальність: якщо у  $F$ -рядку (крім  $C_0$ ) все  $C_{j0}$ , отримано оптимальне рішення:  $X = (B_1, \dots, B_m, 0, \dots, 0)$ ,  $F = C_0$ . Якщо  $C_j < 0$  існує, то рішення можна покращити, але заздалегідь необхідно перевірити факт існування рішення.
6. Перевірити існування рішення: розглянути всі стовпці, для яких  $C_j < 0$ , якщо знайдеться хоча б один стовпець, для якого всі коефіцієнти  $A_{i,j} < 0$ , завдання не має рішення, так як безліч допустимих рішень  $D$  не обмежена і цільова функція необмежено зростає. Якщо таких стовпців немає, переходимо до наступного етапу.
7. Вибираємо вільну змінну для внесення в базис (вибираємо роздільну здатність стовпець): це стовпець з мінімальним значенням  $C_j$  (нехай це буде  $k$ -й стовпець)
8. Вибираємо базову змінну для видалення з базису (вибираємо роздільну здатність рядка): розглядаємо  $k$ -й стовпець і всі його елементи, які більше нуля, т.е.  $A_{i,k} > 0$ ; знаходимо відношення  $B_i / A_{i,k}$  для всіх цих елементів і вибираємо рядок, який відповідає мініимальному значенню цього відношення (нехай це буде  $i$ -й рядок); відповідну  $i$ -ю змінну  $X_i$  видаляємо з базису; якщо однакових відносин кілька, беремо будь-який рядок; елемент  $A_{i,k}$  називає роздільним елементом.
9. Перераховуємо симплекс-таблицю: створюємо нову симплекс-таблицю, замінивши  $X_i$  на  $X_k$  базових змінних; спочатку заповнюємо новий  $k$ -й рядок, записуючи в неї елементи старого  $i$ -го рядка, поділені на роздільну здатність; після заповнення  $k$ -го рядка заповнюємо рядки, що залишилися; для цього послідовно множимо  $k$ -й рядок на такі числа, що після додавання до кожно-

го рядка старої таблиці в  $k$ -му стовпці скрізь отримаємо нуль (крім одиниці в  $k$ -му рядку).

10. Коли у  $F$ -рядку всі коефіцієнти (крім  $C_0$ ) більші за нуль, то отримуємо оптимальне рішення,

11. Коли є стовпець, котрого  $C_j < 0$  і всі коефіцієнти  $A_{i,j} < 0$ , то цьому випадку рішення немає.

12. Після заповнення нової симплекс-таблиці, якщо рішення все ще є, але оптимальне не знайдено, алгоритм повертається до 5 пункту.

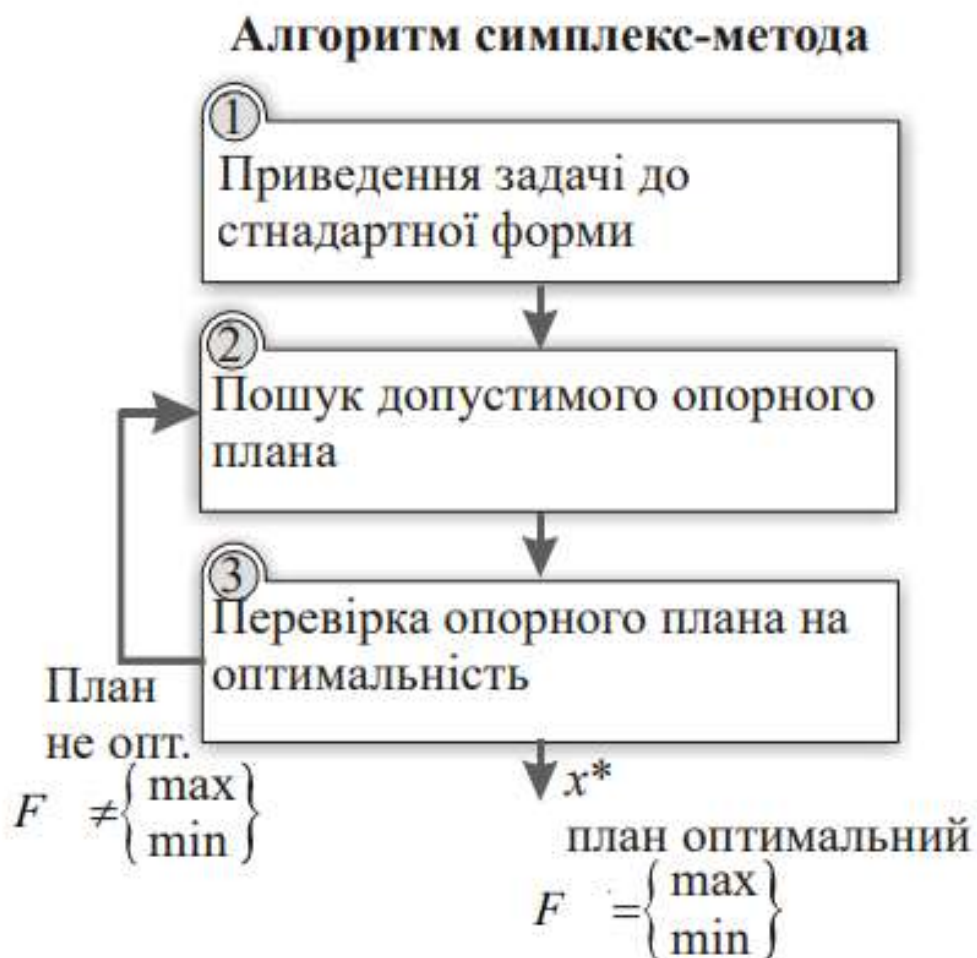


Рисунок 2.2. Алгоритм симплекс методу

### Особливості симплекс-методу

Однією з ключових переваг симплекс-методу є його геометрична інтуїтивність. Замість того щоб досліджувати весь простір допустимих розв'язків, метод зосереджується лише на вершинах багатогранника, що значно зменшує кі-

лькість обчислень. Крім того, алгоритм є універсальним, що дозволяє використовувати його для розв'язання як малих, так і великих задач.

Втім, симплекс-метод має й певні обмеження. По-перше, він є чутливим до числової точності. У задачах із великими або дуже малими коефіцієнтами може виникати так звана проблема числової нестійкості, що впливає на точність розрахунків. По-друге, у деяких випадках можливі циклічні переходи, хоча на практиці такі ситуації трапляються рідко й можуть бути усунуті за допомогою спеціальних модифікацій алгоритму.

### **Практичне значення симплекс-методу**

Симплекс-метод є основою багатьох прикладних задач. У контексті діяльності перекладацької компанії "Інтекст" цей метод може бути використаний для оптимізації розподілу між внутрішніми ресурсами (штатними перекладачами) та зовнішніми (фрілансерами). Це особливо актуально в умовах зростаючого попиту на перекладацькі послуги, коли необхідно забезпечити високу якість і своєчасність виконання замовлень за мінімальних витрат.

Симплекс-метод дозволяє розглядати багатокритеріальну задачу розподілу ресурсів із максимальною точністю. Його застосування в "Інтекст" забезпечує:

- Високу економічну ефективність завдяки мінімізації витрат.
- Гнучкість у розподілі роботи між різними категоріями перекладачів.
- Оптимальне використання доступних ресурсів у межах заданих обмежень.

У сфері економіки симплекс-метод використовується для вирішення задач розподілу ресурсів і оптимізації виробничих процесів, що робить його цінним інструментом і для перекладацького бізнесу. У цьому контексті метод дозволяє знаходити оптимальне співвідношення між використанням внутрішніх ресурсів, які характеризуються фіксованими витратами, і залученням фрілансерів, які можуть бути гнучкішими, але дорожчими у певних випадках.

Також симплекс-метод знайшов широке застосування в наукових дослідженнях і технологіях. Наприклад, у хімії він використовується для моделювання технологічних процесів, у медицині — для оптимізації розподілу ресурсів у лікарнях, а в інформаційних технологіях — для управління ресурсами комп'ютерних систем.

За час існування симплекс-методу було запропоновано багато його модифікацій. Серед них найбільш відомими є метод двоїстого симплексу, алгоритми для вирішення задач із великими розмірностями та методи, адаптовані для роботи на паралельних обчислювальних платформах.

Значну увагу приділено також покращенню обчислювальної стійкості алгоритму. Зокрема, було розроблено методи усунення циклічності та оптимізації вибору вхідних і вихідних змінних, що дозволило підвищити ефективність симплекс-методу на практиці.

Цей метод є важливим інструментом сучасної математики та науки про оптимізацію. Завдяки своїй універсальності та можливостям адаптації до різних умов, симплекс-метод залишається актуальним інструментом для розвитку бізнес-процесів у перекладацькій галузі. Разом із розвитком обчислювальних технологій симплекс-метод продовжує залишатися актуальним інструментом для вирішення складних задач.

### 2.3. Розробка моделі оптимізації зовнішніх і внутрішніх ресурсів (добова задача)

Оптимальне розподілення ресурсів є одним з ключових завдань для досягнення ефективної роботи перекладацької компанії "Інтекст". Використовуючи симплекс-метод, ми можемо знайти оптимальний баланс між внутрішніми та зовнішніми ресурсами, забезпечуючи максимальну продуктивність, мінімізуючи час на виконання проектів та дотримуючись бюджету компанії. Основою цієї моделі є наявні дані про продуктивність внутрішніх перекладачів та витра-

ти на роботу менеджерів проектів, а також залучення зовнішніх фрилансерів для компенсації пікових навантажень.

### Вихідні дані для оптимізації

Для побудови моделі оптимізації будемо використовувати такі категорії ресурсів:

1. **Внутрішні ресурси** – перекладачі, які працюють у компанії. Вихідні дані щодо кожного перекладача включають: кількість слів, які вони можуть перекласти на тиждень, кількість днів для виконання завдань та середню кількість проектів, які вони можуть виконати за цей час.
2. **Зовнішні ресурси** – фрилансери, які залучаються на умовах відрядної оплати. Середній обсяг, який вони можуть перекладати, можна взяти за середнім показником на основі внутрішніх даних перекладачів компанії та річного обсягу проектів.

### Визначення змінних для задачі

Внутрішні ресурси:

- $x_i$ : обсяг перекладу (слів) для внутрішнього перекладача  $i$
- Витрати на слово: залежить від кожного перекладача  $C_i$

Зовнішні ресурси:

- $y_j$ : обсяг перекладу (слів) для зовнішнього перекладача (фрилансера)
- Витрати на слово для фрилансерів:  $D_j$

Цільова функція: мінімізація загальних витрат на виконання проектів за рахунок вибору оптимального розподілу роботи між внутрішніми та зовнішніми перекладачами представлено у формулі 3.8:

$$Z = \sum_{i=1}^n C_i \cdot x_i + \sum_{j=1}^m D_j \cdot y_j \quad (2.12)$$

### Обмеження

Для внутрішніх ресурсів:

- Обмеження за кількістю слів на тиждень представлено у формулі 3.13:

$$x_i \leq \text{Максимальна кількість слів перекладача} \quad (2.13)$$

Наприклад, для Translator 1:

$$x_1 \leq 14000 \quad (2.14)$$

- Загальна кількість слів для внутрішніх і зовнішніх ресурсів:

$$\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{j=1}^m y_j = \text{Загальний обсяг слів на тиждень} \quad (2.15)$$

Для зовнішніх ресурсів:

- Обмеження за витратами: через високу оплату праці фрилансерів встановлено обмеження на їхню роботу, щоб мінімізувати витрати.

Для проєктних менеджерів:

- Обмеження за часом: Кожен проєктний менеджер має обмеження по кількості годин, які він може витратити на координацію перекладачів та підтримку клієнтів.

Для повної моделі оптимізації додамо додаткові змінні та обмеження, щоб розрахувати оптимальну кількість слів, яку мають перекласти як внутрішні перекладачі, так і фрилансери, при мінімальних витратах.

Наша цільова функція – мінімізувати загальні витрати на переклад, проілюстровано формулою 3.12:

$$Z = \sum_{i=1}^n C_i \cdot x_i + \sum_{j=1}^m D_j \cdot y_j \quad (2.16)$$

де  $x_i$  – кількість слів, яку виконує внутрішній перекладач  $i$ ,  $C_i$  – вартість роботи внутрішнього перекладача на одиницю тексту,  $y_j$  – кількість слів, яку виконує зовнішній фрилансер  $j$ ,  $D_j$  – вартість роботи зовнішнього перекладача на одиницю тексту.

### Обмеження для моделі

#### 1. Обмеження по внутрішнім ресурсам:

Для кожного внутрішнього перекладача (виходячи з даних таблиці 5 перекладачів) встановлено максимальний обсяг перекладених слів:

$$x_i \leq \text{Максимальний обсяг слів внутрішнього перекладача} \quad (2.17)$$

## 2. Обмеження для зовнішніх ресурсів:

Для зовнішніх перекладачів (фрилансерів) встановлено обмеження за обсягом роботи, який вони можуть виконати на тиждень ((виходячи з даних таблиці 6 перекладачів). Наприклад, ми можемо допустити, що:

$$y_j \leq \text{Максимальний обсяг слів зовнішнього перекладача} \quad (2.18)$$

**Загальний обсяг роботи** включає суму перекладених слів внутрішніми і зовнішніми перекладачами, повинна дорівнювати загальному обсягу слів на тиждень.

Наприклад, якщо компанія має 400 000 слів на тиждень для виконання, тоді ми отримуємо функцію, що проілюстровано формулою 3.15:

$$\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{j=1}^m y_j = 400\,000 \quad (2.19)$$

## 3. Обмеження для проєктних менеджерів:

Кожен проєктний менеджер має обмеження по годинах для координації та клієнтської підтримки. Наприклад, менеджер має 40 годин на тиждень, це обмеження буде додано як:

$$\text{Час на координацію} + \text{Час на підтримку} \leq 40 \quad (2.20)$$

Нижче наведені таблиці змінних та обмежень (2.1 та 2.2.), які я буду використовувати в роботі.

Таблиця змінних і обмежень для внутрішніх ресурсів

Перекладач	Макс. обсяг слів на ти- ждень	Вартість за сло- во, грн	Змінна $x$
Translator 1	12 011	0,32	$x_1$
Translator 2	11 121	0,97	$x_2$
Translator 3	9 560	0,48	$x_3$
Translator 4	11 866	0,69	$x_4$
Translator 5	11 514	0,71	$x_5$
Translator 6	9 634	0,35	$x_6$
Translator 7	9 771	0,48	$x_7$
Translator 8	11 245	0,63	$x_8$
Translator 9	10 991	0,60	$x_9$
Translator 10	11 310	0,11	$x_{10}$
Translator 11	13 028	0,31	$x_{11}$
Translator 12	10 712	0,67	$x_{12}$
Translator 13	11 532	0,19	$x_{13}$
Translator 14	13 424	0,48	$x_{14}$
Translator 15	9 650	0,48	$x_{15}$
Translator 16	10 972	0,24	$x_{16}$
Translator 17	9 803	0,31	$x_{17}$
Translator 18	11 874	0,33	$x_{18}$
Translator 19	11 404	0,61	$x_{19}$
Translator 20	9 743	0,15	$x_{20}$



Таблиця змінних і обмежень для зовнішніх ресурсів

Фрілансер	Макс. обсяг слів на тиждень	Вартість за слово, грн	Змінна $y$
Freelancer 1	13 231	0,79	$y_1$
Freelancer 2	20 068	0,92	$y_2$
Freelancer 3	13 992	0,58	$y_2$
Freelancer 4	14 776	0,33	$y_4$
Freelancer 5	24 036	0,84	$y_5$
Freelancer 6	14 843	1,00	$y_6$
Freelancer 7	14 250	0,97	$y_7$
Freelancer 8	19 498	0,12	$y_8$
Freelancer 9	13 937	0,03	$y_9$
Freelancer 10	13 611	0,38	$y_{10}$
Freelancer 11	18 347	0,94	$y_{11}$
Freelancer 12	21 166	0,79	$y_{12}$
Freelancer 13	16 244	0,55	$y_{13}$
Freelancer 14	16 548	0,70	$y_{14}$
Freelancer 15	15 552	0,89	$y_{15}$
Freelancer 16	15 282	0,30	$y_{16}$
Freelancer 17	24 884	0,89	$y_{17}$
Freelancer 18	22 646	0,65	$y_{18}$
Freelancer 19	21 292	0,33	$y_{19}$
Freelancer 20	18 844	0,13	$y_{20}$

Щоб вирішити поставлену задачу я спрощу розрахунки та наведу приклад із меншим обсягом даних для доби, розглядаючи кількох перекладачів і фрилансерів, а потім застосую цей процес до повної моделі (тижнева задача).

Нам потрібно мінімізувати витрати на виконання обсягу в 50 000 слів, використовуючи ресурси 3 внутрішніх перекладачів і 2 зовнішніх фрилансерів.

Таблиця 2.3

Ресурс	Максимальний обсяг слів	Вартість за слово, грн	Змінна
Translator 1	12 011	0,32	$x_1$
Translator 2	11 121	0,97	$x_2$
Translator 3	9 560	0,48	$x_3$
Freelancer 1	13 231	0,79	$y_1$
Freelancer 2	20 068	0,92	$y_2$

Тоді, цільова функція буде мати такий вигляд:

$$Z = 0,32x_1 + 0,97x_2 + 0,48x_3 + 0,79y_1 + 0,92y_2 \quad (2.21)$$

А обмеження для задачі:

1. Загальна кількість слів для виконання:

$$x_1 + x_2 + x_3 + y_1 + y_2 = 50000 \quad (2.22)$$

де  $x_1, x_2, x_3, y_1, y_2$  - обсяг слів, перекладених відповідним ресурсом.

2. Максимальні обсяги для кожного ресурсу:

$$x_1 \leq 12\ 011 \quad (2.23)$$

$$x_2 \leq 11\ 121 \quad (2.24)$$

$$x_3 \leq 9\ 560 \quad (2.25)$$

$$y_1 \leq 13\ 231 \quad (2.26)$$

$$y_2 \leq 20\ 068 \quad (2.27)$$

3. Невід'ємність змінних:

$$x_1, x_2, x_3, y_1, y_2 \geq 0 \quad (2.28)$$

Але для того що, всі наші обмеження перетворити на рівності, я введу змінні для кожного обмеження (змінна  $S$ ) і тоді ми отримуємо ось такі рівності, наведені нижче:

$$x_1 + S_1 = 12011 \quad (2.29)$$

$$x_2 + S_2 = 11121 \quad (2.30)$$

$$x_3 + S_3 = 9560 \quad (2.31)$$

$$y_1 + S_4 = 13231 \quad (2.32)$$

$$y_2 + S_5 = 20068 \quad (2.33)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + y_1 + y_2 = 50000 \quad (2.34)$$

Побудуємо початкову таблицю для задачі 2.4.

Початкова таблиця

Базис	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	Результат
$S_1$	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12011
$S_2$	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	11121
$S_3$	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	9560
$S_4$	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	13231
$S_5$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	20068
$Z$	-0.32	-0.97	-0.48	-0.79	-0.92	0	0	0	0	0	0

Під час кожної ітерації я буду обирати ведучі стовпці та рядки, щоб оптимізувати значення цільової функції. Кожна ітерація буде оновлювати таблицю на основі вибраних змінних, поступово наближаючись до мінімального значення  $Z$ .

**Перша ітерація:** Вибір ведучого стовпця.

Серед коефіцієнтів у рядку  $Z$  обираю найменше значення, тобто максимальне від'ємне, яке вказує на напрямок покращення цільової функції. У моєму випадку це  $x_2$  з коефіцієнтом -0.97.

Далі розрахую відношення "вільний член / коефіцієнт ведучого стовпця" для всіх додатних коефіцієнтів у стовпці  $x_2$ :

- $\frac{12011}{0}$  (не враховується, оскільки 0 в першому рядку);
- $\frac{11121}{1} = 11121$ ;
- $\frac{9560}{0}$  (не враховується);
- $\frac{13231}{0}$  (не враховується);
- $\frac{13231}{0}$  (не враховується);
- $\frac{20068}{0}$  (не враховується).

Ведучий рядок буде другим, відповідно базисною змінною стане  $x_2$ .

Тепер я виконаю елементарні перетворення рядків, щоб зробити коефіцієнт ведучого елемента (у моїй задачі це елемент у стовпці  $x_2$  та другому рядку) рівним 1, а всі інші елементи у ведучому стовпці рівними 0.

Для цього я:

- 1) Ділю другий рядок на ведучий елемент (1), щоб отримати 1 у позиції ведучого елемента.
- 2) Використовую елементарні перетворення для всіх інших рядків, щоб зробити всі інші значення у стовпці  $x_2$  рівними 0.

Після цих перетворень оновлена таблиця виглядає наступним чином.

Таблиця 2.5

**Таблиця перетворень**

Базис	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	Вільний член
$S_1$	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12011
$S_2$	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	11121
$S_3$	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	9560
$S_4$	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	13231
$S_5$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	20068
$Z$	-0.32	0	-0.48	-0.79	-0.92	0	0.97	0	0	0	10807.37

На цьому етапі цільова функція  $Z$  покращилась, але я ще не досягла оптимального розв'язку, оскільки залишаються від'ємні коефіцієнти в рядку  $Z$ .

Далі я потворюю кроки, щоб знайти наступний ведучий стовпець і ведучий рядок, та оновлює таблицю. Продовжую ітерації, поки всі коефіцієнти в рядку  $Z$  не стануть додатними або нульовими, що вказуватиме на досягнення оптимуму.

#### 2.4. Результати моделювання та аналіз ефективності (добова задача)

Після виконання всіх необхідних ітерацій я отримала фінальну симплекс-таблицю (2.6), в якій оптимальні значення змінних дозволять визначити мінімальні витрати.

Фінальна таблиця

Базис	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	Результат
$x_1$	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>12011</b>
$x_3$	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>9560</b>
$y_1$	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	<b>13231</b>
$y_2$	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	<b>15198</b>
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>32,866.97 грн</b>

**Базис** означає, які змінні є базисними (активними) після оптимізації. У даному випадку  $x_1, x_3, y_1$  і  $y_2$  є базисними змінними, що означає, що вони отримали значення у розв'язанні, тоді як  $x_2$  і залишкові змінні ( $S_1 - S_5$ ) неактивні і дорівнюють нулю.

У стовпці "Результат" зазначено оптимальні значення кожної змінної:

- $x_1 = 12011$ : Перекладач 1 перекладає 12011 слів;
- $x_3 = 9560$ : Перекладач 3 перекладає 9560 слів;
- $y_1 = 13231$ : Фрілансер 1 перекладає 13231 слів;
- $y_2 = 15198$ : Фрілансер 2 перекладає 15198 слів.

Отримані значення показують, як потрібно розподілити обсяги перекладу між штатними перекладачами та фрілансерами, щоб мінімізувати витрати. Таким чином, компанія може досягти мінімальних витрат у 32,866.97 грн на обробку обсягу в 50 000 слів на добу, залучаючи певну кількість штатних перекладачів (в моєму випадку 2) і фрілансерів (також 2) у пропорціях, зазначених у таблиці 2.6. вище.

### 3.4 Розробка моделі оптимізації зовнішніх і внутрішніх ресурсів (тижнева задача)

Для другої задачі ми візьмемо вибірку із 40 людей, де 20 з них це

перекладачі компанії Інтект (внутрішні ресурси) та 20 – це фрілансери (зовнішні ресурси). Кожен із перекладачів має власну продуктивність (максимальний обсяг слів, який вони можуть перекласти за 7 днів), а також встановлену ціну за переклад одного слова. Всі ці дані наведені у таблиці 2.1 (внутрішні ресурси) та таблиці 2.2 (зовнішні ресурси).

Метою задачі є мінімізація витрат на переклад 400 000 слів із загальним бюджетом, що не перевищує 250 000 грн, при дотриманні всіх встановлених обмежень. Для цього ми використовуємо математичну модель лінійного програмування.

Складаємо цільову функцію- де мінімізуємо витрати на переклад обсягом 400 000 слів. Отриману функцію представлено формулою 2.35:

$$\begin{aligned}
 Z = & 0.32x_1 + 0.97x_2 + 0.48x_3 + 0.69x_4 + 0.71x_5 + 0.35x_6 + 0.48x_7 + \\
 & 0.63x_8 + 0.60x_9 + 0.11x_{10} + 0.31x_{11} + 0.67x_{12} + 0.19x_{13} + 0.48x_{14} + \\
 & 0.48x_{15} + 0.24x_{16} + 0.31x_{17} + 0.33x_{18} + 0.61x_{19} + 0.15x_{20} + 0.79y_1 + \\
 & 0.92y_2 + 0.58y_3 + 0.33y_4 + 0.84y_5 + 1.00y_6 + 0.97y_7 + 0.12y_8 + 0.03y_9 + \\
 & 0.38y_{10} + 0.94y_{11} + 0.79y_{12} + 0.55y_{13} + 0.70y_{14} + 0.89y_{15} + 0.30y_{16} + \\
 & 0.89y_{17} + 0.65y_{18} + 0.33y_{19} + 0.13y_{20}
 \end{aligned} \tag{2.35}$$

де  $x_1, x_2, \dots, x_{20}$  – це обсяги слів, перекладених внутрішніми перекладачами, а  $y_1, y_2, \dots, y_{20}$  – обсяги, виконані фрілансерами. Коефіцієнти перед змінними відповідають вартості перекладу одного слова для кожного виконавця.

Обмеження:

- Загальний обсяг має дорівнювати 400 000 слів:

$$x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{20} + y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_{20} = 400\,000 \tag{2.36}$$

- Бюджетне обмеження:

$$0.32x_1 + 0.97x_2 + 0.48x_3 + \dots + 0.13y_{20} \leq 250\,000 \tag{2.37}$$

- Обмеження на обсяги роботи кожного виконавця:

$$x_1 \leq 12011, x_2 \leq 11121, \dots, x_{20} \leq 9743 \tag{2.38}$$

$$y_1 \leq 13231, y_2 \leq 20068, \dots, y_{20} \leq 18844 \tag{2.39}$$

## 2.5. Результати моделювання та аналіз ефективності (тижнева задача)

Щоб успішно вирішити тижневу задачу оптимізації розподілу 400 000 слів між перекладачами та фрілансерами, я обрала використання програми Microsoft Excel, яка є зручною платформою для розв'язання задач лінійного програмування завдяки вбудованому інструменту «Пошук рішення» (Solver). Цей метод дозволяє ефективно оптимізувати ресурси, зважаючи на задані обмеження, такі як максимальний бюджет, продуктивність виконавців, а також їхні ставки за слово.

Результатом є оптимальний розподіл обсягів роботи між перекладачами та фрілансерами. Завдяки цьому я забезпечила:

- виконання обсягу роботи в 400 000 слів за 7 днів;
- збереження загального бюджету в межах 250 000 грн;
- ефективне використання ресурсів, зокрема залучення дешевших перекладачів (як із внутрішніх, так і зовнішніх ресурсів).

Після розв'язання задачі я отримала оптимальний розподіл обсягів перекладу, який зменшує витрати компанії та забезпечує виконання роботи у встановлені терміни.

Детальні результати наведені у рисунку 2.3.





Мені вдалося розв'язати задачу, де потрібно було виконати переклад 400 000 слів за 7 днів із залученням 40 виконавців (20 перекладачів і 20 фрілансерів). Основна мета була мінімізувати витрати, дотримуючись усіх обмежень.

У ході рішення я отримала такі результати:

- Мінімальна вартість перекладу: 163 086,48 грн.
- Обсяг виконаної роботи: 400 000 слів.
- Кількість ітерацій у симплекс-методі, яку я зробила: 47 ітерацій.

При цьому до роботи було залучено 19 перекладачів та 12 фрілансерів.

Щоб перевірити, чи правильні мої розрахунки, я написала програму мовою Python і розв'язала задачу автоматично. У результаті отримані дані співпали з розрахунками вручну, що підтвердило коректність моїх дій.

Робота над задачею показала, що автоматизація за допомогою Python суттєво спрощує процес, особливо для таких складних задач із багатьма обмеженнями. У додатках В та Г можна побачити код і результати для перевірки отриманих значень.

Всі отримані в ході дослідження дані результати були передані на підприємство, де високо оцінені керівником відділення та старшим проектним менеджером команди «Інтекст».

## 2.6. Порівняння витрат на штатних співробітників та фрілансерів

Під час розв'язання задач на мінімізацію витрат перекладу я звернула увагу на цікаву закономірність: витрати на перекладачів зі штату виявилися помітно нижчими, ніж на фрілансерів. Хоча у задачах я мала рівні умови для вибору між 20 перекладачами та 20 фрілансерами, остаточне оптимальне рішення передбачало залучення 19 перекладачів і лише 12 фрілансерів для виконання перекладу 400 000 слів.

Основна причина такого вибору – **різниця у вартості за слово**. Як показують дані, у середньому вартість роботи штатних перекладачів є нижчою, ніж у фрілансерів. Наприклад, у наших задачах вартість за слово у штатних перекладачів стартувала від 0,11 грн, а у фрілансерів мінімальна ціна була 0,12 грн, при цьому верхня межа у фрілансерів досягала 1,00 грн. Це доводить, що фрілансери, хоча й можуть перекладати великий обсяг слів, є більш витратними для бюджету проєкту.

Також важливо враховувати, що максимальний обсяг слів у багатьох фрілансерів був вищим, ніж у штатних перекладачів. Це дозволяє виконувати великі проєкти швидше, але за це доводиться платити більше. Для задачі на 400 000 слів ми все ж таки обрали більшу кількість штатних перекладачів, оскільки це допомогло зекономити бюджет, не виходячи за рамки обмежень.

На мою думку, фрілансери більше підходять для термінових або специфічних проєктів, де важлива швидкість або особливі знання, а штатні співробітники вигідніші для планових і довгострокових завдань. Такий підхід дозволяє оптимізувати витрати, зберігаючи баланс між якістю, швидкістю та вартістю роботи.

## 2.7. Висновки до розділу

У спеціальному розділі я розглянула різні підходи до лінійного програмування та їх застосування для оптимізації витрат на виконання великих проєктів перекладу. Основна мета полягала в тому, щоб знайти найбільш ефективний розподіл між штатними перекладачами та фрілансерами, враховуючи обмеження на бюджет та обсяг роботи.

Я зосередилася на принципах лінійного програмування, які дозволяють вирішувати задачі з чітко визначеними обмеженнями та цільовою функцією. Сиплекс метод виявився ідеальним для завдань з оптимізації ресурсів, оскільки він дає можливість знайти рішення, що мінімізує витрати, водночас

дотримуючись усіх заданих умов.

Я розробила та проаналізувала модель добової задачі. Ця задача допомогла зрозуміти, як поєднувати ресурси для виконання обсягів у межах одного дня. Оптимізація показала, що штатні перекладачі є більш економічно вигідними, але в деяких випадках доводиться залучати фрілансерів через їх більшу продуктивність.

Також проведено моделювання для тижневої задачі. Ця задача була складнішою, оскільки включала більший обсяг роботи (400 000 слів) і залучення усіх 40 співробітників. Результати підтвердили, що за умов обмеженого бюджету (250 тис. грн) основна частина роботи все одно лягає на штатних співробітників через їх нижчу вартість за слово, а фрілансери виконують лише ту частину роботи, яку не встигають зробити штатні працівники.

Завдяки моделюванню я побачила, що вартість роботи фрілансерів значно вища, хоча вони мають переваги в швидкості виконання та більших обсягах роботи. У задачі на 400 000 слів, наприклад, із 20 штатних перекладачів і 20 фрілансерів було обрано 19 перекладачів і лише 12 фрілансерів, що дозволило зменшити загальні витрати. Це підтвердило, що зазвичай залучення внутрішніх ресурсів є більш вигідним.

Загалом, результати моделювання показали, що ефективне поєднання внутрішніх і зовнішніх ресурсів залежить від цілей проекту, доступного бюджету та обсягу роботи. Штатні співробітники підходять для рутинних або довготривалих завдань, тоді як фрілансери – для термінових або специфічних задач. У реальних умовах такий підхід дозволяє оптимізувати витрати та досягати максимальних результатів із мінімальними витратами.

## ВИСНОВКИ

У даній роботі було розглянуто питання управління ресурсами в компанії «Інтект», яка спеціалізується на перекладацьких послугах. Основною метою дослідження було розробити оптимізаційні моделі для ефективного розподілу роботи між штатними перекладачами та фрілансерами з урахуванням обмеженого бюджету, продуктивності виконавців та вартості їхніх послуг. У ході дослідження ми застосували методи лінійного програмування для вирішення задач оптимізації на добовому та тижневому рівнях.

У роботі було показано, що ефективне управління внутрішніми та зовнішніми ресурсами є ключовим фактором для досягнення високої продуктивності компанії. На основі проведеного моделювання ми дійшли висновку, що штатні перекладачі зазвичай є економічно вигіднішими для виконання стандартних обсягів роботи, тоді як фрілансери доцільні для покриття термінових або великих проєктів, що перевищують можливості штатної команди.

При розгляді добової задачі на 50 000 слів було встановлено, що більша частина роботи може бути виконана штатними перекладачами, що дозволяє зменшити загальні витрати. Аналогічно, при аналізі тижневої задачі на 400 000 слів ми побачили, що залучення фрілансерів є виправданим лише в ситуаціях, коли обсяги роботи перевищують максимальні можливості внутрішньої команди.

Особливу увагу було приділено порівнянню витрат на штатних співробітників та фрілансерів. Результати дослідження підтвердили, що ціноутворення послуг штатних перекладачів є більш вигідним у довгостроковій перспективі. Це забезпечує економію бюджету компанії, водночас зберігаючи високу якість виконання завдань. Однак важливо враховувати, що фрілансери можуть бути необхідними для підтримання гнучкості компанії та оперативного реагування на непередбачувані проєкти.

Загалом, результати дослідження демонструють, що впровадження оптимізаційних моделей у процес управління ресурсами дозволяє підвищити ефек-

тивність роботи компанії. Застосування інструментів лінійного програмування сприяє раціональному використанню як внутрішніх, так і зовнішніх ресурсів, що дозволяє компанії «Інтект» досягати своїх стратегічних цілей, зберігаючи конкурентоспроможність у перекладацькій галузі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравченко В.О. Основи менеджменту: навч. посібник. / Одеса: Атлант, 2012. – 211 с
2. What is ABBYY | Key Facts. URL: <https://www.abbyy.com/en-ee/company/key-facts/> (дата звернення: 03.03.2020).
3. Івашкевич Л. С., Залужний Р. Г. Перекладацький процес і інструменти його забезпечення. Науковий журнал «Молодий вчений», 2020. № 4. С. 651-657.
4. Балабанова Л. В., Сардак О. В. Управління персоналом. Підручник.– К.: Центр учбової літератури, 2011. – 468 с.
5. Демиденко М.А. Математичне програмування: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2005.– 110 с.
6. М.М. Глушик, І.М. Колич, о.с. Пенцак, В.М. Сороківський Математичне програмування: Навчальний посібник. Львів: .Новий Світ\_2000,, '2005. \_C216.
7. Павленко І. О. Сучасні технології у перекладі. — Львів: ЛНУ, 2017.
8. Martello S. Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations / Silvano Martello, Paolo Toth. - John Wiley & Sons, 1990. - 296 p.
9. Гірняк О. М., Лазановський П. П. Менеджмент. Підручник для студентів вищих закладів освіти. — Львів: "Магнолія плюс", 2004. — 352 с
10. Бендерс Ф. Симплекс-метод: Вступ до лінійного програмування. — Львів: Світ, 2016.
11. Christensen T. Translation-Memory (TM) Research: What Do We Know and How Do We Know It? Hermes, 2010. № 44. С. 89–101.
12. Slack N., Chambers S., Johnston R. Operations Management. — Harlow: Pearson Education, 2021.
13. Симплекс-метод [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4>

14. Winston W. L. Operations Research: Applications and Algorithms. — Belmont: Duxbury Press, 2004.
15. Лінійне програмування [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B5\\_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F)
16. Толбатов Ю. А., Толбатов Є. Ю. Математичне програмування : підруч. для студентів екон. спец. вищ. навч. закл. Тернопіль : Підручники і посібники, 2008. 432 с.
17. Математичне програмування. Дослідження операцій : навч. посіб. / А. Ф. Барвінський та ін. Львів : «Інтелект-Захід», 2008. 468 с.
18. Дериховська В.І. Взаємозв'язок розвитку персоналу та стратегії управління персоналом. Бізнес Інформ. 2013. № 7(426). С. 341–347.
19. Коптілов В. В. Теорія і практика перекладу: Навчальний посібник. Київ : Юніверс, 2002. 280 с.
20. Anderman G. Audiovisual Translation: Language Transfer on Screen. London: Palgrave Macmillan. 2009. 256 p.
21. Залужний Р. Г. Комп'ютерні навички перекладача. Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи. Том VIII: діалог у розвитку науки та освіти. Конін - Ужгород - Київ - Херсон, 2020. С. 240-242.
22. Boretz A. AppTek Launches Hybrid Machine Translation Software / Adam Boretz. 2009 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.speechtechmag.com/Articles/News/News-Feature/AppTek-Launches-Hybrid-Machine-Translation-Software-52871.aspx>
23. Development and implementation of quality management systems in translation agencies. 2015 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://technolex.com/articles/development-and-implementation-of-quality-management-systems-in-translation-agencies.html>
24. Karmarkar N. A New Polynomial-Time Algorithm for Linear Programming. — Combinatorica, 1984.

- 25.** Замора О.І. Основні тенденції формування і використання трудових ресурсів // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – №4. – С. 85-91.
- 26.** Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. Економіко-математичні методи та моделі : оптимізація : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2016. 303 с.
- 27.** Бойко Л. Т. Основи чисельних методів: навчальний посібник. Москва : ДНУ, 2011. 244 с.
- 28.** Pseudo-translation plugin setting. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://docs.memoq.com/current/en/Workspace/pseudo-translation-plugin-sett.html>
- 29.** Кваліфікаційна робота магістра [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня магістра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т.А. Желдак, Т.В. Хом'як, А.В. Малієнко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 33 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167921>
- 30.** Хом'як Т. В. Бази даних у професійних задачах аналітики [Електронний ресурс] : навч. наочн. посіб. / Т. В. Хом'як, К. С. Хабарлак, Д.М. Гаранжа; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 192с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167970>
- 31.** Філатова Л.Д. Економіко – математичні методи та моделі: Опорний конспект лекцій для самостійного вивчення дисципліни. Харків: ХННІ ДВНЗ «УБС», 2018. 120 с.
- 32.** Боровик О.В. Дослідження операцій в економіці (Текст): навч. посібник: Рекомендовано МОН України/О.В. Боровик, Л.В. Боровик.- К.:Центр учбової літератури,2007
- 33.** Івченко І.Ю. Математичне програмування: Навчальний посібник/І.Ю. Івченко. – К.: Центр учбової літератури,2007 – 232 с.
- 34.** Одновол М.М. Методи оптимізації та дослідження операцій. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з дисципліни для студентів



спеціальності 124 Системний аналіз / М.М. Одновол, Л.С. Коряшкіна, Д.М. Гаранжа; М-во освіти і науки України; НТУ «Дніпровська політехніка». – Д.: НТУ «ДП», 2023. – 68 с.

**35.** Коряшкіна Л.С. Практикум за курсом «Методи оптимізації та дослідження операцій». Частина І. Дослідження операцій: навч. посіб. / Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус / М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д.: НТУ «ДП», 2020. – 182 с.

**36.** Коряшкіна Л.С. Практикум за курсом «Методи оптимізації та дослідження операцій». Частина ІІ. Нелінійне програмування: навч. посіб. / Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус / М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д.: НТУ «ДП», 2023. – 220 с.  
<https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167658>

**37.** Оптимізація систем керування.: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Л. Р. Ладієва; КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2020. – 211с.

**38.** Сікора Я. Б. Методи оптимізації та дослідження операцій: навчальний посібник / Я. Б. Сікора, А.Й. Щехорський, Б.Л. Якимчук. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. – 148 с.

**39.** Домбровський О. Іван Франко – теоретик перекладу / О. Домбровський // Іван Франко. Статті і матеріали. – Львів: Вид-во Львів. держ. ун-ту, 1958. – С. 302-311.

**40.** Зорівчак Р.П. Історія перекладної літератури як об'єкт наукового пошуку та навчальна дисципліна / Р.П. Зорівчак // Наукова спадщина професора Ю. О. Жлуктенка та сучасне мовознавство: Зб. наук. праць / Відп. за вип. А. Д. Белова. К.: Київ. нац. ун-т, 2000. – С. 95-99.



**Відгук**  
**на кваліфікаційну роботу магістра**  
студентки гр. 124М-23-1  
Дерев'яченко Олександри Вадимівни

Тема кваліфікаційної роботи: «Оптимізація розподілу ресурсів в перекладацькій компанії "Інтект"».

Обсяг кваліфікаційної роботи 74 стор.

Мета кваліфікаційної роботи: дослідження та розробка підходу, який оптимізує розподіл ресурсів компаній, що займаються текстовим перекладом, для підвищення ефективності та конкурентоспроможності на ринку

Актуальність теми обумовлена необхідністю оптимального завантаження виконавців, оскільки це безпосередньо впливає на якість перекладу, строки виконання проектів, фінансові результати та задоволеність клієнтів. Зважаючи на велику кількість змінних факторів — людські ресурси, технологічні інструменти, часові та фінансові обмеження — оптимізація процесів стає критично важливою для досягнення конкурентної переваги.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності магістра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки в ній вирішуються оптимізаційні задачі з обмеженнями та розробляється програмне забезпечення для їх розв'язання.

Практичне значення роботи полягає в тому, що вивчення компетенцій надає конкретні інструменти та підходи для вирішення реальних проблем, що оптимізують робочі ресурси перекладацької галузі, що може бути реалізовано перекладацькою компанією «Інтект» або іншими подібними організаціями

Висновки підтверджують можливість використання результатів роботи в повсякденній практиці розглянутого підприємства ТОВ «Інтект», а також у виробничій діяльності інших підприємств, що вирішують задачу обробки великої кількості замовлень великою кількістю виконавців різної кваліфікації.

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі.

У роботі **не визначено суттєвих недоліків**, які можуть впливати на її оцінку.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: «відмінно» (95 балів)

З урахуванням висловлених зауважень авторка заслуговує присвоєння кваліфікації «магістр з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи,  
к.т.н., доц., завідувач кафедри САУ

Желдак Т.А.

## Лістинг програмного забезпечення, для розв'язання добової задачі оптимізації

### Основна програма

```
import numpy as np
import pandas as pd
from scipy.optimize import linprog

c = np.array([0.32, 0.97, 0.48, 0.79, 0.92])

A_ub = np.array([
    [1, 0, 0, 0, 0],
    [0, 1, 0, 0, 0],
    [0, 0, 1, 0, 0],
    [0, 0, 0, 1, 0],
    [0, 0, 0, 0, 1]
])

b_ub = np.array([12011, 11121, 9560, 13231, 20068])

A_eq = np.array([[1, 1, 1, 1, 1]])

b_eq = np.array([50000])

result = linprog(c, A_ub=A_ub, b_ub=b_ub, A_eq=A_eq, b_eq=b_eq,
method='highs')

if result.success:
    print("Мінімальне значення цільової функції Z =", result.fun)
    variables = ['Перекладач 1', 'Перекладач 2', 'Перекладач 3', \
                'Фрілансер1', 'Фрілансер2']
    solution = pd.DataFrame(result.x, index=variables, columns=['Значение'])
    print(solution)
else:
    print("Оптимального рішення")
```

### Результати роботи програми:

```
Мінімальне значення цільової функції Z = 32866.97
      Значение
Перекладач 1  12011.0
Перекладач 2     0.0
Перекладач 3   9560.0
Фрілансер1   13231.0
Фрілансер2   15198.0
```

Рисунок 1. Результати роботи програми для добової задачі







## Результати роботи програми:

Мінімальне значення цільової функції $Z = 163086.47999999995$	
	Значення
Перекладач 1	12011.0
Перекладач 2	0.0
Перекладач 3	9560.0
Перекладач 4	11866.0
Перекладач 5	11514.0
Перекладач 6	9634.0
Перекладач 7	9771.0
Перекладач 8	11245.0
Перекладач 9	10991.0
Перекладач 10	11310.0
Перекладач 11	13028.0
Перекладач 12	10712.0
Перекладач 13	11532.0
Перекладач 14	13424.0
Перекладач 15	9650.0
Перекладач 16	10972.0
Перекладач 17	9803.0
Перекладач 18	11874.0
Перекладач 19	11404.0
Перекладач 20	9743.0
фрілансер1	0.0
фрілансер2	0.0
фрілансер3	13992.0
фрілансер4	14776.0
фрілансер5	0.0
фрілансер6	0.0
фрілансер7	0.0
фрілансер8	19498.0
фрілансер9	13937.0
фрілансер10	13611.0
фрілансер11	0.0
фрілансер12	3286.0
фрілансер13	16244.0
фрілансер14	16548.0
фрілансер15	0.0
фрілансер16	15282.0
фрілансер17	0.0
фрілансер18	22646.0
фрілансер19	21292.0
фрілансер20	18844.0

Рисунок 2. Результати роботи програми для тижневої задачі