

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ В ІТ

**Методичні рекомендації
до самостійної роботи студентів
спеціальності 126 "Інформаційні системи та технології"
освітньої програми "Інформаційні системи та технології"
першого (бакалаврського) рівня**

**Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2023**

УДК 004.9(072.034)

C40

Укладачі: С. Г. Удовенко

Н. О. Бринза

Затверджено на засіданні кафедри інформатики та комп'ютерної техніки.

Протокол № 1 від 26.08.2022 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Системний аналіз в ІТ [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до самостійної роботи студентів спеціальності 126 "Інформаційні системи та технології" освітньої програми "Інформаційні системи та технології" першого (бакалаврського) рівня / уклад. С. Г. Удовенко, Н. О. Бринза. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2023. – 102 с.

Подано основні положення щодо організації та виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни. Наведено детальний опис завдань для самостійної роботи та перелік необхідної для їхнього виконання літератури.

Рекомендовано для студентів спеціальності 126 "Інформаційні системи та технології" першого (бакалаврського) рівня всіх форм навчання.

УДК 004.9(072.034)

© Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, 2023

Вступ

Навчальна дисципліна "Системний аналіз в ІТ" є базовою навчальною дисципліною, яку вивчають згідно з навчальним планом підготовки фахівців першого освітнього (бакалаврського) рівня спеціальності 126 "Інформаційні системи та технології" освітньої програми "Інформаційні системи та технології" для всіх форм навчання. Ознайомлює студентів з основними принципами використання інформаційних систем для автоматизації оброблення інформації та можливості застосування інформаційно-комунікаційних технологій для вирішення професійно орієнтованих завдань.

Метою викладання навчальної дисципліни є вивчення принципів, концепцій та методології системного аналізу великомасштабних систем, що використовують у виробничій та невиробничій сферах із застосуванням сучасних CASE-засобів і технологій для автоматизації процесів системного аналізу та проєктування в ІТ.

Необхідність здобуття розгорнутих знань із навчальної дисципліни "Системний аналіз в ІТ" для успішного виконання подальшої професійної діяльності й обмеженість навчального навантаження студентів спеціальності 126 "Інформаційні системи та технології" зумовлюють характер позааудиторної самостійної роботи студентів. Виконання завдань для позааудиторної самостійної роботи має забезпечувати набуття студентами нових компетентностей у межах цієї тематики, що розглядають на лекційних і лабораторних заняттях.

Основною метою самостійної роботи є закріплення набутих теоретичних знань для сприяння розвитку автономності студентів у процесі формування їхніх професійних компетентностей та професійно важливих якостей:

здатність аналізувати об'єкт проєктування або функціонування та його предметну область;

здатність застосовувати стандарти в галузі інформаційних систем і технологій під час розроблення функціональних профілів, побудови та інтеграції систем, продуктів, сервісів і елементів інфраструктури організації;

здатність проєктувати, розробляти й використовувати засоби реалізації інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій;

здатність вибору, проектування, розгортання, інтегрування, управління, адміністрування й супроводжування інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій, сервісів та інфраструктури організації;

здатність до аналізу, синтезу й оптимізації інформаційних систем і технологій із використанням математичних моделей і методів;

здатність застосовувати інформаційні технології в ході створення, упровадження та експлуатації системи менеджменту якості й оцінювати витрати на її розроблення та забезпечення;

здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.

Структура завдань самостійної роботи відповідає тематиці, поданій у робочій програмі навчальної дисципліни для студентів спеціальності 126 "Інформаційні системи та технології".

З огляду на специфіку позааудиторної самостійної роботи (виду діяльності, що формує нові знання в студента без безпосередньої участі викладача) методичні рекомендації містять програму самостійної роботи з навчальної дисципліни "Системний аналіз в ІТ". Це дозволяє студенту отримати узагальнене уявлення про зміст самостійної роботи та запланувати її виконання згідно з методичними вимогами.

Виконання завдань для самостійної роботи викладачі оцінюють відповідно до системи розподілу балів за формами і методами навчання, наведеній у технологічній карті накопичувальних балів з навчальної дисципліни.

Змістовий модуль 1

Предметна область і основні поняття системного аналізу

Тема 1. Побудова системних моделей проблемних ситуацій

Лабораторна робота 1. Функціональна модель опису системи. Принципи побудови моделей засобами *IDEF*-технологій

Завдання. Вивчити основні прийоми роботи з *Ramus Educational*; набути навичок створення та редагування контекстної діаграми. Необхідно розробити контекстну діаграму і побудувати модель "чорна скринька" для процесу державного регулювання економіки з використанням інструменту податкової системи.

Модель – опис системи (текстовий чи графічний) з певним рівнем деталізації.

Об'єкт моделі – об'єкт у базі даних інструментального середовища моделювання, який володіє низкою атрибутів і призначений для відображення реально існуючого об'єкта певного типу.

Бізнес-процес – це цілеспрямована послідовність процедур, необхідна для отримання заданого кінцевого результату.

Процедура – це упорядкована послідовність операцій, спрямована на отримання проміжного результату.

Бізнес-операція – це ряд упорядкованих дій, розглядати які окремо в рамках створюваної моделі недоцільно.

Декомпозиція бізнес-процесу – це детальний опис процесу, який здійснюють шляхом розподілу процесу на декілька частин і подальшого їх опису за допомогою більш докладних моделей.

Вхід процесу – це об'єкт бізнес-процесу (процедура, операція), що взаємодіє із зовнішніми бізнес-процесами й отримує від них інформацію (ресурси).

Вихід процесу – це об'єкт бізнес-процесу (процедура, операція), що взаємодіє із зовнішніми процесами і передає їм інформацію (ресурси), які є результатом виконання бізнес-процесу.

Ініціювальна подія – це об'єкт моделі процесу, що відображає подію, яка є керуючим впливом і необхідна для початку виконання процедури.

Завершальна подія – це об'єкт моделі процесу, що відображає факт завершення процедури й отриманий при цьому результат.

Зовнішні обставини часто змушують вносити зміни в діяльність соціально-економічних систем (підприємств, організацій, регіональних утворень, країн тощо). Наслідки цих змін повинні бути ретельно вивчені та осмислені, перш ніж вони стануть реальністю. Але процеси, що відбуваються в сучасних соціально-економічних системах, часто виявляються занадто складними для умоглядного розгляду. Побудувати модель системи та виявити можливі "вузькі місця" допоможе системний аналіз – потужний інструмент, який використовують для аналізу, документування і реорганізації бізнес-процесів.

Найчастіше системний аналіз застосовують для вирішення двох груп завдань:

1) *перша група завдань* пов'язана з розробленням і створенням нової системи, цілі функціонування якої мають тією чи іншою мірою вирішити проблеми, що виникають;

2) *другу групу завдань* спрямовано на дослідження можливостей вирішення проблеми засобами наявної системи, тобто можливостей адаптувати функції системи до досягнення нових цілей. При цьому, як правило, наявну систему потрібно модернізувати, що вимагає її перепроектування.

У наш час для вирішення наведених практичних завдань реалізують кілька методологічних підходів. Кожен із них має потужну комп'ютерну підтримку у вигляді набору програмно-інструментальних засобів, що дозволяють в наочній формі моделювати предметну область, аналізувати модель на всіх етапах розроблення і супроводу системи та розробляти програми відповідно до інформаційних потреб користувачів.

У спеціальній літературі такі інструментальні засоби підтримки називають CASE-засобами (*Computer Aided Software Engineering*-комп'ютерне проектування програмних засобів).

Більшість CASE-засобів оснований на методологіях структурного (переважно) чи об'єктно орієнтованого аналізу і проектування, що використовують специфікації у вигляді діаграм або текстів для опису

зовнішніх вимог, зв'язків між моделями системи, динаміки поведінки системи й архітектури програмних засобів.

Одним з інструментів системного аналізу є CASE-засіб *Ramus* – кросплатформна система моделювання й аналізу бізнес-процесів.

Основними функціями *Ramus* є розроблення графічних моделей бізнес-процесів (підтримують нотації IDEF0 і DFD); розроблення систем класифікації та кодування (з прив'язуванням до моделей процесів); формування звітності за моделями і системою класифікації (у вигляді регламентів бізнес-процесів, посадових інструкцій і т. д.).

До позитивних характеристик *Ramus* належать:

1. Ергономічність графічного редактора. Редактор підтримує швидку навігацію за моделлю, шаблони часто використовуваних типів діаграм, можливість скасування останніх дій, "розумну" поведінку стрілок.

2. Підтримання необмеженої кількості атрибутів різних типів.

3. Автоматична побудова ієрархічних дерев у класифікаторах на підставі значень атрибутів.

4. Редактор звітів підтримує кілька варіантів налаштування: спрощене (з використанням інструментів редактора і набору ключових слів) і розширене (з використанням *JavaScript*). Шаблони звітів можуть бути експортовані й імпортовані у форматі файлів *XML*.

5. Гнучкий графічний інтерфейс користувача.

6. Кросплатформність. Використання технології *Java* дозволяє встановлювати систему під різними видами операційних систем і апаратних платформ (*MS Windows, Mac OS, Linux* і т. д.).

Метою побудови моделі певного процесу (предметної області) є специфікація операцій і дій, які виконуються в процесі (предметній області), і взаємозв'язків між ними. За умови адекватної побудови така модель забезпечує повне уявлення про функціонування досліджуваного процесу і про всі потоки ресурсів, що є в ньому.

Ramus підтримує дві методології структурного аналізу і моделювання систем – *IDEF0* та *DFD*. У процесі створення моделі бізнес-процесу на будь-якій гілці моделі можна переключитися на певну методологію і сформувати змішану модель.

В *IDEF0*-моделі операція являє собою процес перетворення вхідних матеріалів або інформації в деякий результат на виході з використанням ресурсів у вигляді механізму процесу під час здійснення певних управлінських впливів.

Методологія *DFD* містить такі поняття, як зовнішнє посилання і сховище даних. Це робить її зручнішою порівняно з *IDEF0*-моделлю для моделювання програмного забезпечення і систем документообігу.

Моделювання з використанням згаданих методологій оснований на застосуванні графічних нотацій, основою яких є різного виду блоки і дуги, що їх сполучають.

Головне меню програми *Ramus* подано на рис. 1.

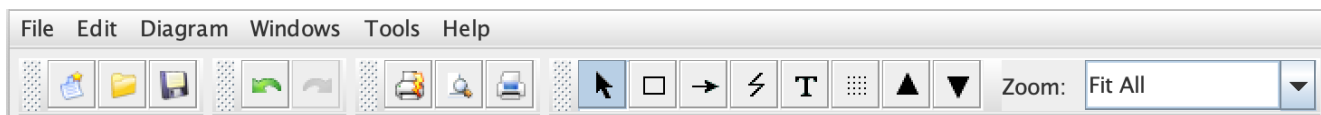







Рис. 1. Головне меню *Ramus*

Основні інструменти *IDEF0*-моделі наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Опис призначення інструментів моделі *IDEF0*

Інструменти	Назва	Призначення
	Режим курсора	Використовують для зміни положення вже існуючих об'єктів, зміни розмірів або внесення даних у них
	Режим додавання функціональних блоків	Блок відображає дію (процес, роботу) у діаграмі
	Режим роботи зі стрілками	Інструмент використовують для зображення стрілки
	Режим розміщення тильд	Інструмент використовують для створення "блискавки", яка пов'язує стрілку з її назвою
	Режим додавання тексту	Інструмент використовують для створення текстових коментарів на діаграмах
	Перейти до батьківської діаграми	Використовують для переходу на батьківську діаграму
	Перейти до дочірніх діаграм	Використовують для переходу на діаграму нижнього рівня або для декомпозиції блоку процесу на діаграмі

Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи 1

1. Виокремлення основних елементів моделі. У лабораторній роботі слід описати бізнес-процес аналізу ресурсної бази банків України. Бізнес-процес формування статистичного забезпечення аналізу ресурсної бази банків України є дуже складним та багатоетапним процесом. Варто розглянути цей процес з істотним спрощенням. Нехай вхід процесу – вихідні дані для більш детального вивчення досліджуваної проблеми (наприклад, банківська звітність). На цей процес впливають такі інститути, як Національний банк України, а також нормативно-правові акти НБУ та закони України. Вихід процесу – стан ресурсної бази банків України.

2. Завантаження *Ramus*. Для початку роботи з *Ramus* необхідно зайти в пункт меню Пуск і зі списку програм вибрати *Ramus* (рис. 2).

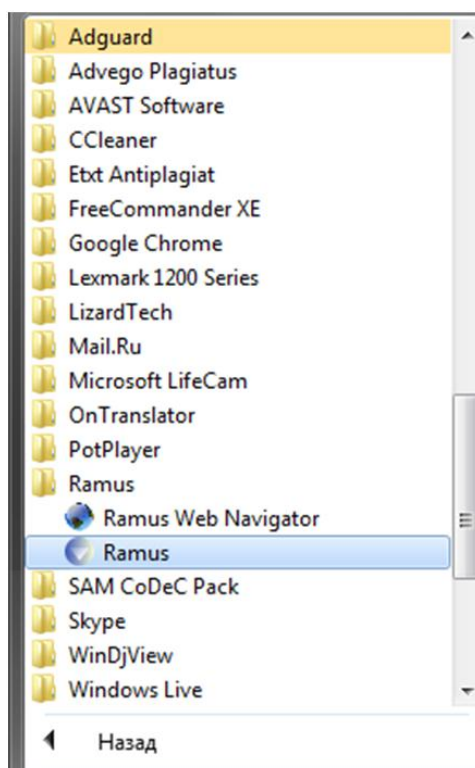


Рис. 2. Завантаження *Ramus 4.0*

У вікні (рис. 3) запропоновано створити новий проєкт або відкрити вже існуючий.

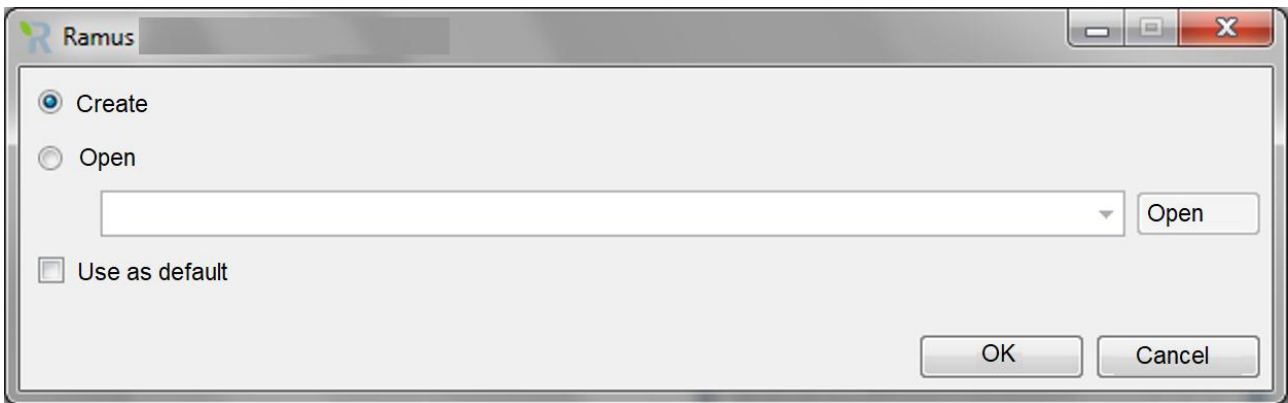


Рис. 3. Створення нової моделі

Після натискання на кнопку *OK* здійснюється запуск майстра проекту.

1. На першому етапі (рис. 4) у відповідні поля потрібно внести відомості про автора, назву проекту і моделі, а також вибрати тип нотації моделі (*IDEF0* або *DFD*).

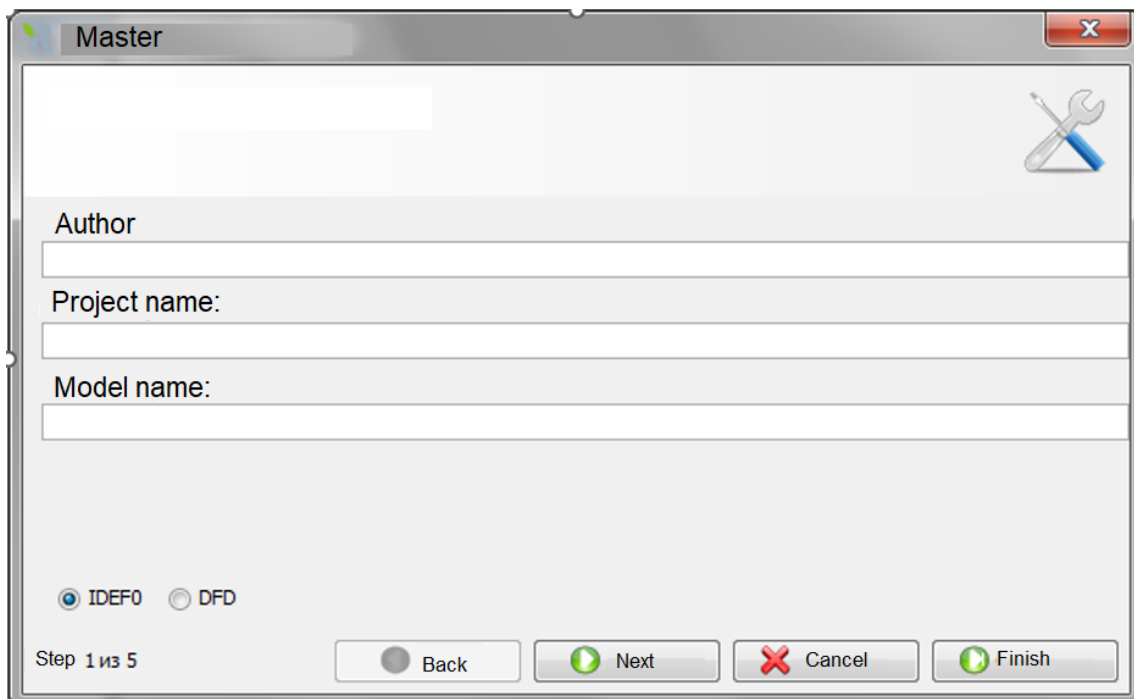


Рис. 4. Майстер "Властивості проекту"

2. На другому етапі вводять назву організації, що використовує цей проект.

3. На третьому – дають короткий опис майбутнього проекту.

4. Четвертий етап дозволяє створити декілька основних класифікаторів (у нашому випадку можна пропустити цей етап). Оскільки моделі процесів реальних підприємств можуть містити значну кількість об'єктів (документи, персонал, функції тощо), то в *Ramus* передбачено можливість упорядковано зберігати інформацію про ці об'єкти у вигляді системи класифікаторів. Класифікація об'єктів спрощує пошук і оброблення інформації про об'єкти моделі, а також і про об'єкти безпосередньо не поданих на діаграмах процесів, але які належать до процесів підприємства.

5. На п'ятому, заключному етапі, пропонують вибрати ті зі створених класифікаторів, елементи яких будуть міститися в переліку власників процесів (пропустити цей етап).

За необхідності можна завершити роботу майстра, натиснувши кнопку "Закінчити".

Після завершення роботи майстра відкриється робочий простір "діаграми", у якому можна приступити до малювання графічної моделі (рис. 5).


USED AT:	AUTHOR:	DATE: 08.12.2023	WORKING	DATE	CONTEXT: TOP
	PROJECT:	REV: 08.12.2023	DRAFT		
			RECOMMENDED		
	NOTE 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		PUBLICATION		
Node A-0	Title: ФОРМУВАННЯ СТАТИСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛІЗУ РЕСУРСНОЇ БАЗИ БАНКІВ УКРАЇНИ				

Рис. 5. Вікно побудови діаграми

У верхній частині наводять відомості про проєкт, уведені користувачем за допомогою майстра діаграм.

Програма *Ramus Educational* володіє гнучким графічним інтерфейсом, який можна налаштувати під потреби і переваги конкретного користувача: непотрібні вікна можна закрити/згорнути; можна міняти їх розміри і місце розташування; також можна групувати два і більше вікон в одному, при цьому вміст укладених вікон буде розміщено на вкладках загального вікна (цей функціонал можливий не для всіх комбінацій вікон).

Створення контекстної діаграми

1. На панелі інструментів вибрати піктограму функції () і мишкою вказати місце розташування на робочому просторі.

2. Дати функціональному блоку ім'я.

Перейти в режим редагування контекстної діаграми, натиснувши правою кнопкою мишки на об'єкт і вибравши опцію "Редагувати активний елемент". У закладці "Назва" ввести "Формування статистичного забезпечення аналізу ресурсної бази банків України" (рис. 6). В інших вкладках вікна також можна відредагувати параметри тексту та фону (рис. 7).

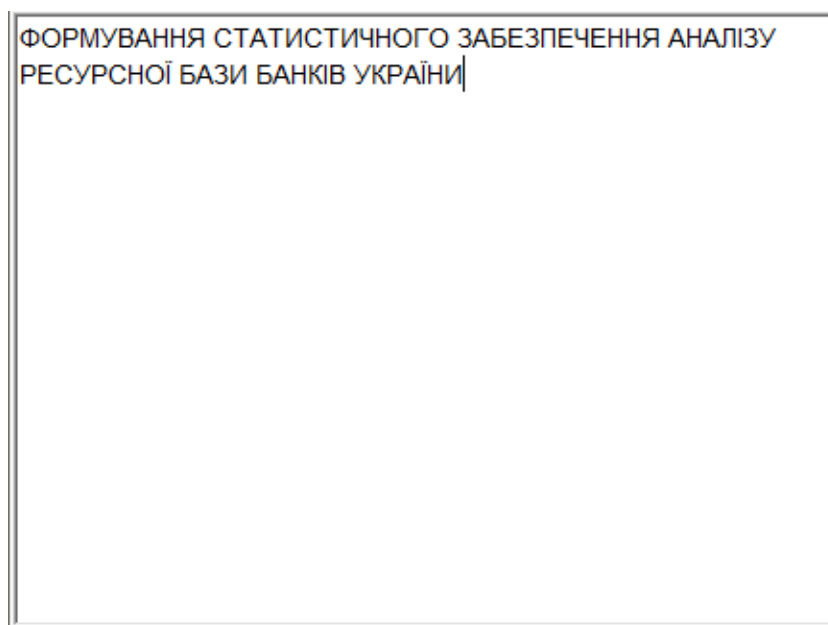


Рис. 6. Вікно властивостей функціонального блока

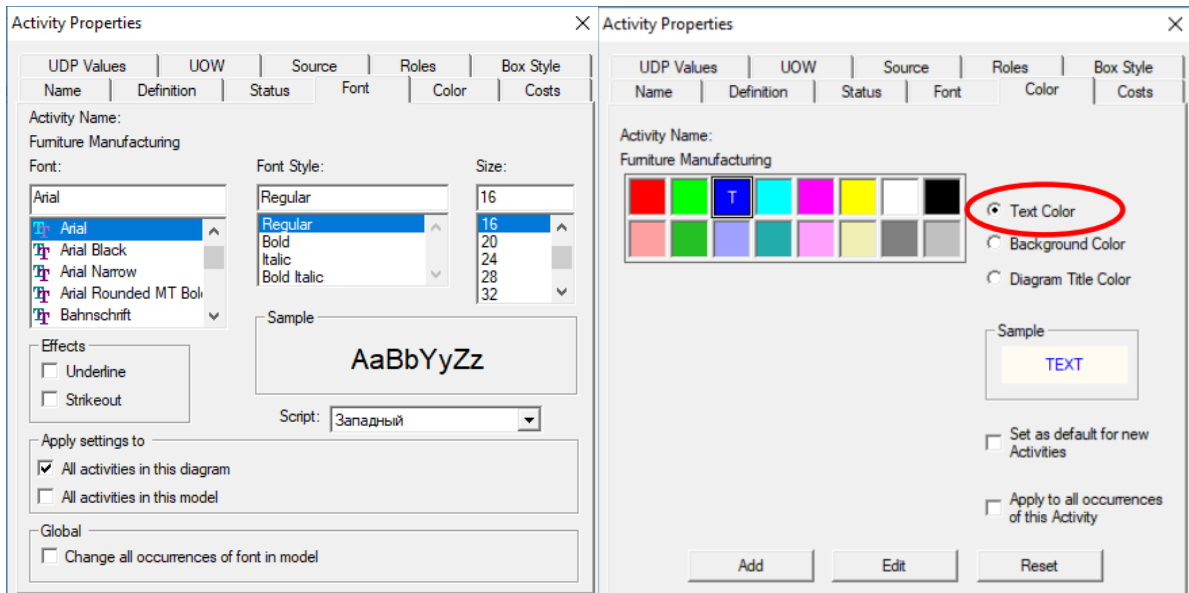



Рис. 7. Зміна параметрів та шрифтів

3. Використовуючи піктограму панелі інструментів , створити стрілки на контекстній діаграмі згідно з табл. 2.

Таблиця 2

Контекстна діаграма

Найменування стрілки	Тип
Національний банк України	вхід
Закони України та нормативно-правові акти НБУ	вхід
Банківська звітність	вхід
Стан ресурсної бази банків України	вихід

Для створення стрілок необхідно перейти в режим побудови стрілок, навести курсор на вихідну точку стрілки (ліва, верхня і нижня межа зони побудови моделі або права межа контекстної діаграми). Після підсвічування зони чорним кольором клікнути один раз і аналогічним чином позначити кінець стрілки (права, верхня і нижня межа контекстної діаграми або права межа зони побудови моделі). Переміщувати стрілки

та їх назви можна за принципами стандартного механізму *drag & drop* (рис. 8). Вікно введення параметрів стрілки наведено на рис. 9.

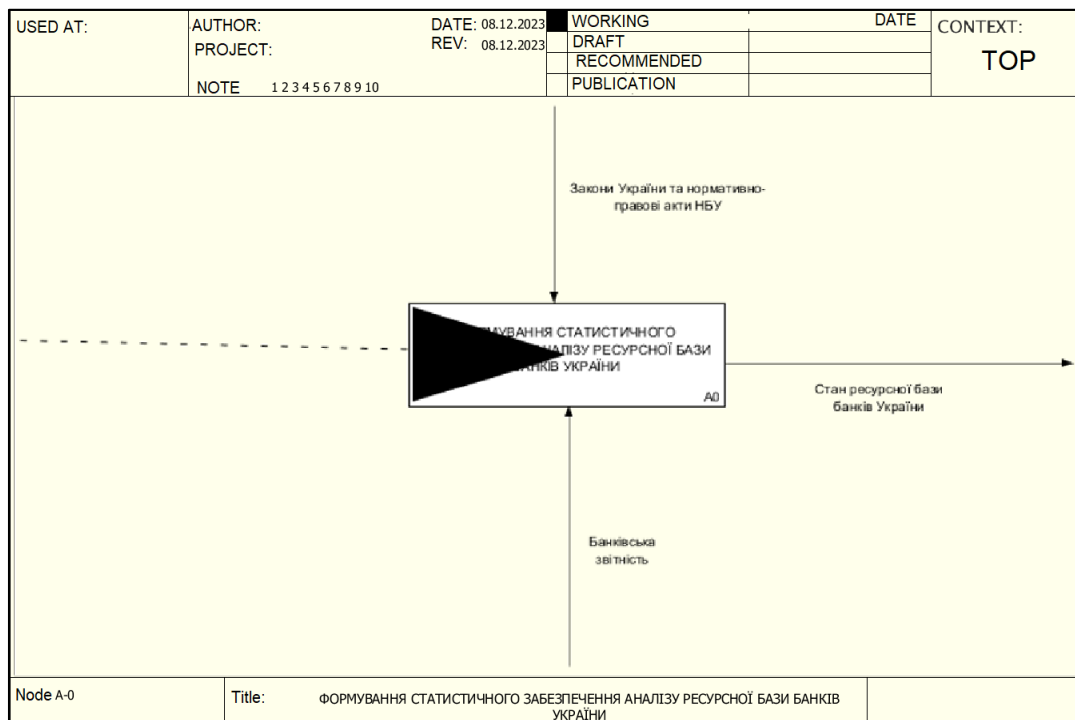


Рис. 8. Внесення інтерфейсної дуги "Вхід"

Arrow Properties

Name | Style

Arrow Name:

Replace all occurrences of this arrow name in model

Author: HNEU

OK CANCEL APPLY HELP

Рис. 9. Вікно введення параметрів стрілки

Увести всі інші стрілки входів та виходу подібним чином. Результат побудови контекстної діаграми наведено на рис. 10. Зберегти створену модель, вибравши опцію меню "Файл" і "Зберегти як".

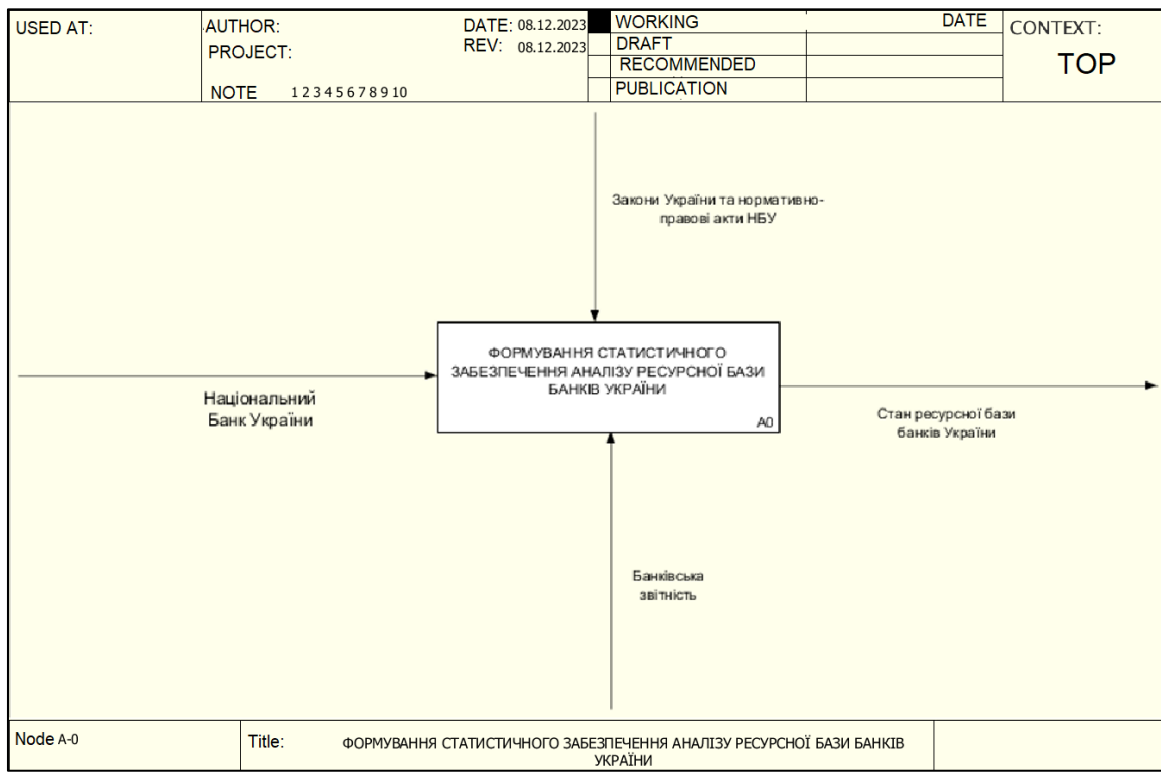


Рис. 10. Результат побудови контекстної діаграми процесу

Тема 2. Поняття і закономірності системного аналізу

Лабораторна робота 2. Побудова моделі функціонування системи на підставі IDEF0-діаграми

Завдання. Провести декомпозицію бізнес-процесу державного регулювання економіки з використанням інструменту податкової системи в стандарті *IDEF0* у *Ramus Educational*.

Методологію *IDEF0* можна вважати наступним етапом розвитку добре відомої графічної мови опису функціональних систем *SADT* (*Structured Analysis and Design Technique*). Історично *IDEF0* як стандарт розроблено в 1981 р. в рамках великої програми автоматизації промислових підприємств, яка мала назву *ICAM* (*Integrated Computer*

Aided Manufacturing). Сімейство стандартів *IDEF* успадкувало свою назву від назви цієї програми (*IDEF = Icam DEFINITION*), а останню його редакцію випущено в грудні 1993 р. Національним Інститутом за стандартами і технологіями США (*NIST*). Метою методики є побудова функціональної схеми досліджуваної системи, що описує всі необхідні процеси з точністю, достатньою для однозначного моделювання діяльності системи.

Нотацію *IDEFO* можна використати для моделювання широкого класу систем. Для нових систем застосування *IDEFO* має на меті визначення вимог і вироблення функціональних вказівок для подальшого розроблення системи, що відповідає поставленим вимогам і реалізує виокремлені функції. У вже існуючих системах *IDEFO* можна застосувати для аналізу функцій, які виконує система, і для відображення механізмів цих функцій. Результатом застосування *IDEFO* до деякої системи є модель цієї системи, що складається з ієрархічно впорядкованого набору діаграм, тексту документації та словників, пов'язаних один з одним за допомогою перехресних посилань.

Методологія *IDEFO* пропонує побудову ієрархічної системи діаграм – одиничних описів фрагментів системи. Спочатку виконують опис системи в цілому та її взаємодії з навколишнім світом (контекстна діаграма), після чого проводять функціональну декомпозицію: систему розподіляють на підсистеми й кожну підсистему описують окремо (діаграми декомпозиції). Потім кожну підсистему розподіляють на більш дрібні до досягнення потрібного ступеня деталізації.

Декомпозиція (*Decomposition*) є основним поняттям стандарту *IDEFO*. Принцип декомпозиції застосовують під час розподілу складного процесу на складові його функції. При цьому рівень деталізації процесу визначає безпосередньо розробник моделі. Декомпозиція дозволяє поступово і структуровано подавати модель системи у вигляді ієрархічної структури окремих діаграм, що робить її менш важкою.

Модель *IDEFO* завжди починається з подання системи як єдиного цілого – одного функціонального блока з інтерфейсними дугами, що тягнуться за межі певної зони. Таку діаграму з одним функціональним блоком називають контекстною діаграмою.

Зазвичай *IDEFO*-моделі містять складну і концентровану інформацію. Щоб обмежити їх перевантаженість і зробити легкими для читання, у стандарті прийнято відповідні обмеження складності. Рекомендовано подавати на діаграмі від трьох до шести функціональних блоків, при цьо-

му кількість придатних до одного функціонального блока (що виходять з одного функціонального блока) інтерфейсних дуг передбачено не більше чотирьох.

Наочність графічної мови *IDEFO* робить модель зрозумілою і для осіб, які не брали участі в проєкті її створення, а також ефективною для проведення показів і презентацій.

Кожна *IDEFO*-діаграма містить блоки й дуги. Блоки зображують функції системи, що моделюється. Дуги пов'язують блоки разом і відображають взаємодії й взаємозв'язки між ними.

Функціональні блоки (роботи) на діаграмах зображують прямокутниками, що означають поіменовані процеси, функції або завдання, які виконують протягом певного часу й мають розпізнавані результати. Назва роботи повинна бути виражена віддієслівним іменником, що позначає дію.

IDEFO вимагає, щоб у діаграмі було не менш трьох і не більше шести блоків. Ці обмеження підтримують складність діаграм і моделі на рівні, доступному для читання, розуміння й використання.

Кожна сторона блока має особливе, цілком певне призначення. Ліву сторону блока призначено для входів, верхню – для керування, праву – для виходів, нижню – для механізмів. Таке позначення відображає певні системні принципи: входи перетворюються у виходи, керування обмежує або пропонує умови виконання перетворень, механізми показують, що і як виконує функція.

Блоки в *IDEFO* розміщують за ступенем важливості, як її розуміє автор діаграми. Цей відносний порядок називають домінуванням. Домінування розуміють як вплив, який один блок здійснює на інші блоки діаграми. Наприклад, найбільш домінувальним блоком діаграми може бути або перший з необхідної послідовності функцій, або контролююча функція, що впливає на всі інші.

Найбільш домінувальний блок звичайно розміщують у верхньому лівому куті діаграми, а найменш домінувальний – у правому куті.

Розташування блоків на сторінці відображає авторське визначення домінування. Таким чином, топологія діаграми показує, які функції впливають на інші. Щоб підкреслити це, аналітик може перенумерувати блоки відповідно до порядку їхнього домінування. Порядок домінування може

бути позначено цифрою, розміщеною в правому нижньому куті кожного прямокутника: цифра 1 буде вказувати на найбільше домінування, 2 – на наступне тощо.

Взаємодію робіт із зовнішнім світом і між собою описують у вигляді стрілок, які зображують одинарними лініями зі стрілками на кінцях. Стрілки містять певну інформацію, їх називають іменниками.

В *IDEFO* розрізняють п'ять типів стрілок.

Вхід – об'єкти, які використовуються й перетворюються роботою для одержання результату (виходу). Стрілку входу зображують як вхідну в ліву грань роботи.

Керування – інформація, що керує діями роботи. Зазвичай керувальні стрілки містять інформацію про те, яку роботу слід виконати. Кожна робота повинна мати хоча б одну стрілку керування, яку зображують як вхідну у верхню грань роботи.

Вихід – об'єкти, у які перетворюються входи. Кожна робота повинна мати хоча б одну стрілку виходу, яку зображують як вихідну з правої грані роботи.

Механізм – це ресурси, що виконують роботу. Стрілку механізму зображують як вхідну в нижню грань роботи. На розсуд аналітика стрілки механізму можна не зображувати на моделі.

Виклик – це спеціальна стрілка, що вказує на іншу модель роботи. Стрілку виклику зображують як вихідну з нижньої частини роботи й використовують для позначення того, що деяку роботу виконують за межами модельованої системи (рис. 11).

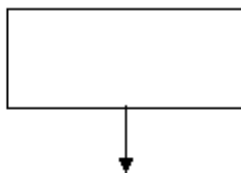


Рис. 11. Стрілка виклику

У методології *IDEFO* потрібні тільки п'ять типів взаємодій між блоками для опису їхніх відносин: вхід (рис. 12), керування (рис. 13), зворотний зв'язок за входом (рис. 14), зворотний зв'язок за керуванням (рис. 15), вихід-механізм (рис. 16). Зв'язки за керуванням і входом є найпрості-

шими, оскільки вони відображають прямі впливи, які інтуїтивно зрозумілі й дуже прості.

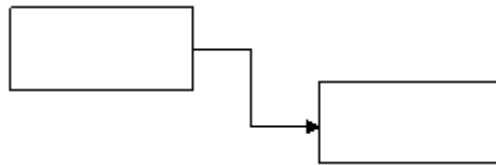


Рис. 12. **Зв'язок за входом**

Зв'язок за керуванням виникає тоді, коли вихід одного блока безпосередньо впливає на блок з меншим домінуванням.

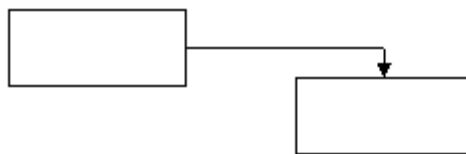


Рис. 13. **Зв'язок за керуванням**

Зворотний зв'язок за керуванням і зворотний зв'язок за входом є більш складними, оскільки являють собою ітерацію або рекурсію. А саме виходи з однієї роботи впливають на майбутнє виконання інших робіт, що згодом вплине на вихідну роботу.

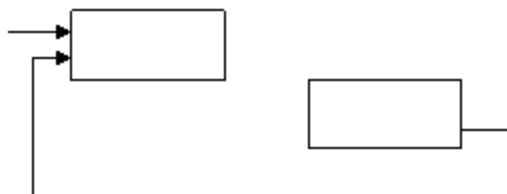


Рис. 14. **Зворотний зв'язок за входом**

Зворотний зв'язок за керуванням виникає тоді, коли вихід деякого блока впливає на блок з більшим домінуванням.

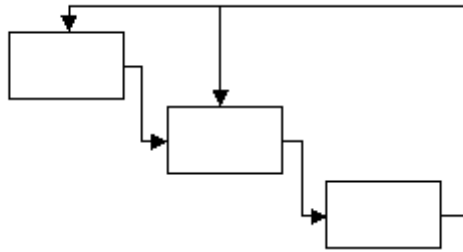


Рис. 15. **Зворотний зв'язок за керуванням**

Зв'язок "вихід-механізм" трапляється нечасто. Він відображає ситуацію, за якої вихід однієї функції стає засобом досягнення мети для іншої.

Зв'язки "вихід-механізм" характерні під час розподілу джерел ресурсів (наприклад, необхідні інструменти, навчальний персонал, фізичний простір, устаткування, фінансування, матеріали).

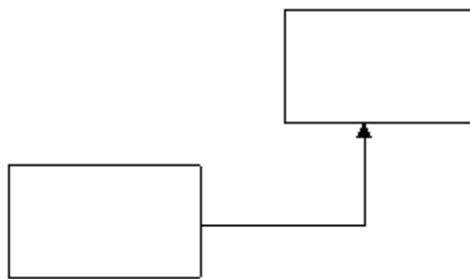


Рис. 16. **Вихід-механізм**

В *IDEFO* дуга рідко зображує один об'єкт. Зазвичай вона символізує набір об'єктів. Дуги є наборами об'єктів, вони можуть мати множину початкових джерел і кінцевих призначень. Тому дуги можуть розгалужуватися й з'єднуватися різними способами. Уся дуга або її частина може виходити з одного або декількох блоків і закінчуватися в одному або декількох блоках.

Розгалуження дуг, яке зображують у вигляді розбіжних ліній, означає, що весь зміст дуг або його частина може з'явитися в кожному з відгалужень. Дугу завжди позначають до розгалуження, щоб дати назву всьому набору. Крім того, кожна гілка дуги може бути позначена або не позначена відповідно до таких правил:

непомічені гілки містять всі об'єкти, зазначені в мітці дуги перед розгалуженням;

гілки, позначені після точки розгалуження, містять усі об'єкти або їхню частину, зазначену в підписі дуги перед розгалуженням.

Злиття дуг в IDEFO, яке зображують як збіжні разом лінії, указує, що зміст кожної гілки йде на формування мітки для дуги, яка є результатом злиття вихідних дуг. Після злиття результативну дугу завжди позначають для вказання нового набору об'єктів, що виник після об'єднання. Крім того, кожну гілку перед злиттям можна позначати або не позначати, відповідно до таких правил:

непомічені гілки містять усі об'єкти, зазначені в загальному підписі дуги після злиття;

позначені перед злиттям гілки містять усі або деякі об'єкти з перерахованих у загальному підписі після злиття.

Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи 2

1. Аналіз сфери дослідження. На цьому етапі побудови IDF0-діаграми необхідно виокремити основні елементи загального бізнес-процесу та визначити їх взаємозв'язок. Варто припустити, що формування статистичного забезпечення аналізу ресурсної бази банків України розподіляють на *процес формування інформаційного простору дослідження, аналіз існуючих методів і підходів щодо аналізу ресурсної бази банків, процес аналізу ресурсної бази та формування статистичного забезпечення, процес формування висновків* (чотири процеси).

Декомпозиція процесу аналізу існуючих методів і підходів щодо аналізу ресурсної бази банків дозволяє визначити, що цей процес розподіляється на процес проведення аналізу з використанням економічних, статистичних, математичних методів і, як наслідок, формування висновків про стан ресурсної бази банків.

Декомпозиція процесу аналізу ресурсної бази та формування статистичного забезпечення здійснюють за допомогою аналізу ресурсної бази на підставі статистичних, економічних та математичних методів; формування статистичного забезпечення й аналізу депозитної політики банку.

Декомпозицію процесу проведення аналізу з використанням статистичних методів виконують за допомогою збирання й аналізу статистичних даних; визначення ризиків, які виникають під час функціонування діяльності банків та мінімізації ризиків.

2. Відкриття створеної контекстної діаграми. Для цього потрібно запустити файл, у якому збережено модель (рис. 17).

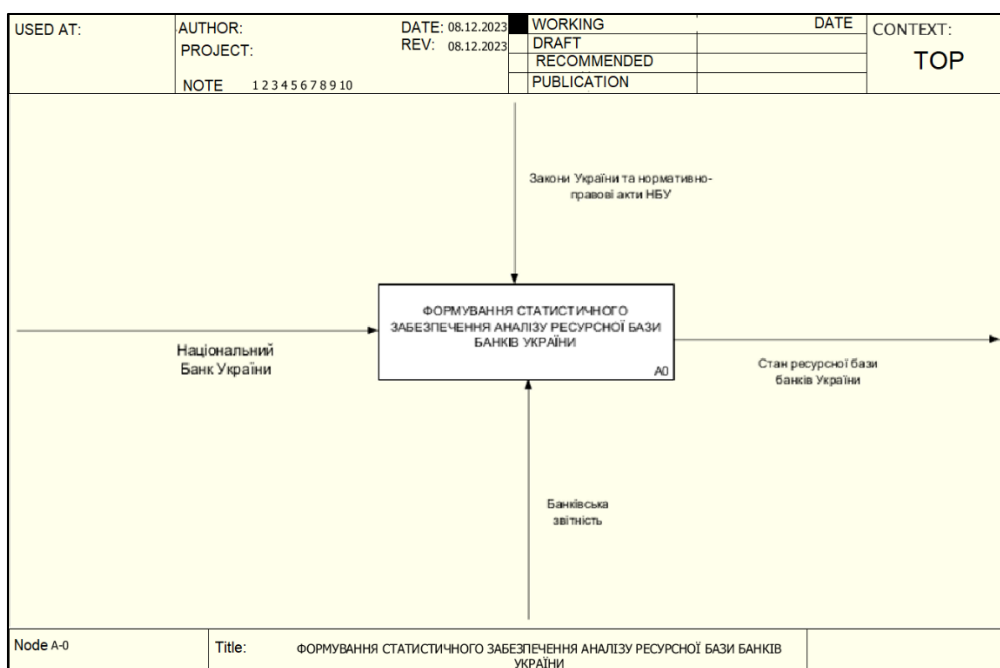


Рис. 17. Контекстна діаграма процесу формування статистичного забезпечення аналізу ресурсної бази банків України

3. Декомпозиція моделі. Із цією метою доцільно використати відповідну кнопку на панелі інструментів, як показано на рис. 18.

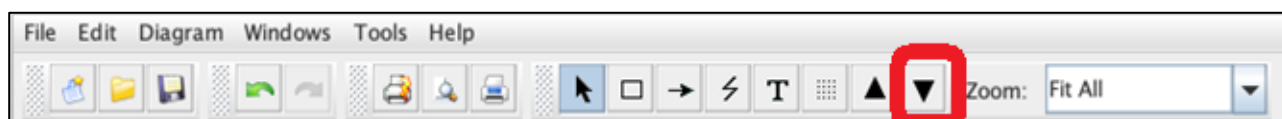


Рис. 18. Перехід до декомпозиції діаграми

У вікні меню "Створення нової діаграми" слід вказати тип діаграми *IDEFO* і кількість процедур, на які розподіляється процес (рис. 19).

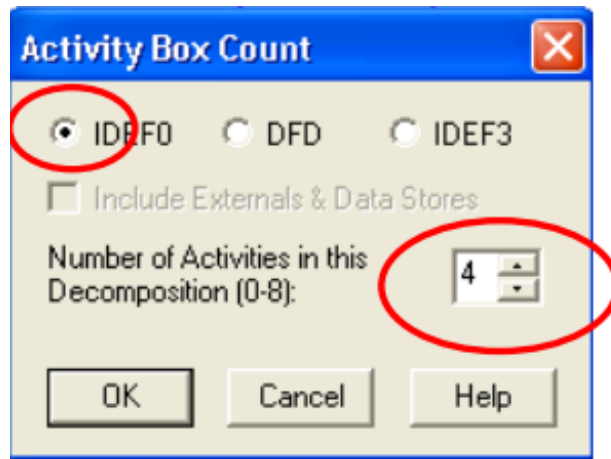


Рис. 19. Вікно вибору типу дочірньої діаграми та кількості робіт на ній

Автоматично буде створено діаграму першого рівня декомпозиції з перенесеними в неї потоками батьківської діаграми. Автоматично формується контекстна діаграма, зображена на рис. 20.

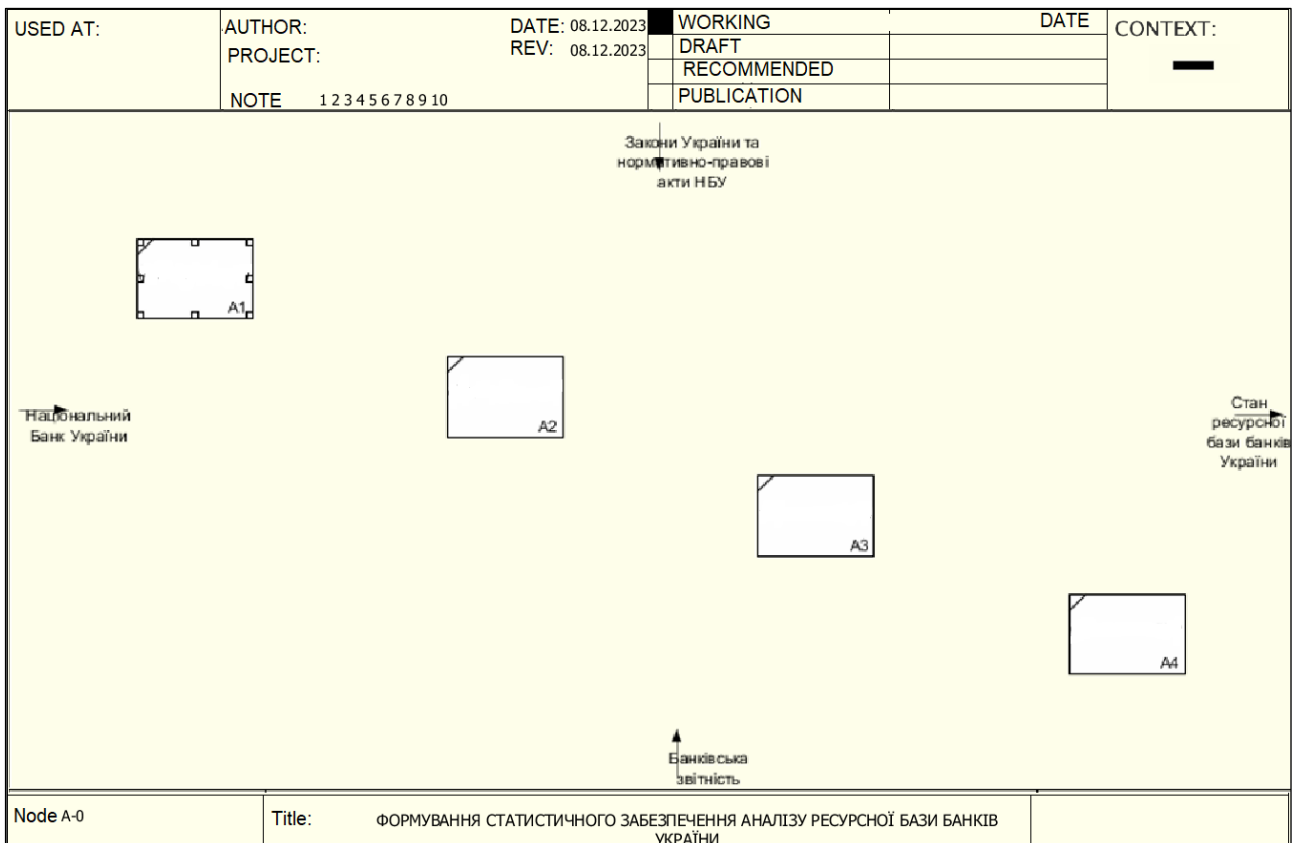


Рис. 20. Автоматична декомпозиція контекстної діаграми

4. Формування контекстних діаграм. Із цією метою необхідно поетапно розробляти створену автоматично діаграму декомпозиції.
 Етап 1. Указати назви блоків діаграми (рис. 21).

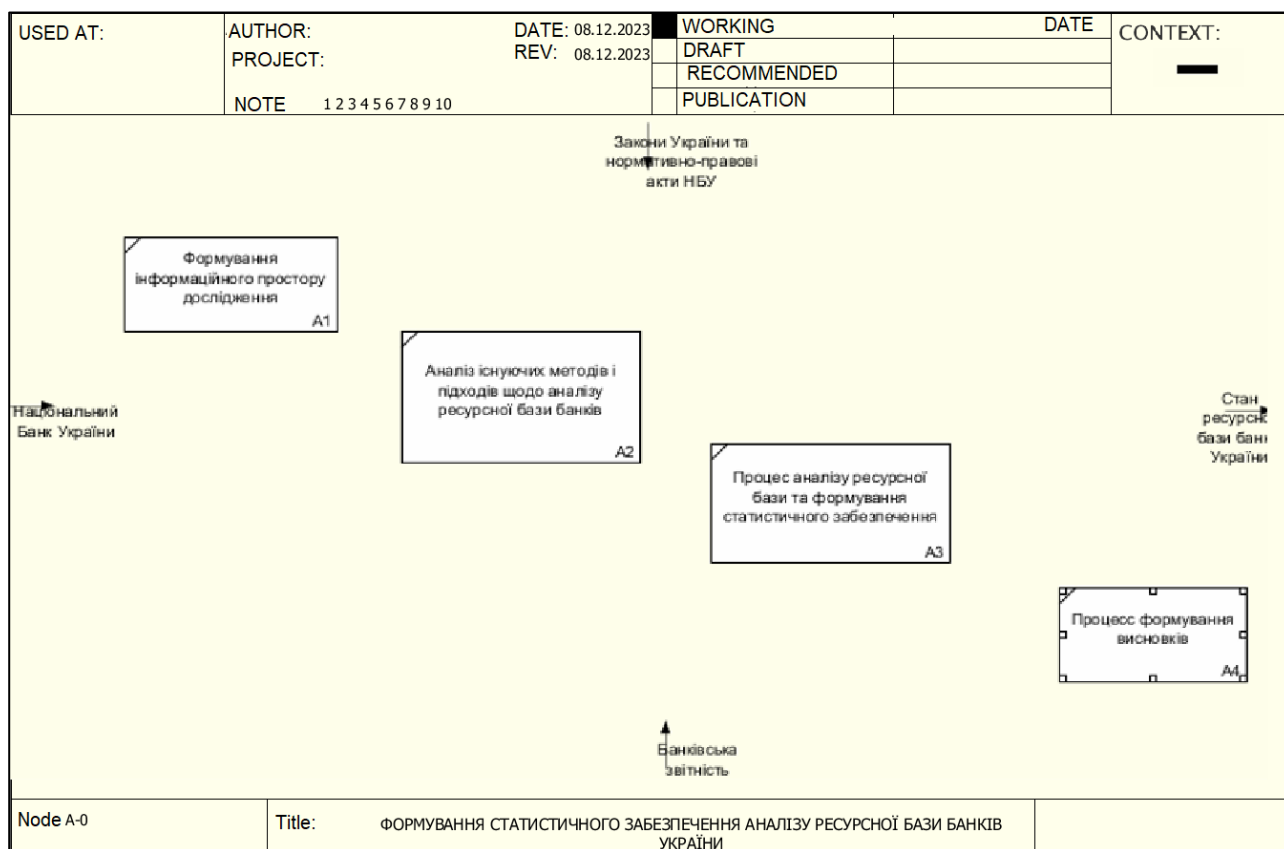


Рис. 21. Зазначення назви блоків діаграми другого рівня

Етап 2. Використовуючи інструмент рисування стрілок, з'єднують дуги з блоками діаграми, у відповідних випадках – дуги між собою. Для зв'язування граничних стрілок треба навести курсор власне на стрілки, а не на межі зони побудови моделей (рис. 22).

На рис. 23 зображено контекстну діаграму декомпозиції другого рівня.

На рис. 24 – 27 наведено детальну декомпозицію кожного з виокремлених процесів засобами контекстної діаграми другого рівня.

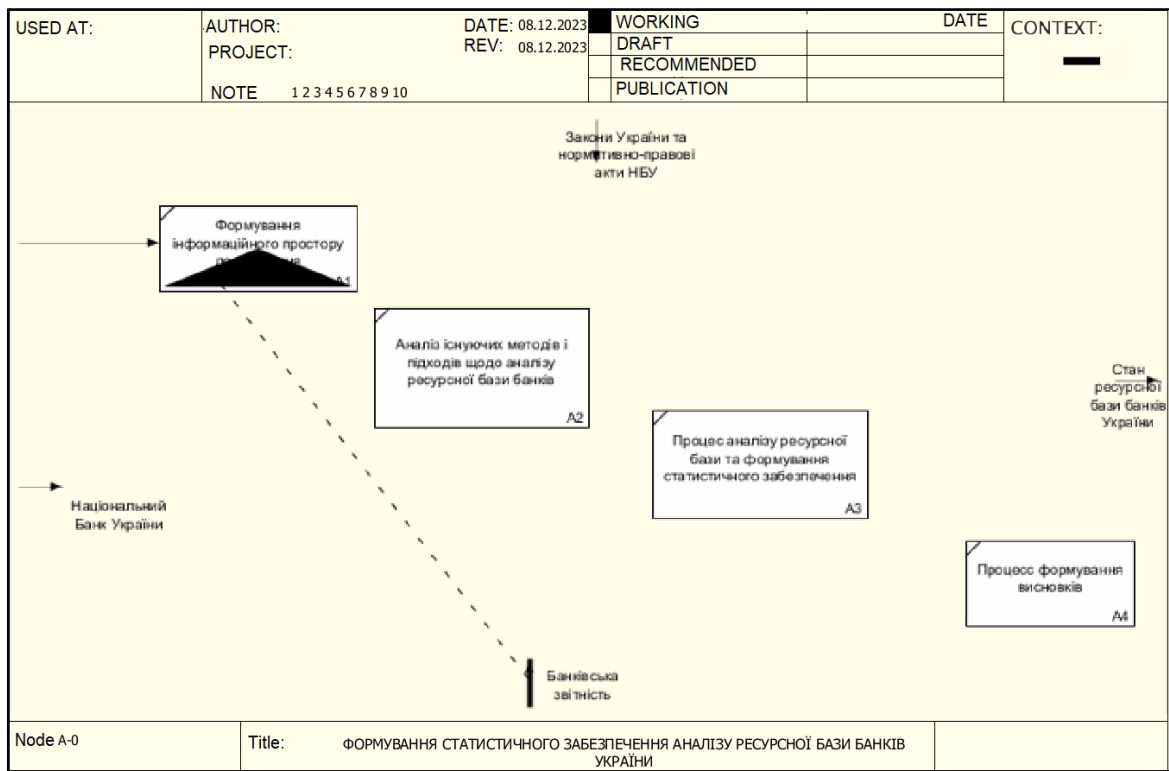


Рис. 22. Формування дуг діаграми

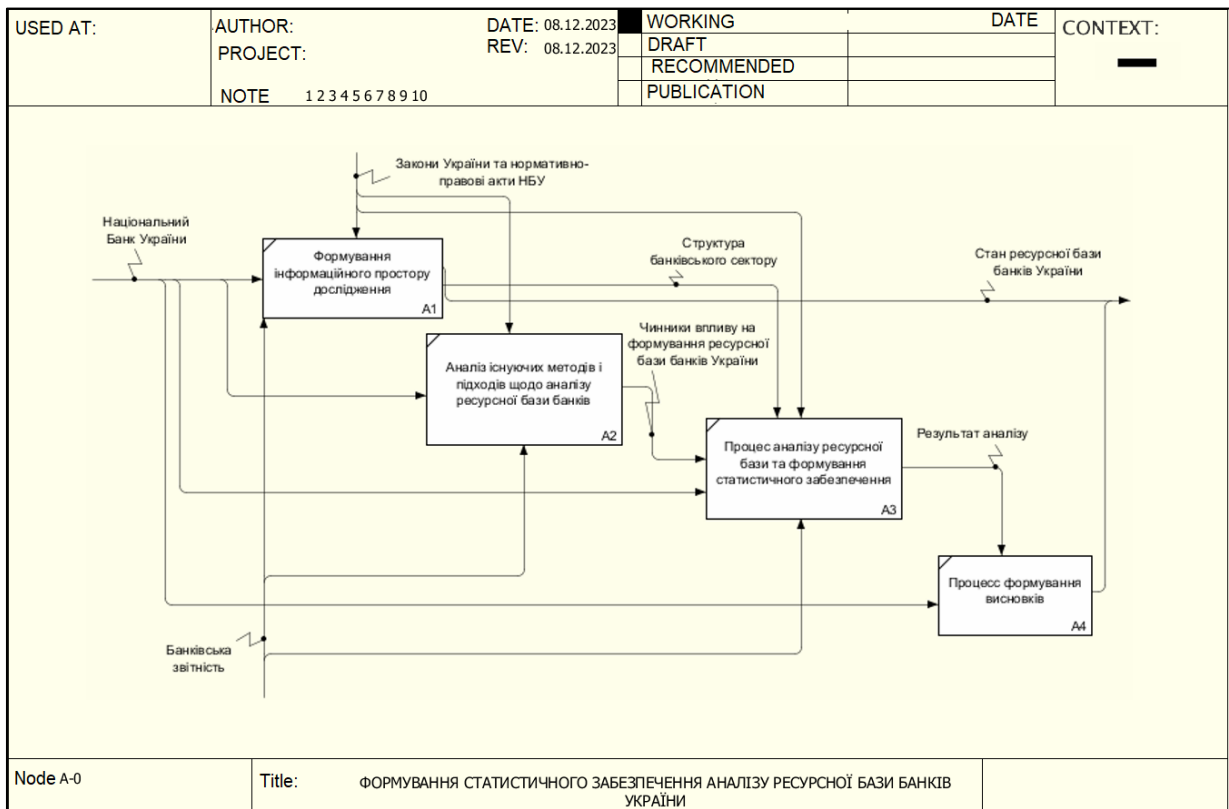


Рис. 23. Декомпозиція процесу формування статистичного забезпечення аналізу ресурсної бази банків України

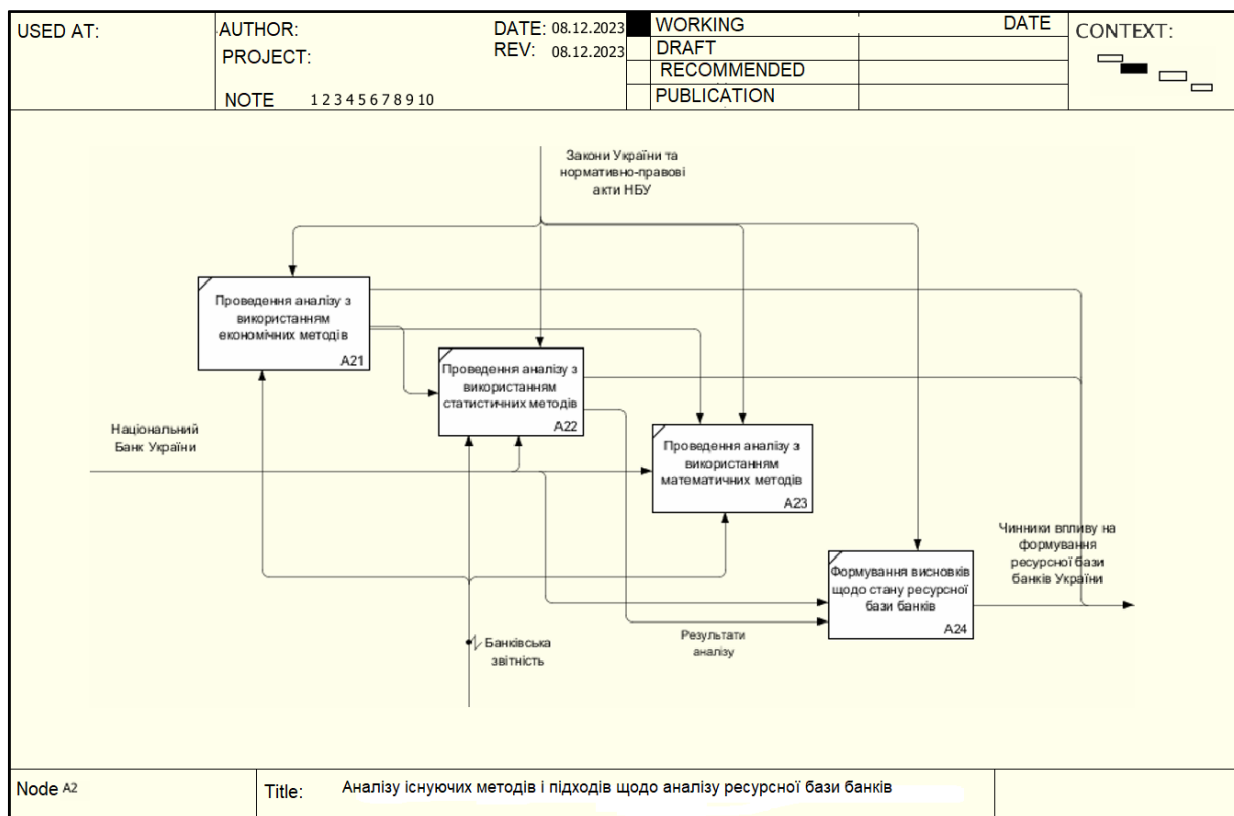


Рис. 24. Декомпозиція процесу аналізу існуючих методів і підходів щодо аналізу ресурсної бази банків

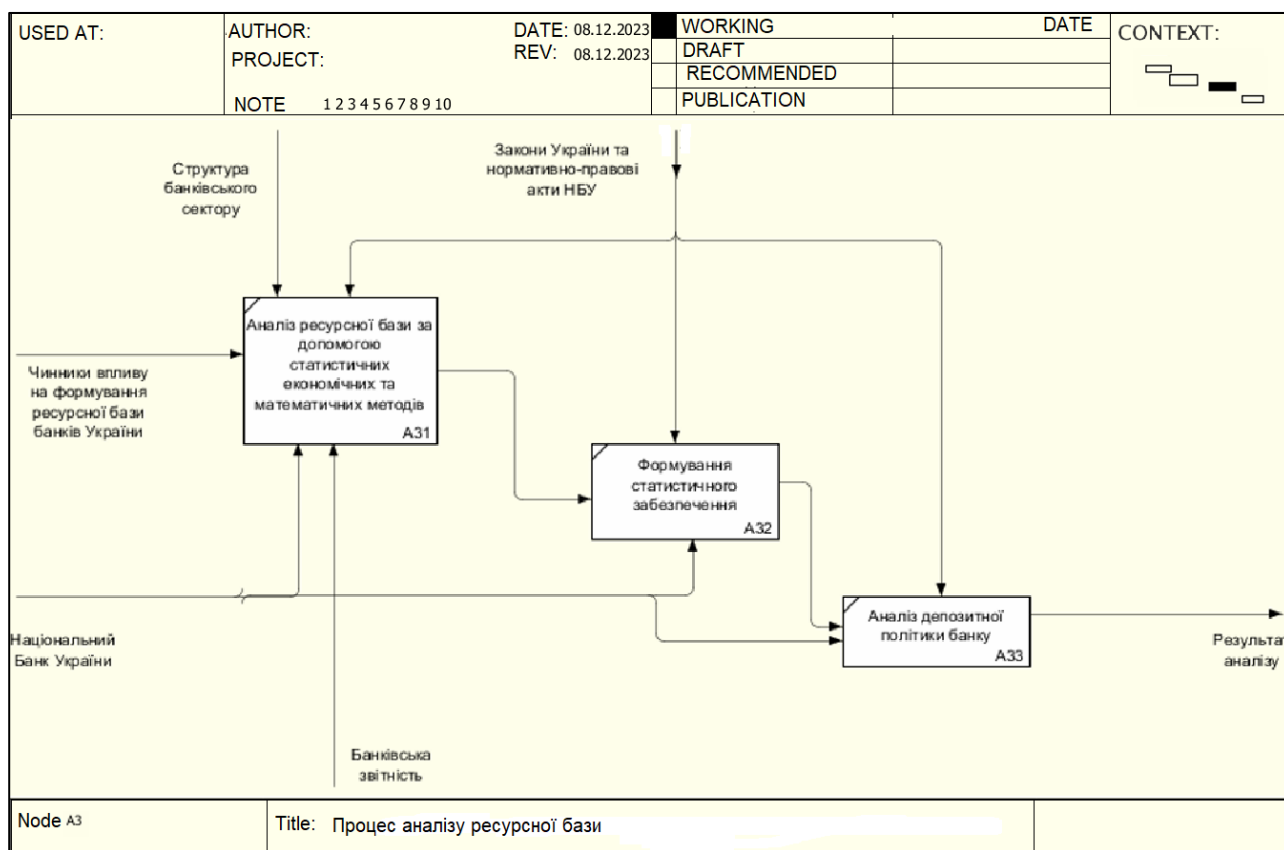
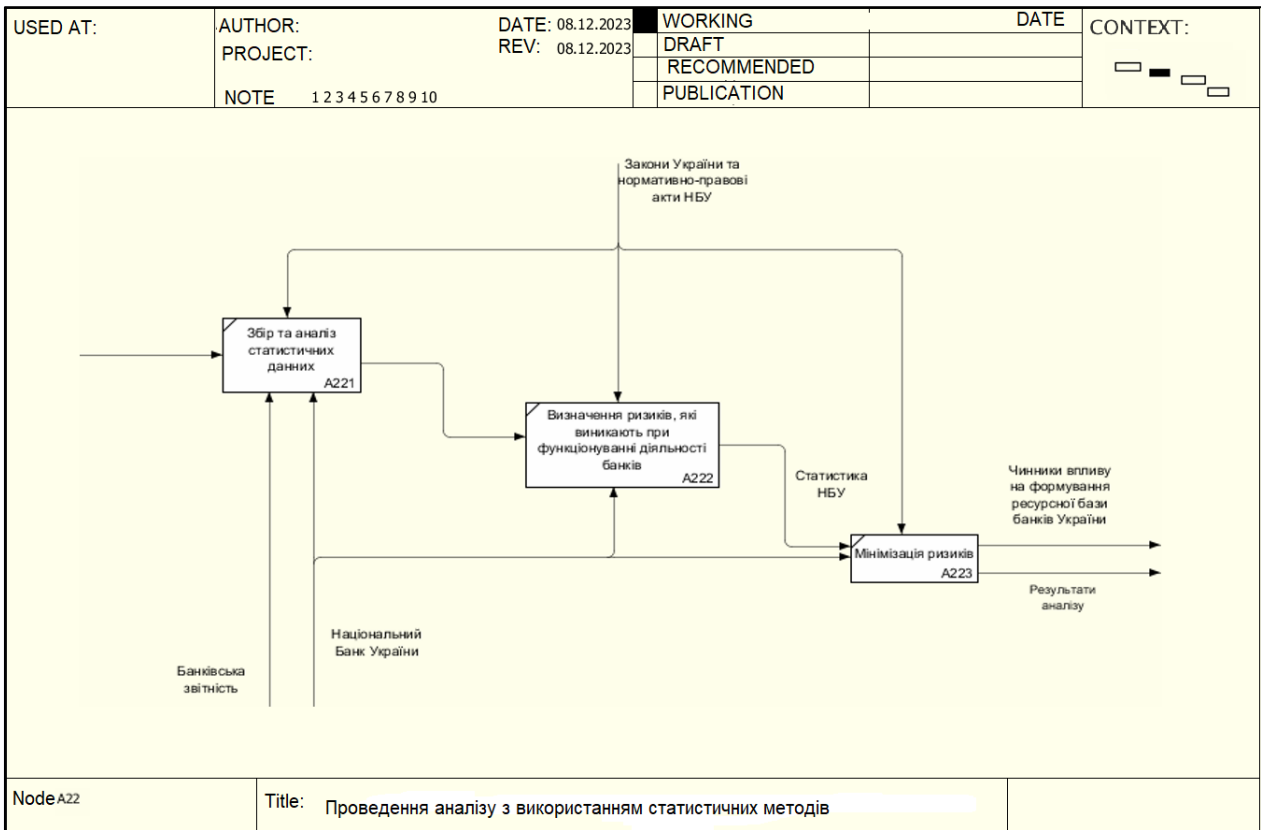


Рис. 25. Декомпозиція процесу аналізу ресурсної бази



NodeA22 Title: Проведення аналізу з використанням статистичних методів

Рис. 26. Декомпозиція процесу проведення аналізу

Task	Print
A-0 ФОРМУВАННЯ СТАТИСТИЧНОГО АБЕЗПЕЧЕННЯ АН...	<input checked="" type="checkbox"/>
A0 ФОРМУВАННЯ СТАТИСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ А...	<input checked="" type="checkbox"/>
A2 Аналіз існуючих методів і підходів щодо аналізу ре...	<input checked="" type="checkbox"/>
A22 Проведення аналізу з використанням статистичн...	<input checked="" type="checkbox"/>
A3 Процес аналізу ресурсної бази та формування стат...	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис. 27. Експортування діаграм у вигляді рисунків

5. У програмі *Ramus Educational* передбачено можливість експорту розроблених діаграм у вигляді рисунків формату * .png, * .bmp або * .jpeg. Для цього в головному меню необхідно вибрати команду "Діаграми" → "Експортувати як рисунки". У вікні вказують список експортованих рисунків, вибирають їх формат і розмір, а також шлях для збереження (див. рис. 27).

Тема 3. Методи системного аналізу

Лабораторна робота 3. Побудова моделі управління системи на підставі *DFD* та *IDEF3*-діаграми


Завдання. Провести декомпозицію бізнес-процесу функціонування системи з використанням як інструменту стандартів *DFD* та *IDEF3*.


Діаграми потоків даних (*Data flow diagramming, DFD*) використовують для опису документообігу та оброблення інформації. Як і *IDEFO*, *DFD* подає модельну систему як мережу пов'язаних між собою робіт. Їх можна використовувати як додаток до моделі *IDEFO* для більш наочного відображення поточних операцій документообігу в корпоративних системах оброблення інформації.

DFD описує:

- функції оброблення інформації (роботи);
- документи (стрілки, *arrow*), об'єкти, співробітників або відділи, які беруть участь в обробленні інформації;
- зовнішні посилання (*external references*), які забезпечують інтерфейс із зовнішніми об'єктами, що перебувають за межами модельованої системи;
- таблиці для зберігання документів (сховище даних, *data store*).

У палітрі інструментів на діаграмі *DFD* має специфічні кнопки:

 – додати в діаграму зовнішнє посилання (*External Reference*). Зовнішнє посилання є джерелом або приймачем даних ззовні моделі.

 – додати в діаграму сховище даних (*Data store*). Сховище даних дозволяє описати дані, які необхідно зберегти в пам'яті до того, як вони будуть використані в роботах.

На відміну від стрілок *IDEFO*, що являють собою жорсткі взаємозв'язки, стрілки *DFD* показують, як об'єкти (у тому числі дані) рухаються від однієї роботи до іншої. Це подання потоків разом зі сховищами даних і зовнішніми сутностями робить моделі *DFD* більш схожими на фізичні характеристики системи "рух об'єктів (*data flow*), зберігання об'єктів (*data stores*), постачання та поширення об'єктів (*external entities*)". Наявність

у діаграмах DFD елементів для опису джерел, приймачів і сховищ даних дозволяє більш ефективно і наочно описати процес документообігу.

Однак для опису логіки взаємодії інформаційних потоків більше підходить *IDEF3* – діаграма, яку також називають *workflow diagramming* – методологія моделювання, що використовує графічний опис інформаційних потоків, взаємин між процесами оброблення інформації та об'єктів, які є частиною цих процесів. Діаграми *Workflow* слід застосовувати в моделюванні бізнес-процесів для аналізу завершеності процедур оброблення інформації. За їх допомогою можна описувати сценарії дій співробітників організації, наприклад, послідовність оброблення замовлення або дії, які необхідно виконати за визначений час. Кожен сценарій супроводжується описом процесу і може бути використаний для документування кожної функції.

IDEF3 – це метод, мета якого – надання аналітикам можливості описати ситуацію за умови того, що процеси виконуються в певній послідовності, а також описати об'єкти, які разом беруть участь у певному процесі.

Техніка опису набору даних *IDEF3* є частиною структурного аналізу. На відміну від деяких методик опису процесів, *IDEF3* не обмежує аналітика надмірно жорсткими рамками синтаксису, що може призвести до створення неповних або суперечливих моделей.

У палітрі інструментів на діаграмі *IDEF3* специфічні кнопки:



– блок, що відображає дію (процес, роботу) в діаграмі (*Activity Box Tool*);



– елемент, що відображає Перехрестя (логіку взаємодії робіт) (*Junction Tool*);




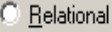
– елемент, що відображає об'єкти посилань (*Referent Tool*).


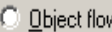
Особливість *IDEF3* діаграм полягає у відображенні зв'язків та перехресть.

В *IDEF3* розрізняють три типи стрілок, що зображують зв'язки, стиль яких встановлено у вкладці *Style* діалогу *Arrow Properties*:



– суцільна лінія, що пов'язує одиниці робіт. Рисують зліва направо або зверху вниз. Показує, що робота-джерело спершу повинна закінчитися, а потім розпочнеться робота-мета;






  **Relational** – пунктирна лінія, яку використовують для зображення зв'язків між одиницями робіт, а також між одиницями робіт і об'єктами посилань;

  **Object flow** – стрілка з двома наконечниками, яку застосовують для опису факту, що результатом роботи-джерела стає об'єкт, потрібний для запуску роботи-мети. Потік об'єктів має ту ж семантику, що і старша стрілка.

Перехрестя відображають логіку взаємодії безлічі подій, які характеризують виконвані роботи. У табл. 3 наведено основні типи перехресть, які використовують у стандарті *IDEF3*, та їх основний зміст.

Таблиця 3

Типи перехресть

Вид	Найменування	Зміст у разі злиття стрілок
	Асинхронне "І"	Усі попередні процеси повинні бути завершені, а всі наступні процеси повинні бути запуснені
	Синхронне "І"	Усі попередні процеси завершені одночасно, а всі наступні процеси запускаються одночасно
	Асинхронне "АБО"	Один або декілька попередніх процесів повинні бути завершені, один або декілька наступних процесів повинні бути запуснені
	Синхронне "АБО"	Один або декілька попередніх процесів завершені одночасно, один або декілька наступних процесів запускаються одночасно
	Виключаюче "АБО"	Тільки один попередній процес завершений, тільки один наступний процес запускається

IDEF3 можна також використовувати як метод створення процесів. *IDEF3* доповнює *IDEF0* і містить усе необхідне для побудови моделей, які надалі можна застосувати для імітаційного аналізу. Кожна робота в *IDEF3* описує будь-який сценарій бізнес-процесу і може бути складо-

вою іншої роботи. Оскільки сценарій описує мету і рамки моделі, то важливо, щоб роботи називали віддієслівними іменниками, що позначають процес дії. Думку про модель слід задокументувати. Зазвичай це думка людини, відповідальної за роботу в цілому. Також необхідно задокументувати мету моделі, тобто ті питання, на які покликана відповісти модель.

Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи 3

1. Аналіз сфери дослідження. Діаграми потоків даних використовують для опису документообігу та оброблення інформації. Як і *IDEFO*, *DFD* подає модельну систему як мережу пов'язаних між собою робіт.

Діаграми *IDEFO* наочні та прості для розуміння, водночас вони формалізують уявлення про роботу банку, допомагаючи з легкістю порозумітися розробникам і майбутнім користувачам продукту.

На відміну від стрілок *IDEFO*, які є жорсткими взаємозв'язками, стрілки *DFD* показують, як об'єкти (в тому числі дані) рухаються від однієї роботи до іншої. Таке подання потоків, сховищ даних і зовнішніх сутностей робить моделі *DFD* більш схожими на фізичні характеристики системи – рух об'єктів (*data flow*), зберігання об'єктів (*data stores*), постачання і поширення об'єктів (*external entities*).

Отримання інформативної та придатної для подальшого використання вибірки даних передбачає процес оброблення інформації. Цей процес доцільно подати в стандарті *DFD*, що дозволяє підкреслити органи впливу на здійснення оброблення.

Більш детальне вивчення процесу аналізу часових рядів окремого об'єкта (зміна в часі) дозволяє виокремити п'ять основних етапів, із яких він складається:

- 1) узагальнення отриманих даних;
- 2) коефіцієнтний аналіз;
- 3) метод трансферного ціноутворення;
- 4) матричний метод;
- 5) стан ресурсної бази банків України.

За методикою визначено, що другий, третій і четвертий етапи повинні починатися лише після виконання першого. Також ці етапи

мають бути завершені одночасно, і лише після цього може починатися виконання п'ятого етапу. З метою підкреслення та визначення послідовності етапів процесу варто використати стандарт *IDEF3*.

2. Відкриття створеної контекстної діаграми. Для цього необхідно запустити файл, у якому збережено модель, побудовану в лабораторній роботі 2. На рис. 28 зображено базову діаграму.

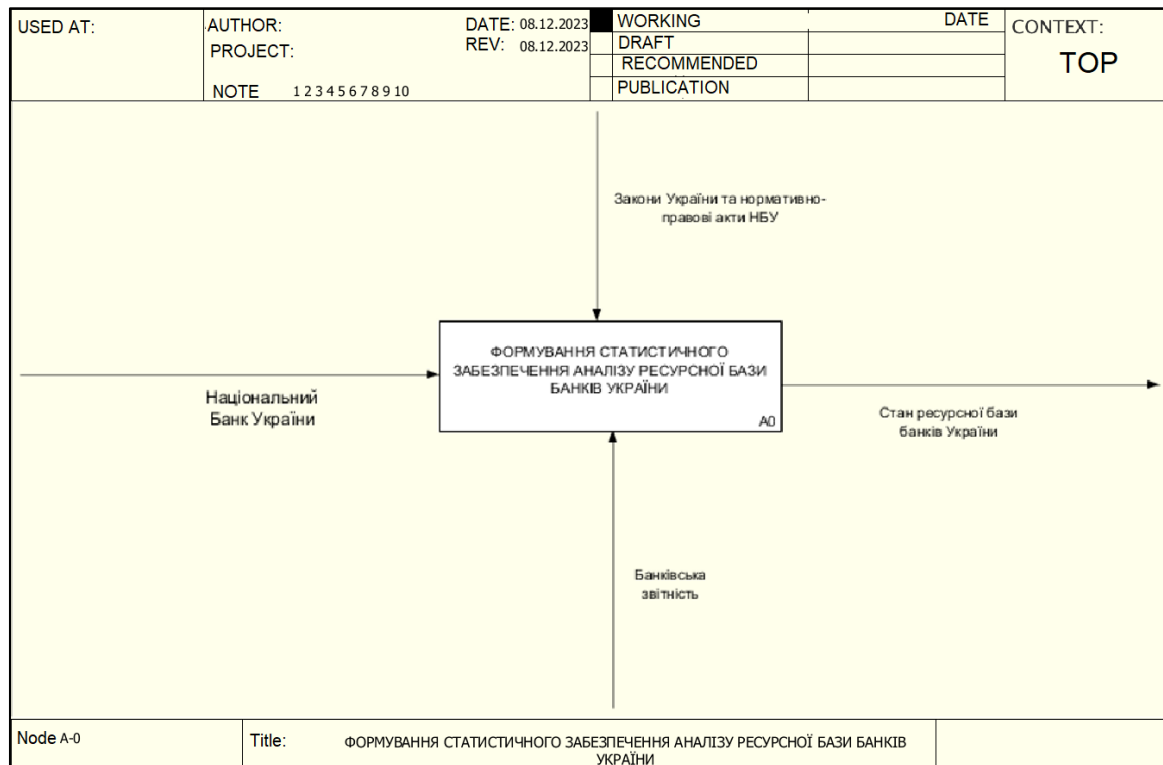


Рис. 28. Діаграма процесу формування статистичного забезпечення аналізу ресурсної бази банків України

3. Декомпозиція процесу. На основі проведеного аналізу предметної галузі доцільно виконати декомпозицію процесу визначення оптимальної ставки податку в три етапи.

Етап 1. Декомпозиція процесу в стандарті *IDEF0*. Декомпозицію базової моделі виконано з використанням технології *IDEF0* за визначеним у лабораторній роботі 2 алгоритмом. Результат наведено на рис. 29.

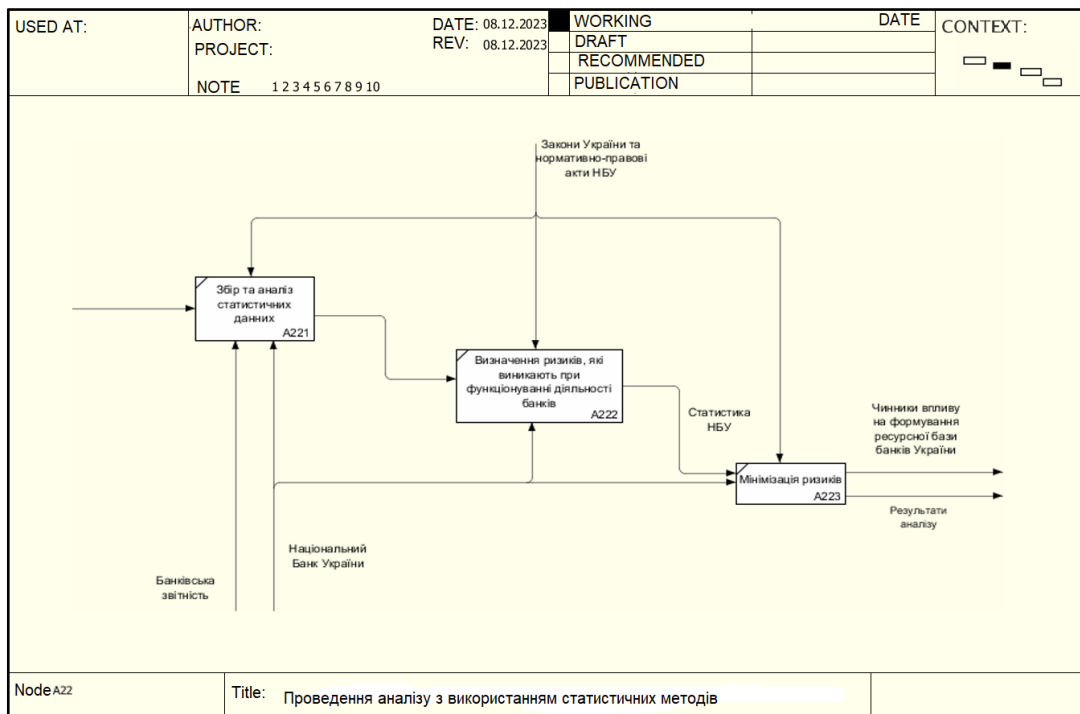


Рис. 29. Декомпозиція базової моделі

Етап 2. Декомпозиція процесу в стандарті *DFD*.

Провести декомпозицію мінімізації ризиків, функціональний блок за номером A223 (рис. 30).

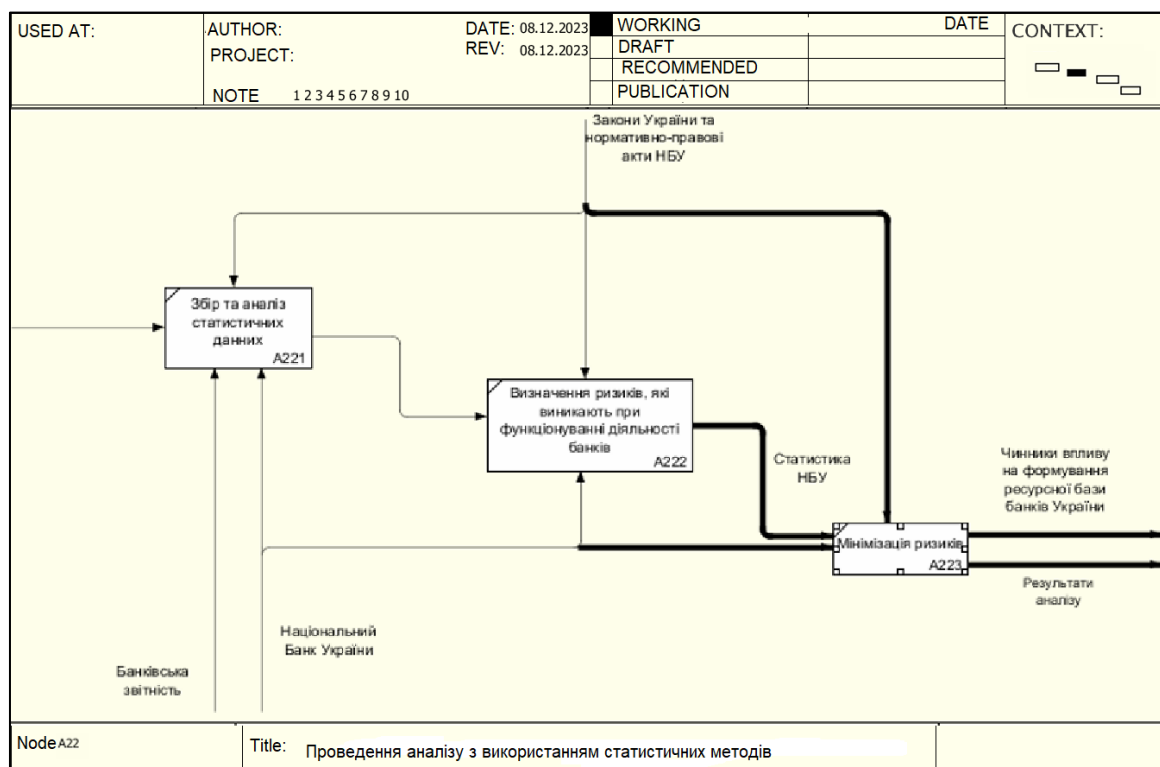


Рис. 30. Проведення декомпозиції процесу мінімізації ризиків

Для цього в діалоговому вікні вибрати кількість елементів декомпозиції – 2, тип діаграми – *DFD* (рис. 31).

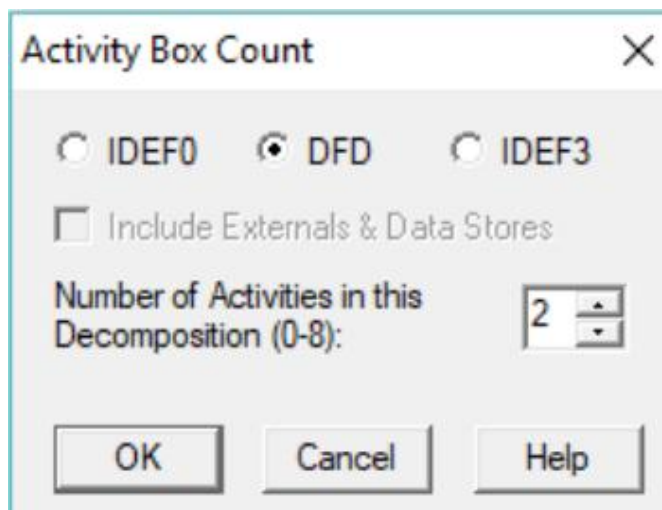


Рис. 31. Побудова діаграми *DFD*

Натиснути "OK" і внести в діаграму *DFD* назви робіт (рис. 32):
аналіз ризиків;
управління ризиками.

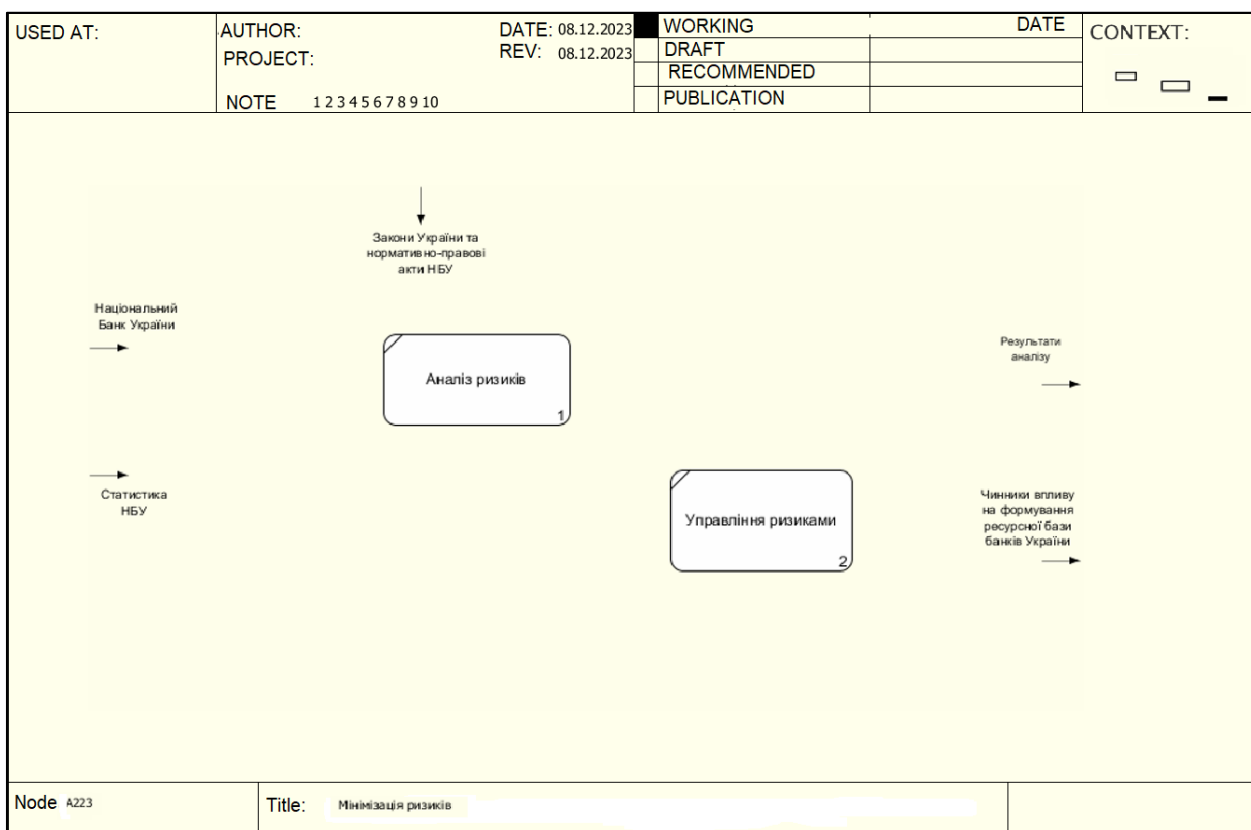


Рис. 32. Назви функціональних блоків

Створити класифікатори:
статистика НБУ;
законодавство України;
аналітик.

Для цього на панелі інструментів натиснути кнопку "Класифікатори" та у вікні додати три класифікатори. Перейменування можливе подвійним клацанням мишки на відповідному класифікаторі (рис. 33).

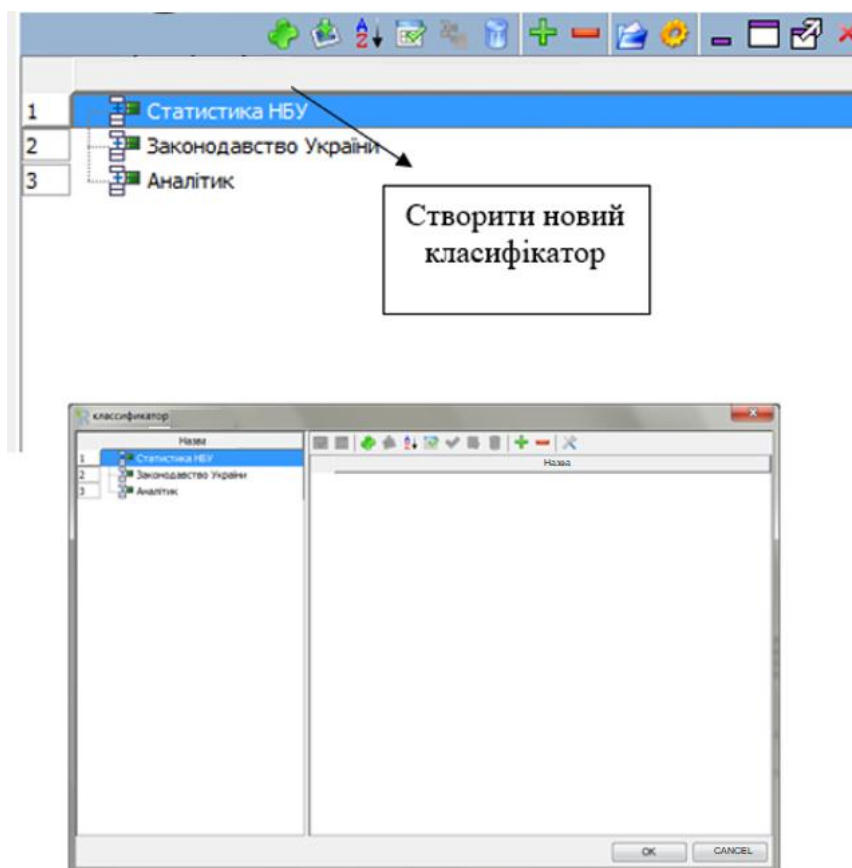




Рис. 33. Створення класифікаторів

Внести в модель відповідні сховища даних за допомогою кнопки, , а також зовнішнє посилання "Аналітик", використовуючи кнопку .

На рис. 34 зображено *DFD*-модель процесу мінімізації ризиків.

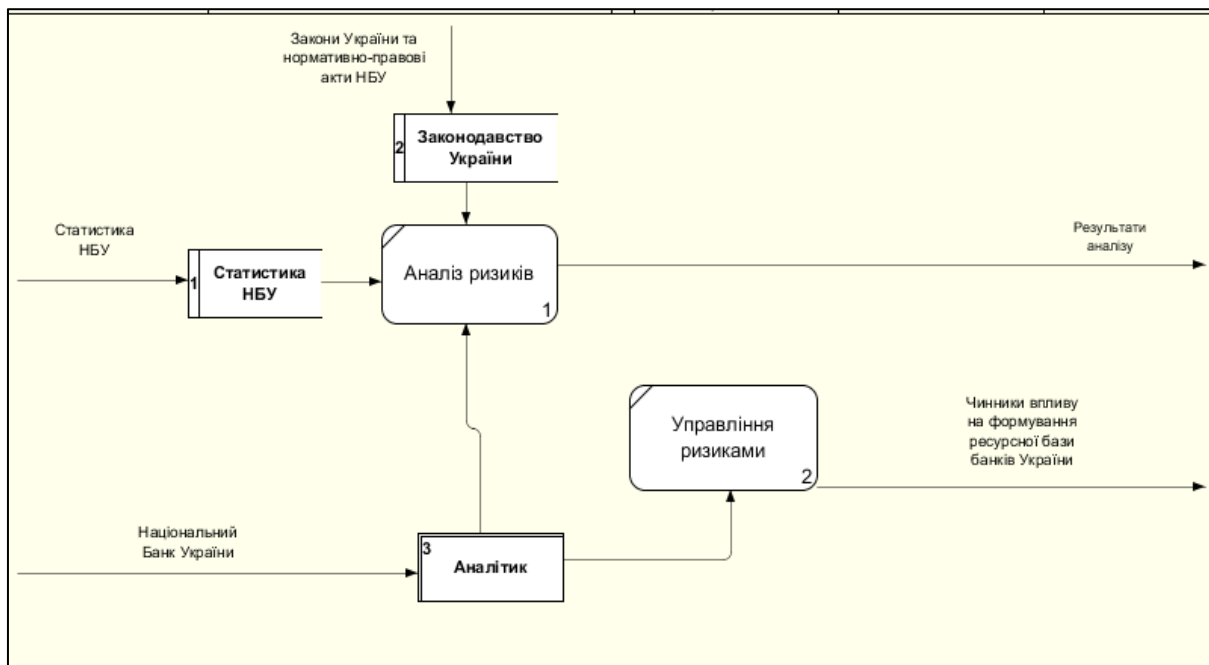


Рис. 34. **DFD**-діаграма процесу мінімізації ризиків

Етап 3. Декомпозиція процесу в стандарті *IDEF3* у програмному середовищі. Для того щоб доповнити модель *DFD* діаграмою *IDEF3*, потрібно в процесі декомпозиції в діалозі *Activity Box Count* "клікнути" кнопку *IDEF3* (рис. 35).

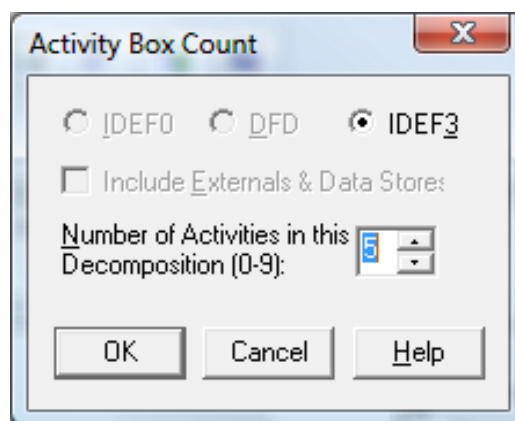


Рис. 35. **Перехід від DFD до IDEF3**-діаграми

Результати побудови *IDEF3*-діаграми процесу управління ризиками зображено на рис. 36.

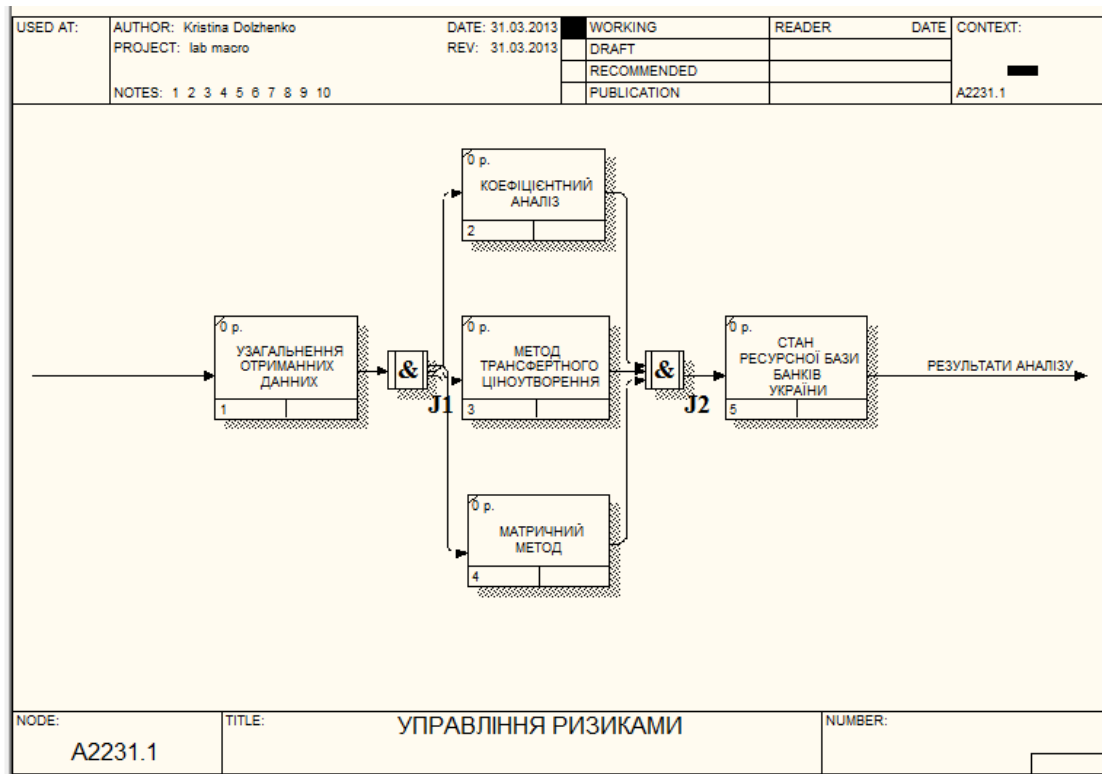


Рис. 36. *IDEF3*-діаграма процесу управління ризиками

Змістовий модуль 2

Системний аналіз бізнес-процесів об'єктів комп'ютеризації

Тема 4. Системний аналіз функціональної структури управління

Лабораторна робота 4. Створення моделі організаційної структури підприємства в інструментальній системі *ARIS*

Завдання. Створити модель організаційної структури підприємства.

Організація співробітників підприємства вимагає впорядкування їхніх взаємин у процесі роботи. Організаційна структура підприємства, установи – одна з головних характеристик, що визначають оптимальність функціонування та використання виробничо-технологічного потенціалу.

Організаційна структура (*organizational structure*) – це розподіл відповідальності, повноважень і взаємин між працівниками. Розподіл зазвичай закріплено в розпорядчих документах.

Організаційна структура містить правила, що дозволяють провести статичну структурування підрозділів підприємства у вигляді схеми. Схеми організаційної структури, а також положення про відділення (департаменти), відділи, групи тощо використовують для аналізу організаційної структури.

Аналіз організаційної структури проводять з метою виявлення:

обґрунтованої кількості рівнів ієрархії;

надмірної кількості (більше 5 – 6) підлеглих підрозділів в одного керівника;

малої або надмірної кількості підлеглих співробітників в одного керівника;

підпорядкування одних ланок (співробітників) різним керівникам.

Моделювання організаційної структури – стартова точка у створенні топології інформаційної системи, яка, як передбачено, підтримуватиме організаційну структуру найбільш оптимальним чином. З'єднання мережі та мережеві вузли, розташовані в певних місцях компанії, є головними елементами топології мережі інформаційної системи.

Модель організаційної структури – це одна з найважливіших моделей, оскільки вона описує суб'єкти, які визначають входи та виходи потоків ресурсів підприємства. У моделі організаційної структури доцільно показувати: підрозділи підприємства; посади та прізвища керівників підрозділів; фізичне розташування відділів на підприємстві.

Організаційна структура втілює розподіл економічного об'єкта (підприємства, установи) на підрозділи, відділення, відділи, цехи, лабораторії, ділянки, групи з метою впорядкування управління, налагодження взаємодії ланок, установлення підлеглості та підпорядкування, відповідальності.

Підрозділ (організаційна одиниця) – офіційно виокремлена частина організації та працівники, які входять до неї, виконують закріплену за ними роботу й відповідають за виконання покладених на них завдань. Підрозділи виокремлюють найчастіше за ознакою профілю доручених їм робіт. До підрозділів зараховують: відділення (департаменти), відділи,

цехи, склади, лабораторії, сектори тощо. Розрізняють функціональні та виробничі підрозділи. **Функціональний підрозділ** – це складова організації, що виконує конкретні завдання та досягає конкретних специфічних цілей. **Виробничий підрозділ** – це самостійна частина ланки управління, що виконує завдання оперативного управління виробництвом і забезпечує випуск продукції в матеріальній формі.

Департамент (відділення) – це великий структурний підрозділ, що спеціалізується на виконанні певних робіт в організації, наприклад, департамент збуту та закупівель. У складі департаменту зазвичай виокремлюють дрібніші підрозділи – відділи, цехи тощо, наприклад, департамент збуту, департамент закупівель.

Відділ – це структурний підрозділ управління організацією, що виконує певні функції управління. Наприклад: відділи замовлень, збуту, закупівель, проєктний, розрахунковий, конструкторський, маркетингу.

Цех – це основний підрозділ виробничого підприємства, що виробляє напівфабрикати або кінцеву продукцію та здійснює відособлену частину технологічного циклу виготовлення продукції. Наприклад: складальний і ливарний цехи.

Склад – це приміщення, комплекс приміщень, призначений для зберігання матеріальних цінностей. Наприклад: склади готової продукції та інструментальний.

Опис організаційної структури підприємства зазвичай здійснюють у вигляді схеми (діаграми) організаційної структури.

Організаційна схема – це форма подання організаційних структур, яка описує організаційні одиниці та їх взаємозв'язки залежно від вибраних критеріїв структуризації. Організаційна схема ілюструє розподіл завдань у компанії, а її об'єкти відображують функціональні відповідальності.

Організаційні одиниці – це структурні підрозділи, що виконують завдання, які реалізують для досягнення бізнес-цілей компанії.

Відносини – це зв'язки між організаційними одиницями. Щоб специфікувати відносини керівництва (підпорядкування), використовують різні типи з'єднань, що зв'язують організаційні одиниці, наприклад, "адміністративне керівництво", "функціональне керівництво", "складається з" тощо.

Посада – це службове місце працівника, яке пов'язане з виконанням певних службових обов'язків і визначає коло його повноважень і відповідальності. Для опису окремих посад у компанії потрібний відповідний тип об'єкта – посада. Одна організаційна одиниця може бути пов'язана з декількома посадами. Змістовність з'єднання відповідає зв'язкам між ними.

Роль – це нормативно закріплений очікуваний від працівника стандарт поведінки, чітко визначений його **посадою** в організації. З діяльністю організації можуть бути пов'язані не тільки її співробітники, а й інші зацікавлені особи. У цьому розумінні роль – певний образ дій, який безпосередньо впливає з необхідності управління певним об'єктом, функція, виконувана співробітником або зацікавленою особою.

За допомогою зв'язку "обіймає" до посади (ролі) можуть бути "прив'язані" конкретні **співробітники**, для яких в *ARIS* є свій тип об'єкта. Пов'язуючи співробітника з організаційною одиницею, указують на те, що він є в її складі. **Розташування** визначає фізичне розташування організаційних одиниць, устаткування та технічних ресурсів компанії. Це може бути регіон, місто, завод, будівля, кімната й навіть окреме робоче місце. Структура території може виявитися важливою для розподілених організацій, де територіальне розташування окремих підрозділів (філіалів) значною мірою впливає на особливості устрою системи управління, зокрема бізнес-процесами.

Розташування організаційної одиниці – це важливий зв'язок між організаційною структурою та топологією комп'ютерної мережі. Для кожної організаційної одиниці можна задати розташування, причому це слід зробити якомога раніше – на рівні визначення вимог до системи.

Розташування може бути пов'язане з організаційною одиницею на будь-якому рівні ієрархії. Воно може визначати як окрему будівлю, так і під час детального аналізу – окремий офіс або навіть одне робоче місце в кімнаті. Таким чином, на етапі специфікації проєкту можна пов'язати вузли мережі з окремим робочим місцем організаційної одиниці. Характеристику основних об'єктів організаційної схеми подано в табл. 4.

Характеристика основних об'єктів організаційної схеми

Тип об'єкта	Опис	Приклади
Організаційна одиниця <i>(Organizational unit)</i>  Organizational unit	Виконавець завдань, які треба виконати для досягнення бізнес-цілей. До організаційної одиниці можна призначити ролі й осіб	Підрозділи підприємства, наприклад, департамент, відділ, цех, склад тощо  Дирекція
Розташування <i>(Location)</i>  Location	Визначає фізичне місцезнаходження організаційних одиниць, устаткування та технічних ресурсів компанії, наприклад: регіон, місто, завод, будівля, кімната, окреме робоче місце	Адреса організаційної одиниці  Корпус 1, поверх 1, к. 101
Роль <i>(Role)</i>  Role	Визначає обов'язки, можливості та права зацікавленої особи, якою може бути як співробітник організації, так і зовнішня особа. Роль не залежить від конкретних осіб. Роль може бути виконана однією або різними особами, в один або в різні періоди часу	Повна назва ролі (посади)  Генеральний директор
Особа <i>(Person)</i>  Person	Конкретна особа, яка виконує роль. Через ролі особі призначають обов'язки, можливості та права	Працівник організації, який обіймає посаду, або зацікавлена особа, яка не входить до штату організації, але співпрацює з нею  Шевцов І. П.

Схему організаційної структури можна подати такими рівнями ієрархії: організацію очолює директор (перший рівень ієрархії), якому

підпорядковані заступники (другий рівень ієрархії), кожному з яких підпорядковані начальники відділень (третій рівень ієрархії), що мають у своєму підпорядкуванні декілька начальників відділів (четвертий рівень ієрархії). Схему організаційної структури будують ієрархічно – від верхнього рівня структури до нижнього рівня. У верхній рівень схеми включають самостійні підрозділи або вищих посадових осіб, які входять у структуру організації. Перший рівень деталізують на нижчі рівні – рівні вхідних структурних підрозділів або підлеглих посадових осіб.

Нижчим рівнем є опис підрозділів на рівні посад – штатних одиниць, обійманих конкретними співробітниками. Для деталізації підрозділів до рівня співробітників доцільно повністю вказувати посаду у складі підрозділу. Якщо в одному підрозділі є декілька однакових посад, їх нумерують.

Для побудови схеми організаційної структури допускають використання однотипних об'єктів. Виокремлюють такі діаграми з однотипними об'єктами:

- діаграма посадової підпорядкованості, що складається тільки з об'єктів типу "Посада" та показує взаємозв'язки між посадами;
- діаграма взаємозв'язків організаційних одиниць, що складається тільки з об'єктів типу "Організаційна одиниця" та показує взаємозв'язки між організаційними одиницями;
- діаграма розташування, що використовує тільки об'єкти типу "Розташування" та показує зв'язки між місцями знаходження об'єктів.

Деталізація об'єктів організаційної схеми на моделі нижчого рівня має бути ретельно продумана й ухвалена учасниками моделювання.

Визначення глибини моделювання пов'язане з вибором:

- 1) ступеня узагальнення та деталізації розроблюваних моделей;
- 2) кількості рівнів моделей, що є переходом від загальних моделей до деталізованих.

Перший пункт пов'язаний із цілями та завданнями моделювання. Наприклад, для впровадження інформаційної системи потрібний опис до рівня робочих місць або навіть до рівня операцій на робочих місцях з побудовою моделей структур даних і т. д.

Другий пункт пов'язаний з необхідністю отримання наочних моделей, не переобтяжених інформацією.

Як правило, діаграми більше ніж з чотирма або п'ятьма рівнями ієрархії стають погано читаними та важкими для сприйняття, а акуратне розміщення об'єктів у полі моделі – проблематичним.

Для зменшення кількості рівнів на одній діаграмі використовують механізм деталізації: об'єкти четвертого або п'ятого рівнів деталізують моделлю того самого типу, де й відображують наступні 4 – 5 рівнів ієрархії.

Для об'єктів організаційної схеми слід задати атрибути (рис. 37), опис яких наведено в табл. 5.

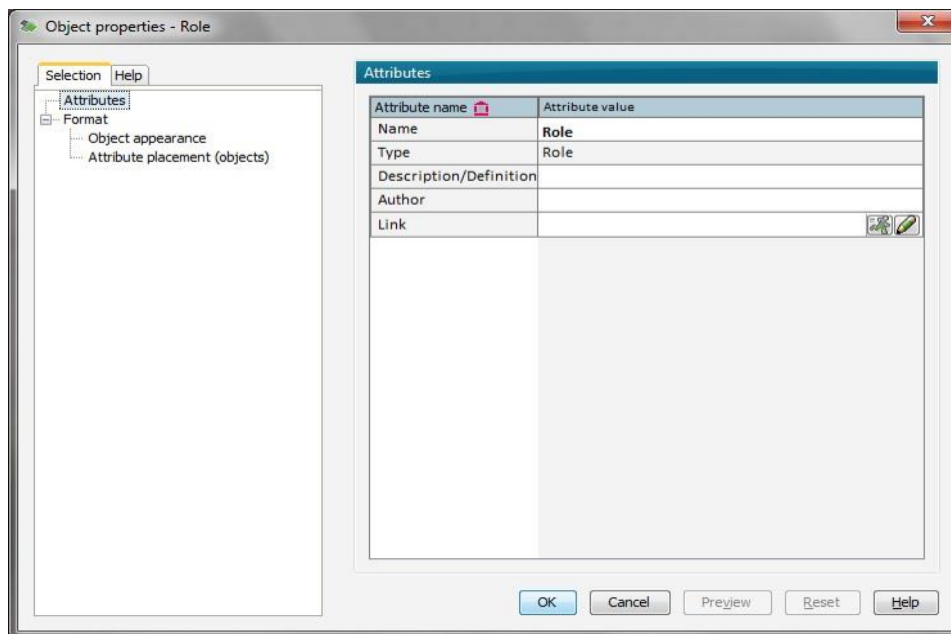


Рис. 37. Вікно *Attributes*

Таблиця 5

Атрибути об'єктів організаційної схеми

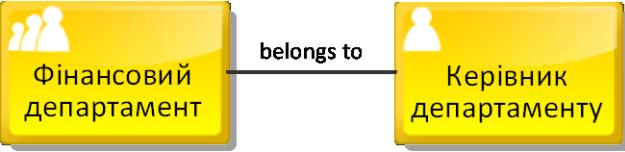
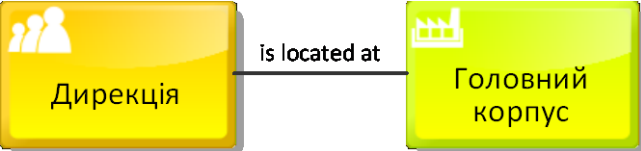
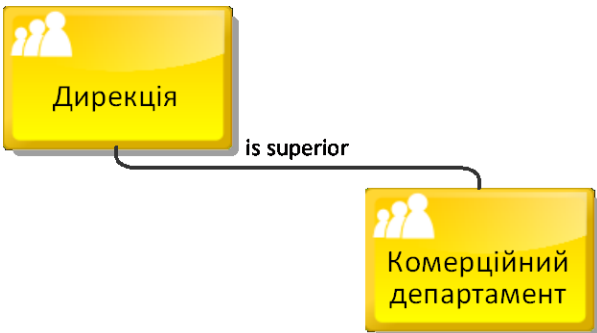

Назва атрибута	Опис атрибута
1	2
<i>Name</i> (Ім'я)	Дозволяє вказати імена для елементів. Унікальні імена допомагають ідентифікувати елементи. Цей атрибут може змінюватися безпосередньо на графічному зображенні об'єкта
<i>Type</i> (Тип)	Указує тип елемента. Запис визначений і не може бути змінений. Означає, що елемент належить до певного типу контексту
<i>Description/Definition</i> (Опис / Визначення)	Використовують для словесного опису змісту об'єкта
<i>Author</i> (Автор)	Користувач редагування значення елемента. Користувач може бути визначений через ідентифікатор користувача, ім'я користувача або ім'я чи прізвище

1	2
<p><i>Link</i> (Посилання)</p>	<p>Містить ярлик для документа або додатка, який може бути відкритий або запущений для відповідного об'єкта. Якщо помістити ярлик у вікні моделі, то символ посилання відображується поруч із ім'ям елемента. Ярлики відкривають прикладні системи або документи прикладних систем</p>

Між об'єктами організаційної структури створюються зв'язки. Основні типи зв'язків наведено в табл. 6.


Таблиця 6

Зв'язки між об'єктами організаційної схеми

Тип зв'язку	Назва зв'язку
	<p><i>Belong to</i> (Належить до)</p>
	<p><i>Is located at</i> (Розташовується)</p>
	<p><i>Is superior</i> (Є вищою одиницею)</p>
	<p><i>Performs</i> (Виконує)</p>

Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи 4

1. Виконати команду File – New і вибрати піктограму *Organization*

Chart . Відкриється вікно для побудови організаційної діаграми (рис. 38).

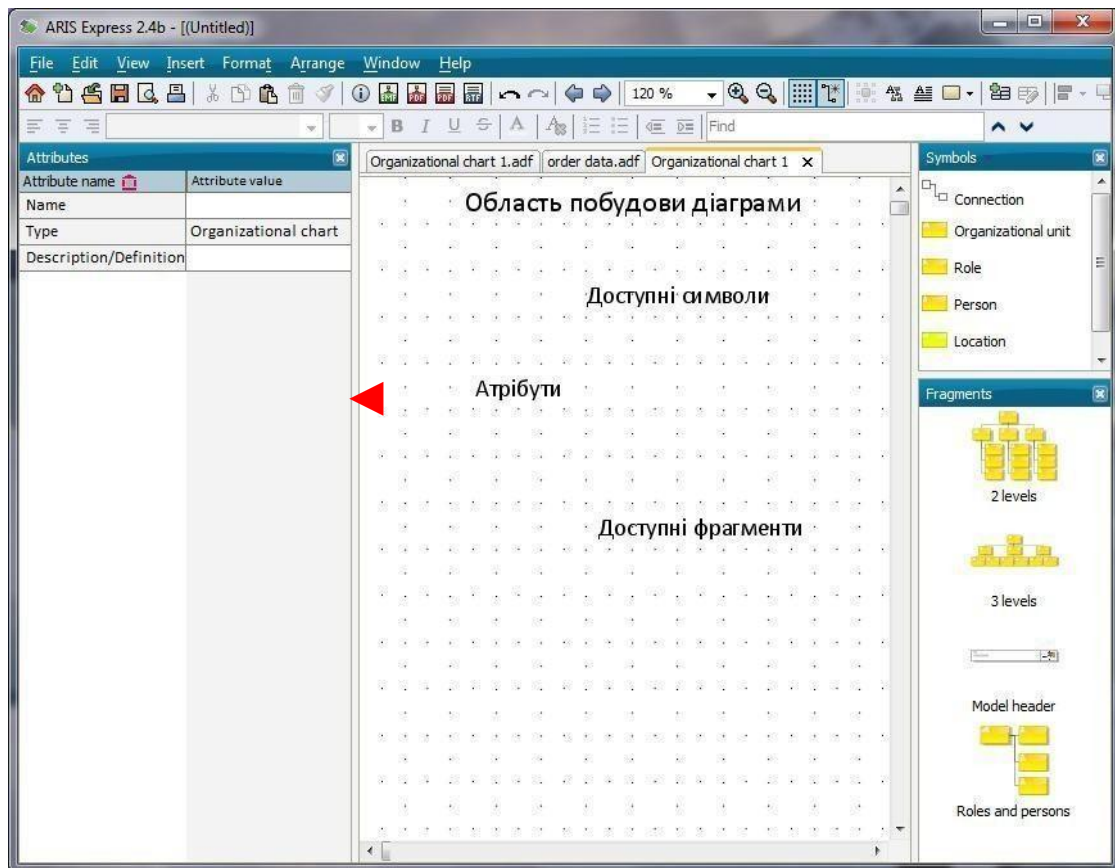


Рис. 38. Вікно для побудови організаційної діаграми

2. Внести об'єкти організаційної схеми до моделі. Для внесення об'єкта до моделі необхідно:

клацнути лівою кнопкою мишки на потрібному об'єкті панелі об'єктів, яка знаходиться в правій частині екрана;

потім клацнути лівою кнопкою мишки в потрібному місці робочої зони екрана.

У робочій зоні з'явиться об'єкт (рис. 39), якому потрібно замінити його назву. Це можна буде зробити пізніше в полі *Name* контекстного меню об'єкта *Properties*.

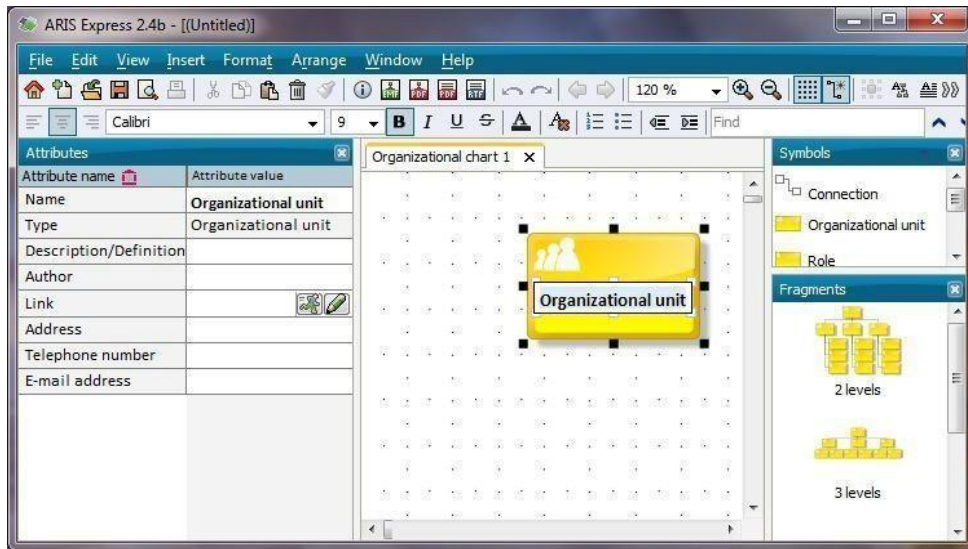


Рис. 39. Внесення об'єктів у робочу зону діаграми

Для внесення відразу декількох однотипних об'єктів до моделі необхідно:

активізувати потрібний об'єкт на панелі об'єктів;

натиснути клавішу *Ctrl* і клацнути кнопкою мишки на моделі в місця розташування об'єктів.

3. Установити зв'язки між об'єктами моделі.

Для встановлення зв'язку потрібно:

активізувати на панелі об'єктів з'єднувач (*Connection*) ;

клацнути спочатку лівою кнопкою мишки на об'єкті в робочій зоні, з якого виходитиме зв'язок, а потім на об'єкті, у який входить зв'язок; між об'єктами діаграми буде встановлено зв'язок (рис. 40).

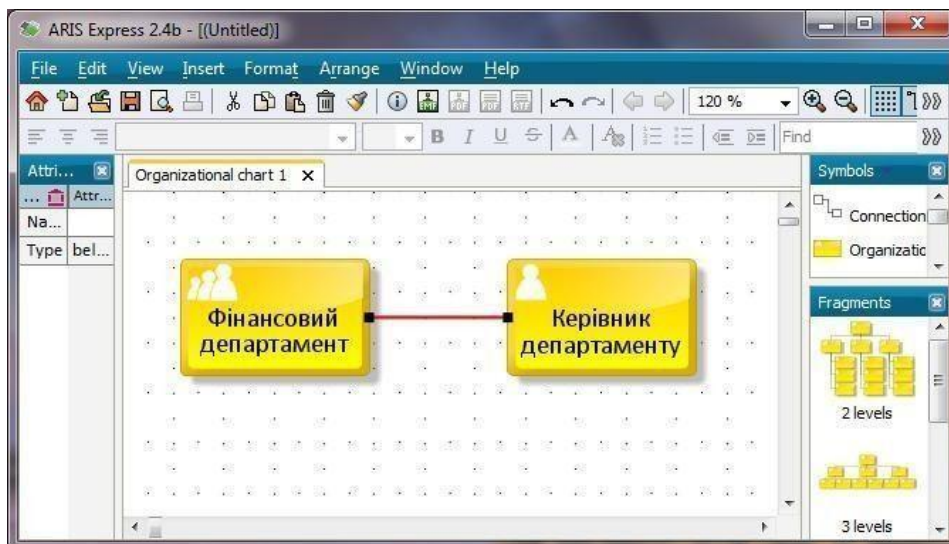


Рис. 40. Зв'язок між об'єктами діаграми

Щоб показати на діаграмі назву зв'язку, слід клацнути правою кнопкою мишки на зв'язку і з контекстного меню вибрати *Properties*. У вікні *Properties Connections* вибрати вкладку *Attributes* і ввести в полі *Name* назву зв'язку, наприклад "Належить до" (рис. 41).

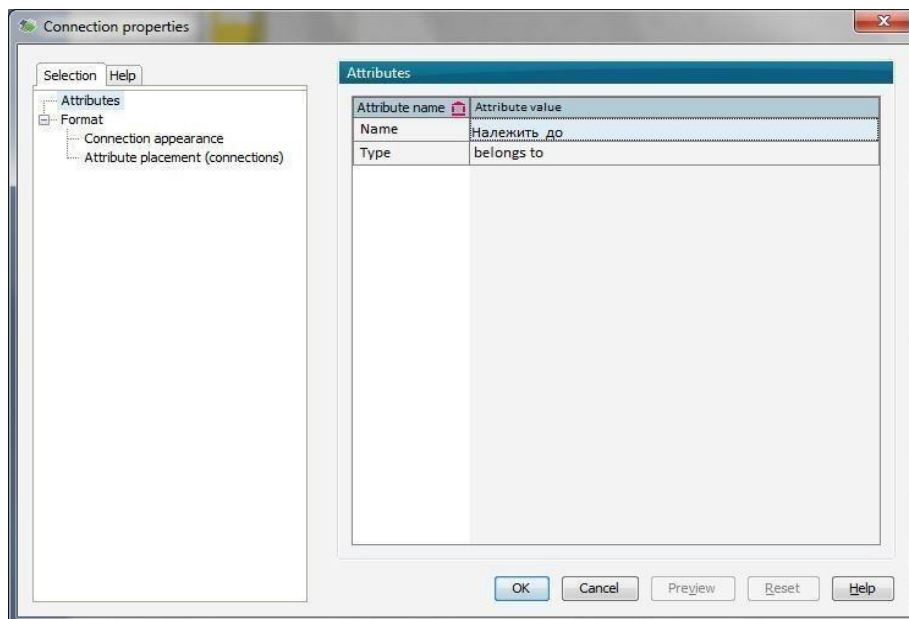


Рис. 41. Вікно *Connection properties*

Щоб назва зв'язку відобразилася в моделі, потрібно у вкладці *Attribute Placement (connections)* натиснути кнопку *Add*, вибрати атрибут *Name*, потім поставити прапорець у тому місці зв'язку, де заплановано їх розмістити (рис. 42).

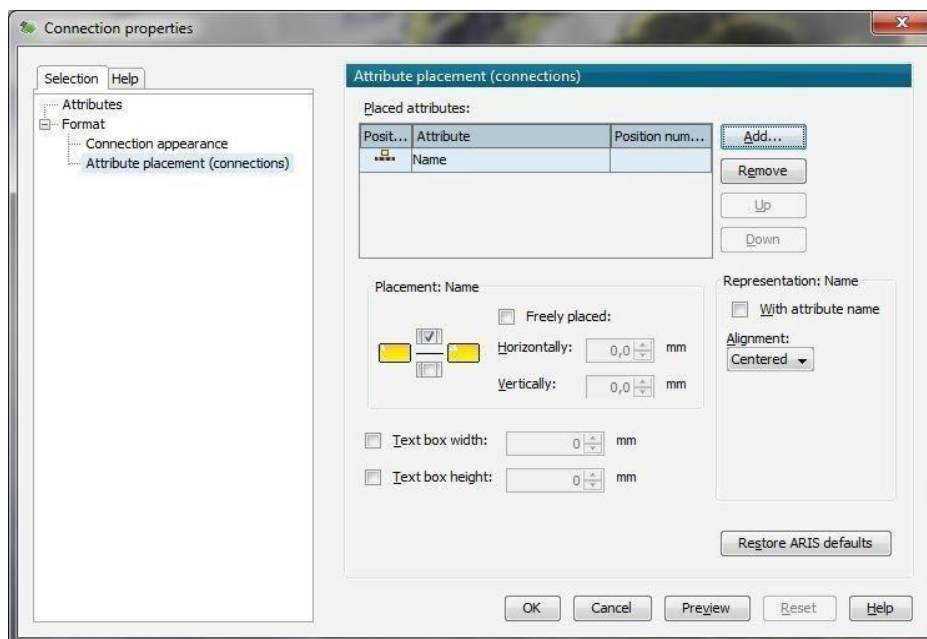


Рис. 42. Визначення місця розташування на схемі ролі зв'язку

На рис. 43 наведено фрагмент організаційної схеми з відображеною назвою зв'язку "Належить до" між організаційною одиницею "Фінансовий департамент" і роллю "Керівник департаменту".

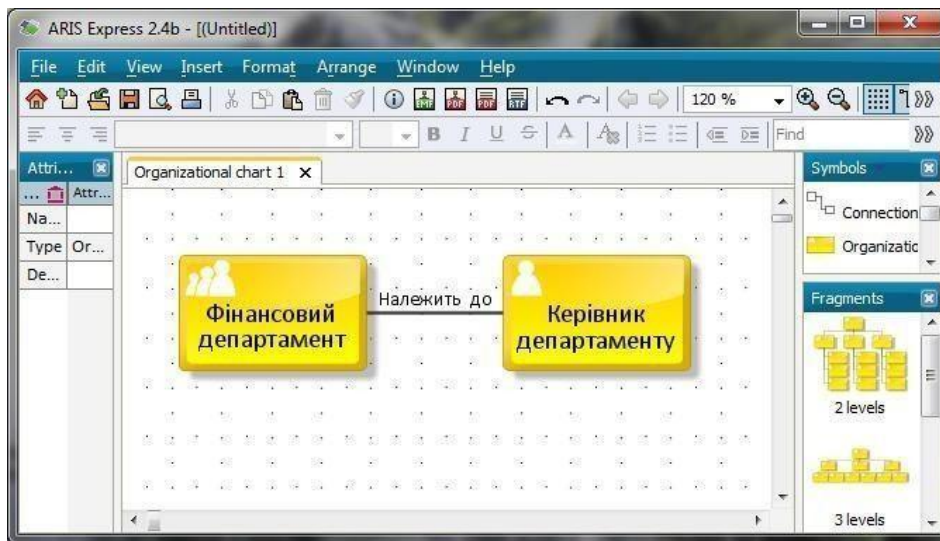


Рис. 43. Відображення ролі зв'язку в організаційній схемі

Після закінчення побудови збережіть модель, виконавши команду File-Save.

Створення організаційної схеми підрозділу підприємства

1. Ознайомитися з описом підрозділу підприємства дрібнооптової торгівлі відповідно до варіанта, виданого викладачем.
2. Ознайомитися з прикладом детальної схеми підрозділу підприємства. Створити детальну організаційну схему підрозділу, у якому виконуються бізнес-процеси, відповідно до варіанта завдання в *ARIS Express*.
3. Створити схему організаційної структури підрозділу аналогічно схемі підприємства в цілому.
4. Зберегти схему після її створення.

Створення зв'язку між діаграмами

1. Відкрити схему організаційної структури підприємства. Знайти на цій схемі підрозділ, який був деталізований.
2. Відкрити властивості цього підрозділу, клацнути в полі *Link* на кнопці *Edit Link*.
3. Відкриється вікно *Edit Link*. Ввести в полі *Title* назву моделі, наприклад "Склад", а в полі *Link* вибрати посилання на модель підрозділу (рис. 44).

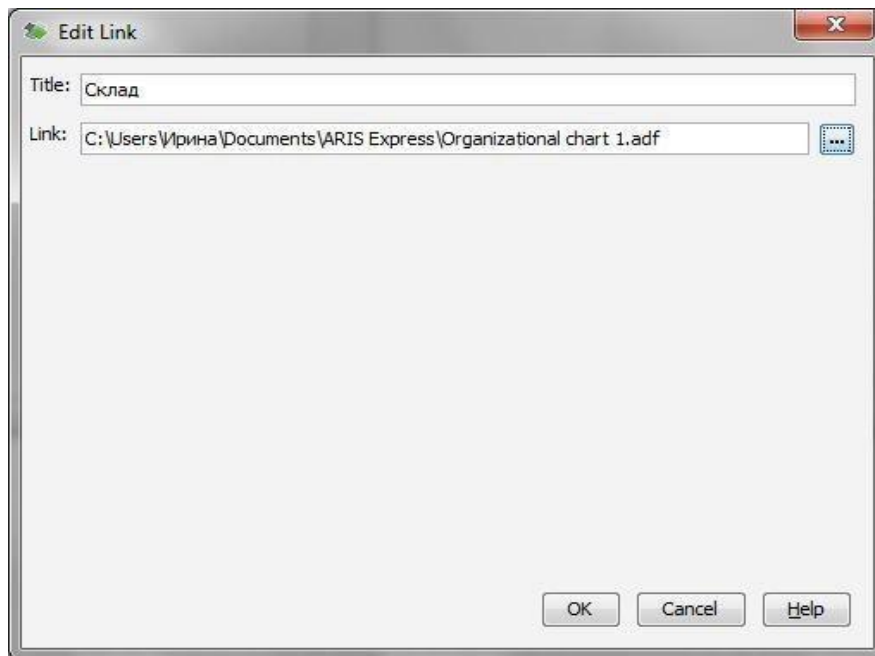


Рис. 44. Вікно *Edit Link*

4. Розмістити на моделі ярлик для посилання. Для цього у вікні *Object properties* перейти на вкладку *Attribute placement (objects)*, натиснути кнопку *Add* і вибрати атрибут *Link*. Потім поставити прапоречь у тому місці моделі, де слід його розмістити (рис. 45).

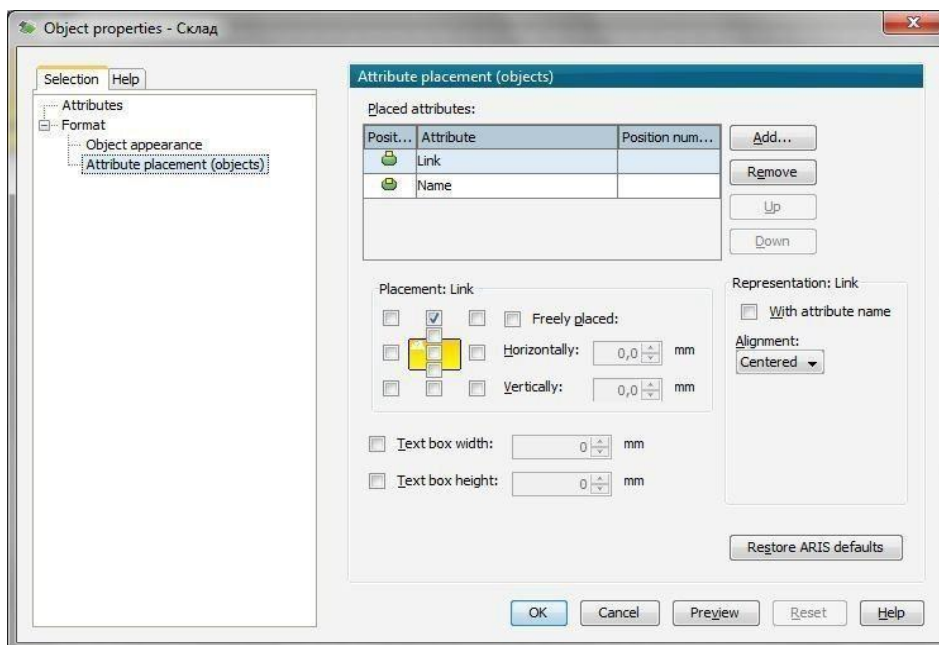


Рис. 45. Визначення місця розташування на схемі ярлика для посилання

5. Після створення посилання його ярлик буде розміщено біля об'єкта моделі (рис. 46).

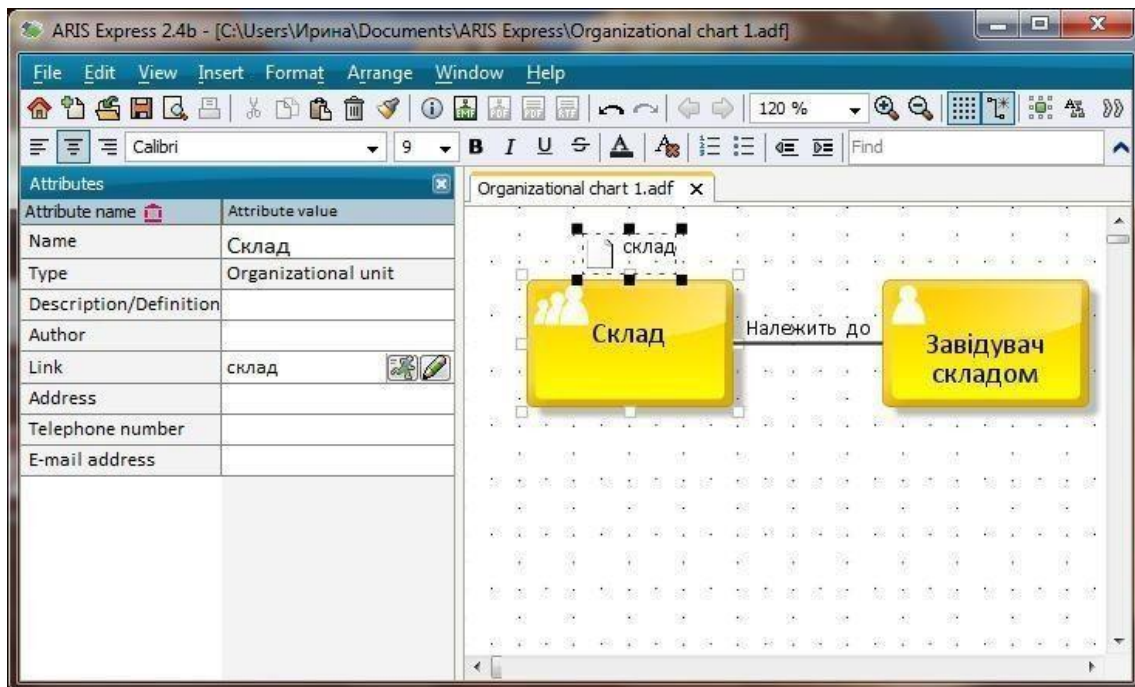


Рис. 46. Посилання на деталізовану схему підрозділу "Склад"

Тема 5. Системний аналіз рішень з інформаційного й алгоритмічного забезпечення систем управління

Лабораторна робота 5. Моделювання процесів *BPMN* у *Bizagi Modeler*

Завдання. Виконати моделювання процесу запиту на купівлю в *Bizagi Modeler*.

Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи 5

Під час моделювання процесу важливо розуміти етапи, з яких він складається, маршрут, входи та виходи.

Процес запиту на купівлю формалізує придбання товарів і послуг. Хоча процес може суттєво змінюватися від однієї компанії до іншої, це вдалий вибір для початку моделювання процесів компанії.

Процес запиту на купівлю починається з визначення продуктів або послуг, необхідних заявнику. Згідно з ціною запиту він потребує схвалення від керівника. Керівник може схвалити запит, вимагати змін або відхилити його.

Якщо запит схвалено, то процес оцінює, чи має керівник рівень повноважень для затвердження суми. Якщо керівник цього не робить, то запит передають його/її керівнику тощо.

Після схвалення запиту відділ закупівель запитує пропозиції, щоб мати відповідну кількість потенційних постачальників. Пропозиції підбирають відповідно до терміну поставки, ціни та якості.

Відділ закупівель вибирає постачальника та створює замовлення на закупівлю, яке надсилають вибраному постачальнику та зберігають в ERP компанії (рис. 47).

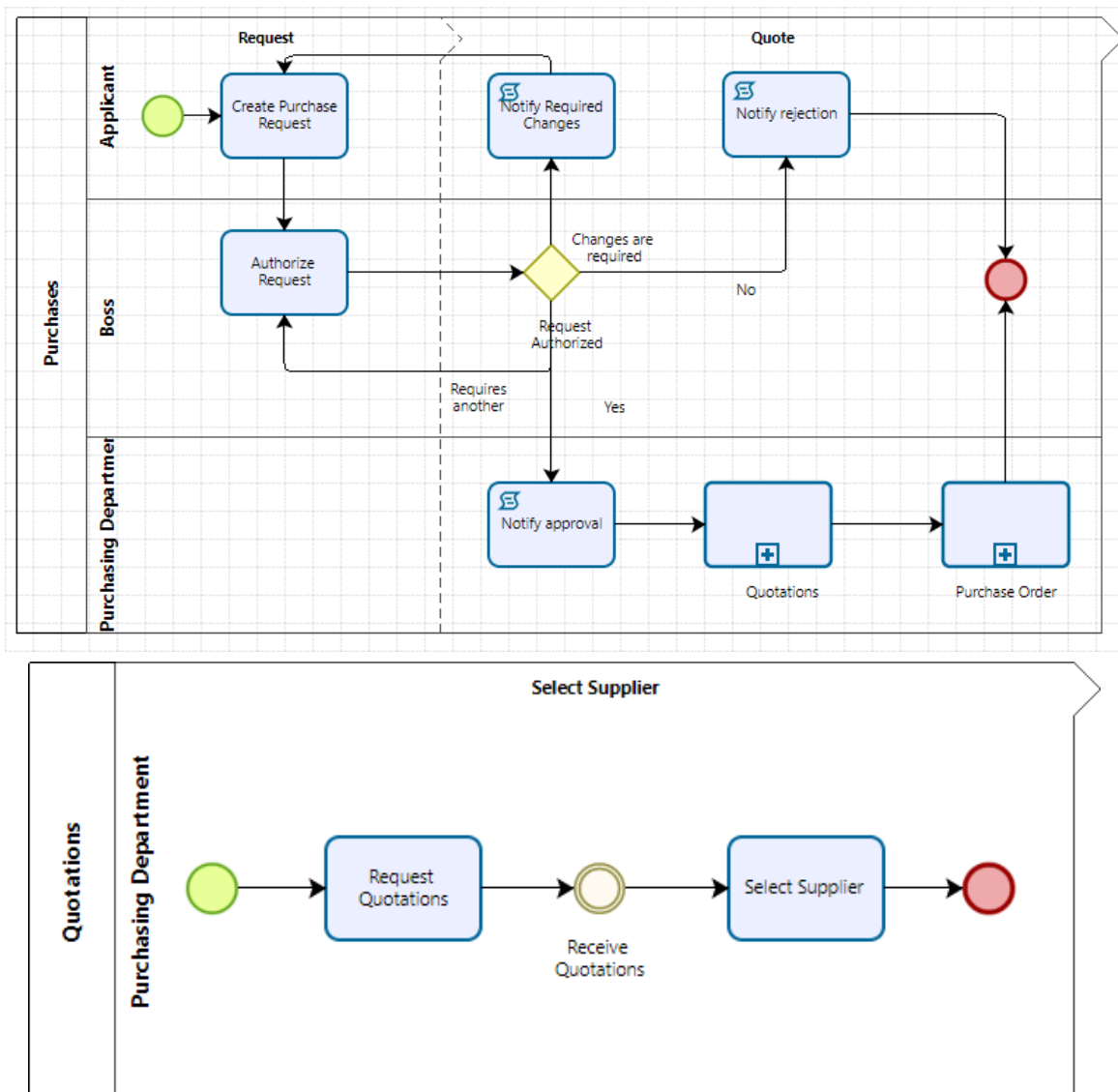


Рис. 47. Замовлення на закупівлю

Щоб змодельювати процес запиту на придбання, відкрийте *Bizagi Modeler*. Перше, що буде відображено в новій моделі, – це діаграма з порожнім пулом (рис. 48).

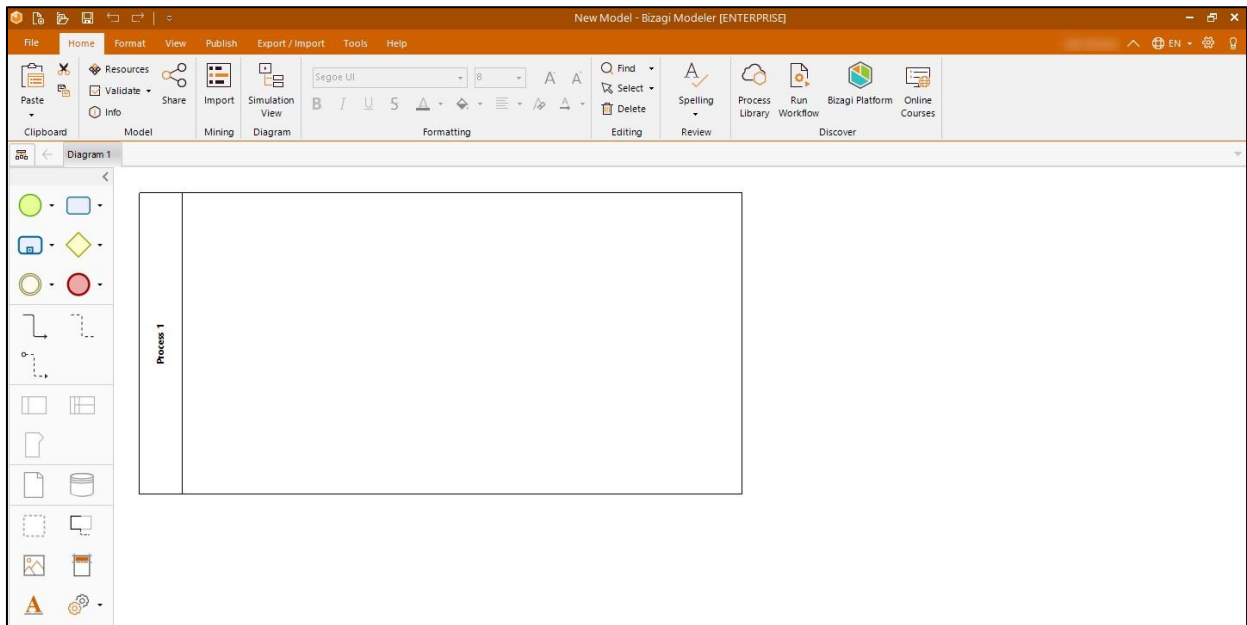


Рис. 48. Діаграма з порожнім пулом

Рекомендовано, щоб пул мав ту саму назву, що й процес. Щоб змінити назву будь-якого елемента (рис. 49), потрібно двічі клацнути на ньому, натиснути клавішу F2 або клацнути правою кнопкою мишки та вибрати "Редагувати текст" у меню.

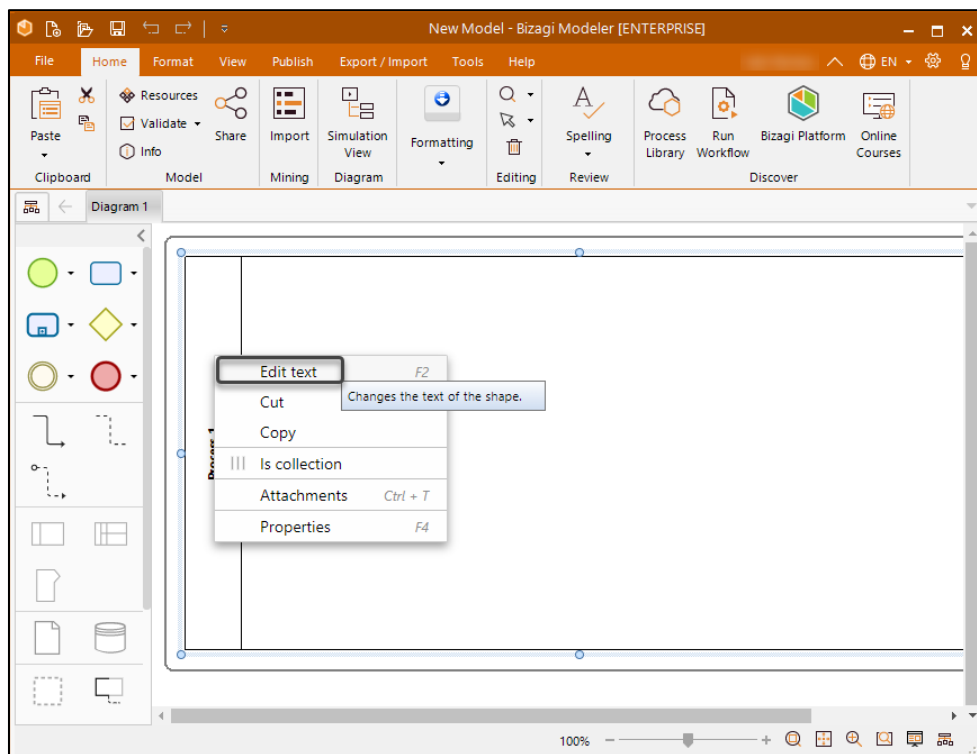


Рис. 49. Зміна назви елемента

Перш ніж додавати фігури до діаграми, варто визначити основні ролі (або ресурси), пов'язані з процесом.

У нашому прикладі є три учасники: заявник, керівник і відділ закупівель. Кожен учасник представлений доріжкою. Тому слід додати три доріжки в пул із відповідними назвами.

Перетягнути доріжки в пул і назвати їх (рис. 50).

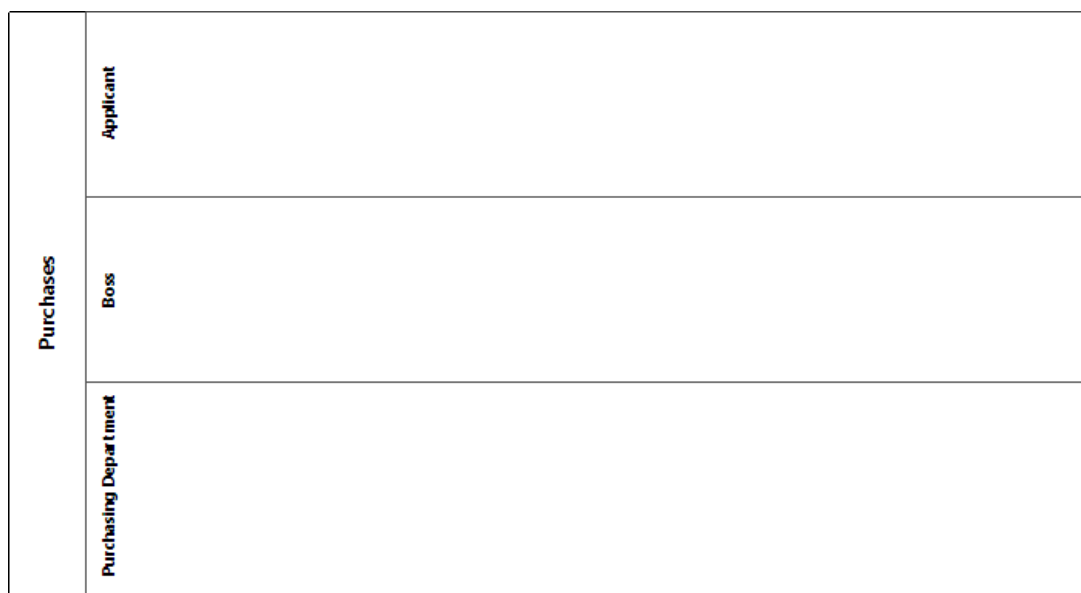
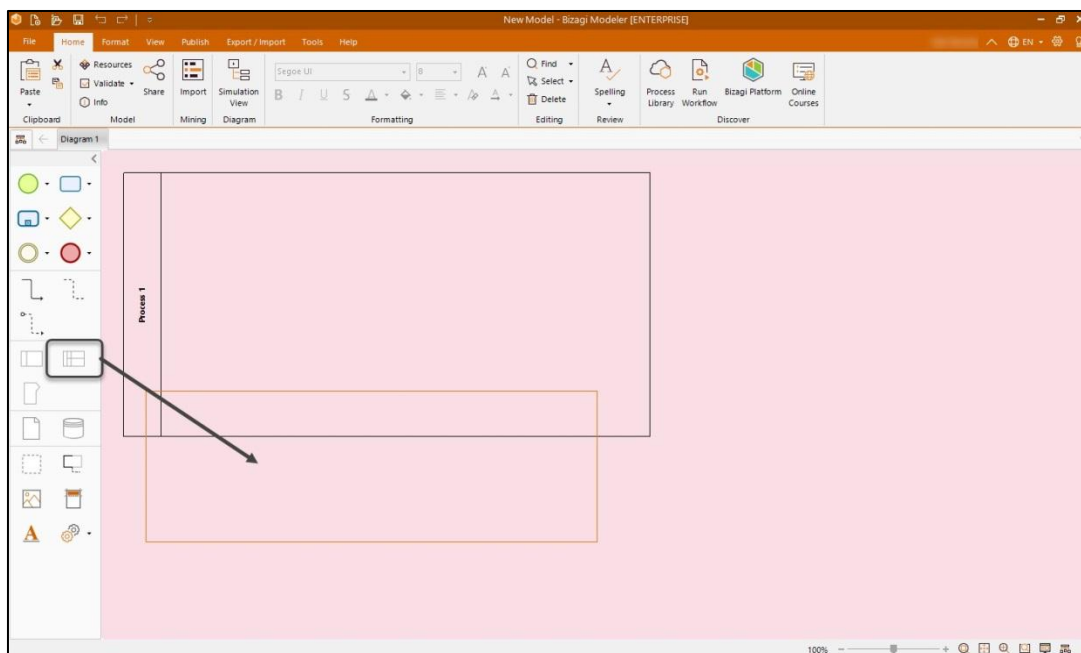


Рис. 50. Доріжки в пулі

Щоб додати будь-який елемент до діаграми, можна перетягнути його з палітри ліворуч (рис. 51).

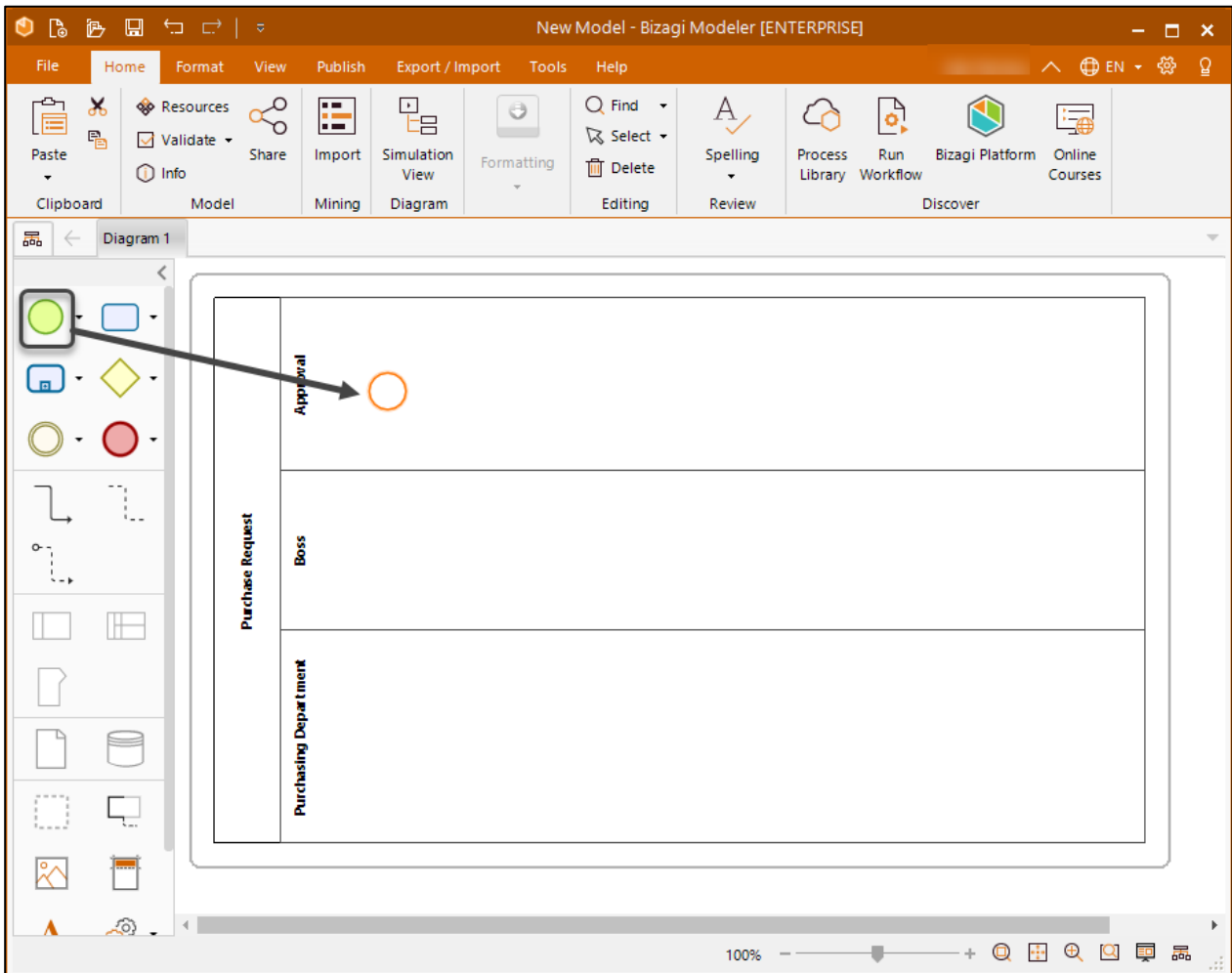


Рис. 51. **Додавання елементів до діаграми**

Усі процеси повинні мати подію *Start*, з якої починається процес. Перетягнути подію "Почати" на смугу учасника, який починає процес (у нас це "Заявник").

Наступним етапом є перше завдання: створити запит на купівлю (*Create Purchase Request*).

Для створення запиту є два варіанти: перетягнути фігуру завдання та підключити до неї подію запуску (рис. 52).

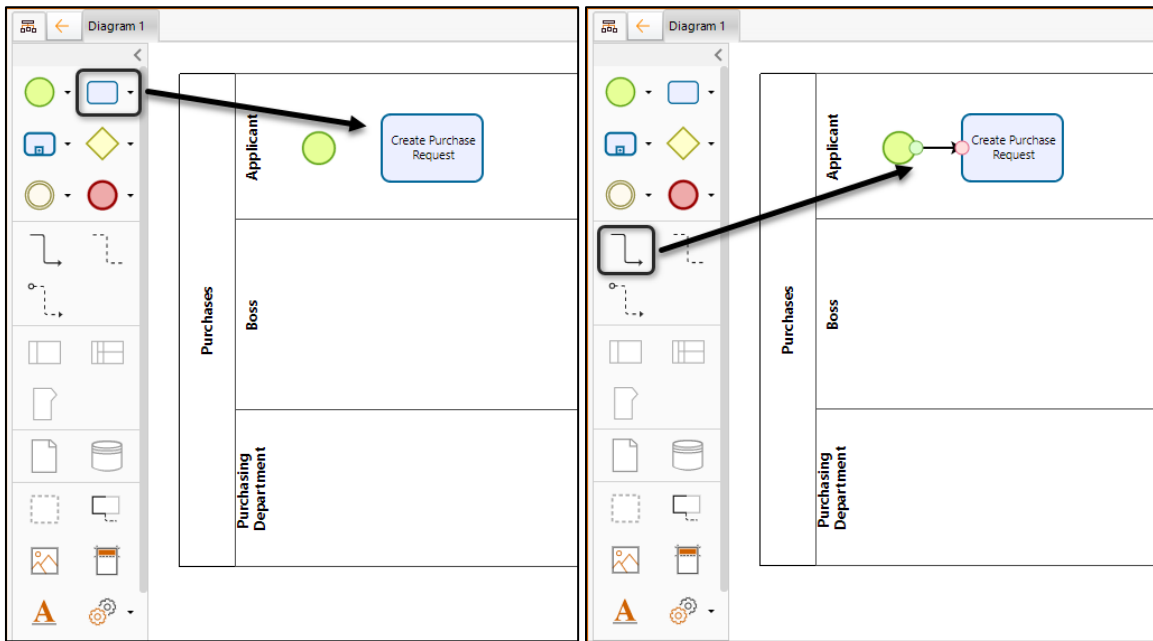


Рис. 52. Початок побудови діаграми

Варто використовувати кругове меню (рис. 53), яке відображається з початкової події. За допомогою цієї опції завдання автоматично підключається до початкової події.

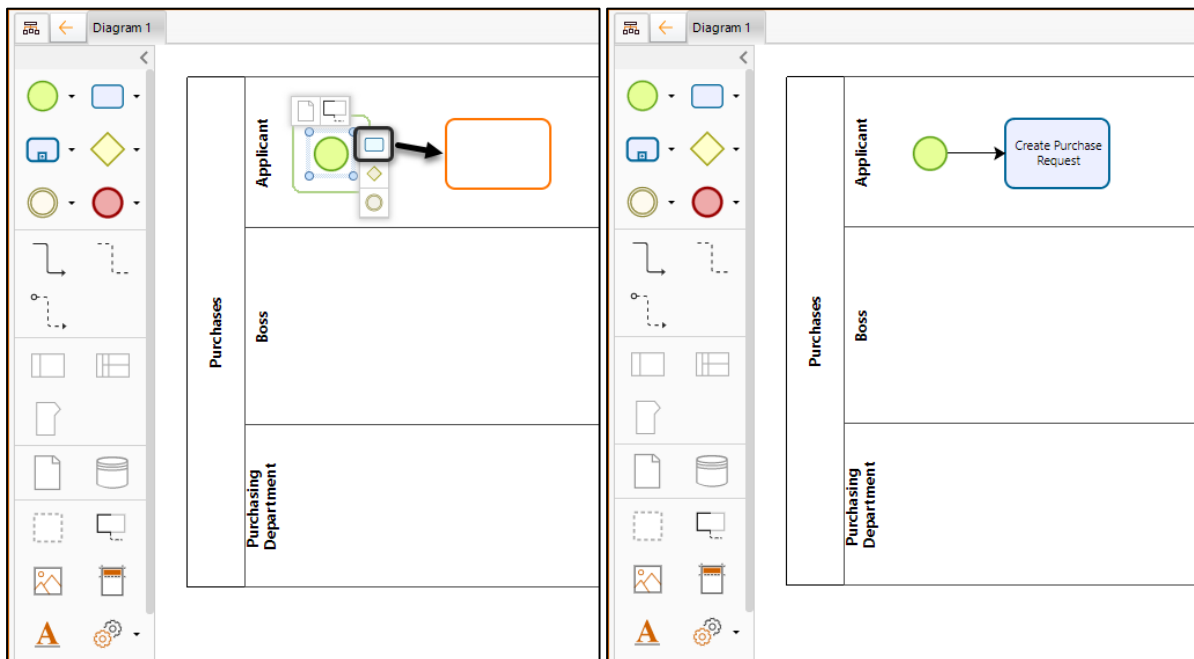


Рис. 53. Побудова діаграми

Треба повторити це, щоб створити завдання запиту авторизації (*Authorize Request*) (рис. 54).

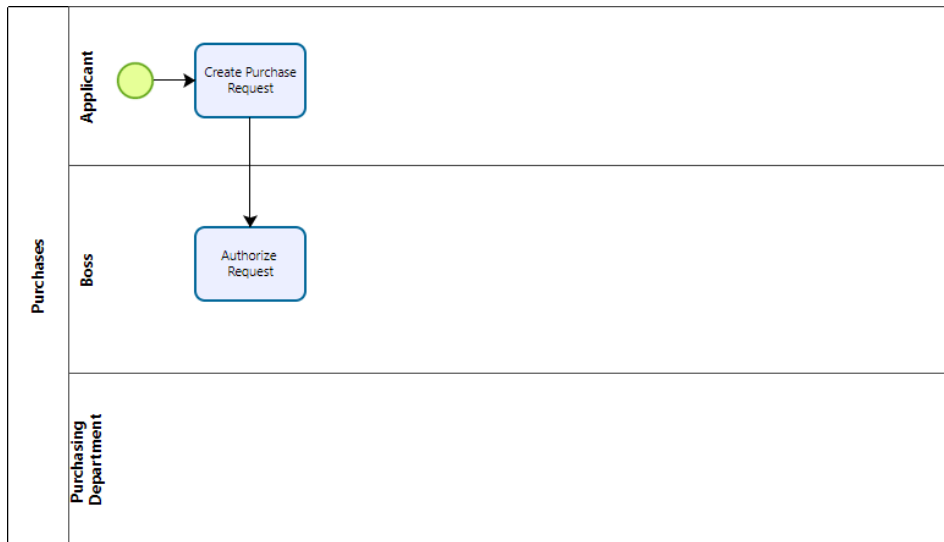


Рис. 54. Побудова запиту авторизації

На цьому фазу запиту процесу завершено; необхідно включити її етап. Для цього перетягнути форму віхи та перейменувати її. Щоб розпочати діаграму фази пропозиції (*Quote*), створіть її віху, як для фази запиту (*Request*) (рис. 55).

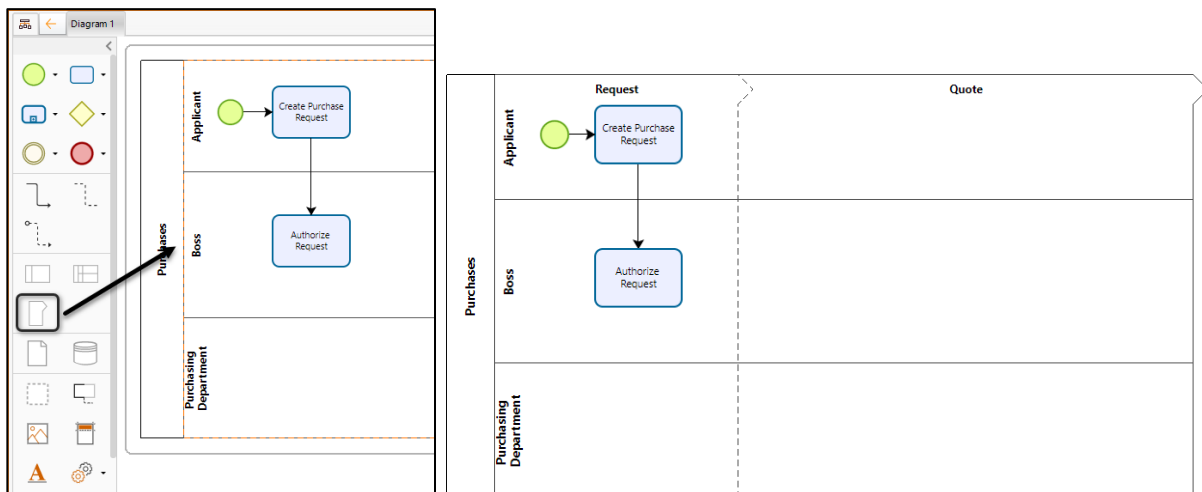


Рис. 55. Додавання етапу

Слід продовжувати додавати необхідні форми, доки діаграму не буде завершено.

Щоб з'єднати два елементи в послідовний потік (рис. 56), за допомогою секторного меню перетягнути відповідну фігуру до другого елементу. Вони будуть підключені автоматично.

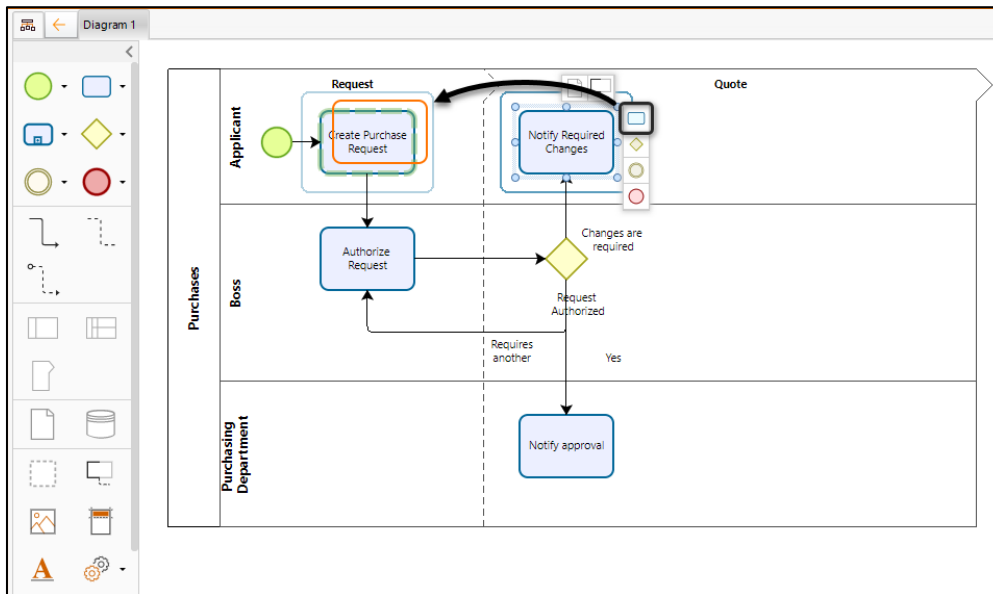


Рис. 56. З'єднання елементів у послідовний потік

Базову схему процесу запиту на придбання подано на рис. 57.

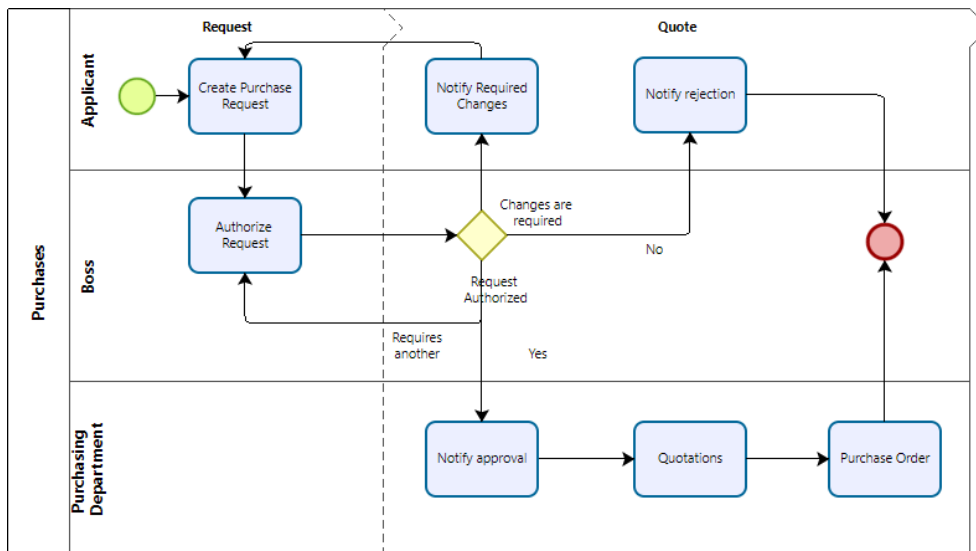


Рис. 57. Базова схема процесу запиту на придбання

Трансформація елементів

Після того як було складено схему процесу запиту на купівлю, необхідно внести деякі зміни, щоб відобразити реальність процесу.

Завдання сповіщення складаються з електронних листів, які автоматично надсилають на основі рішення безпосереднього керівника. Тому ці завдання потрібно змінити на завдання сценарію.

Завдання пропозиції має бути перетворено на підпроцес, у якому виконують кілька дій для вибору постачальника.

Завдання замовлення на придбання також є підпроцесом, у якому замовлення на придбання надсилається постачальнику та створюється в системі *ERP*.

Щоб зробити ці корегування, не потрібно вводити інший елемент у процес, а слід змінити існуючі елементи. Наприклад, щоб змінити завдання "Повідомити про необхідні зміни", треба клацнути його правою кнопкою мишки. У меню перейти до типу завдання та вибрати "Завдання сценарію". Повторити це для двох інших завдань сповіщення (рис. 58).

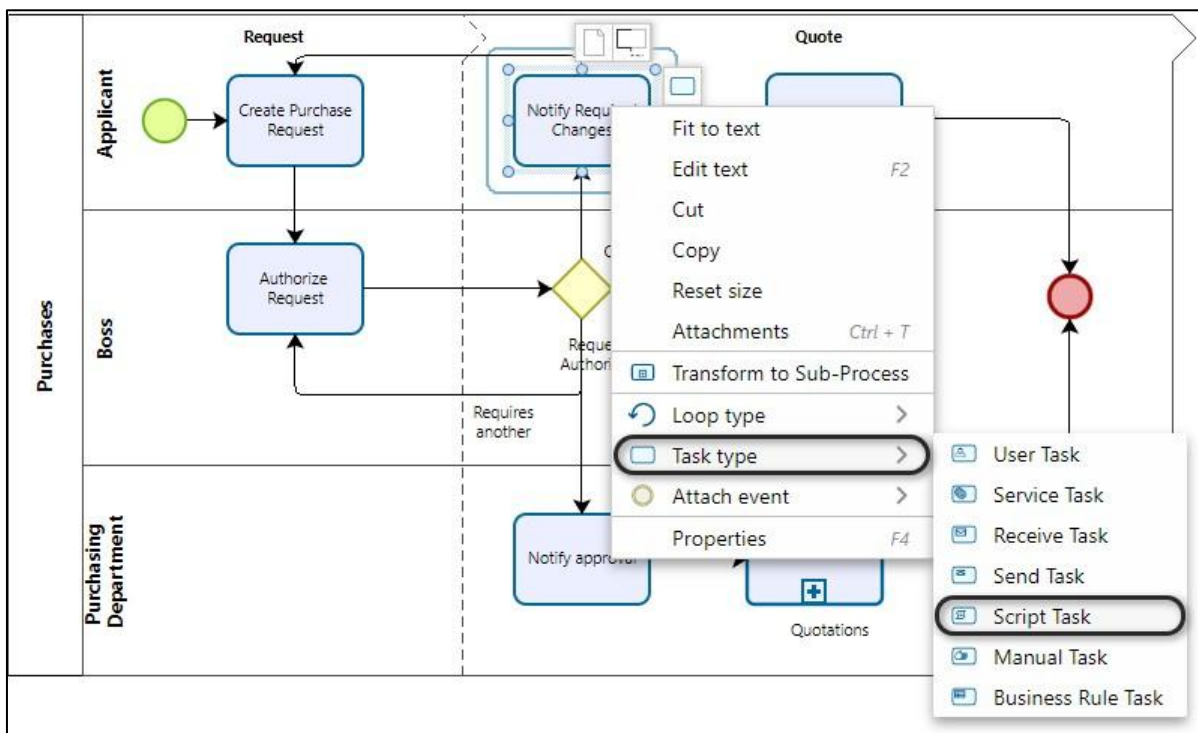


Рис. 58. Трансформація елементів

Для завдань *Quotation* і *Purchase Order* виконати ту саму процедуру, клацнути завдання правою кнопкою мишки та вибрати "Перетворити на підпроцес" (рис. 59).

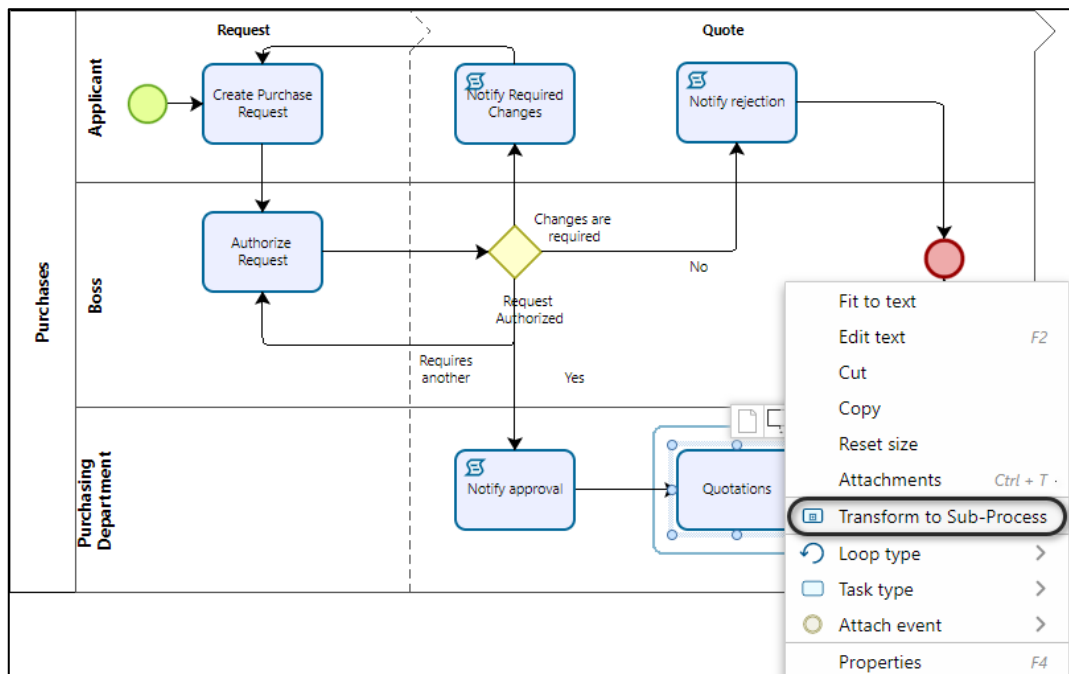


Рис. 59. Перетворення на підпроцес

Підпроцес

Тепер потрібно визначити завдання, які виконують у кожному підпроцесі. Для цього клацнути підпроцес правою кнопкою мишки та вибрати "Редагувати підпроцес" (рис. 60).

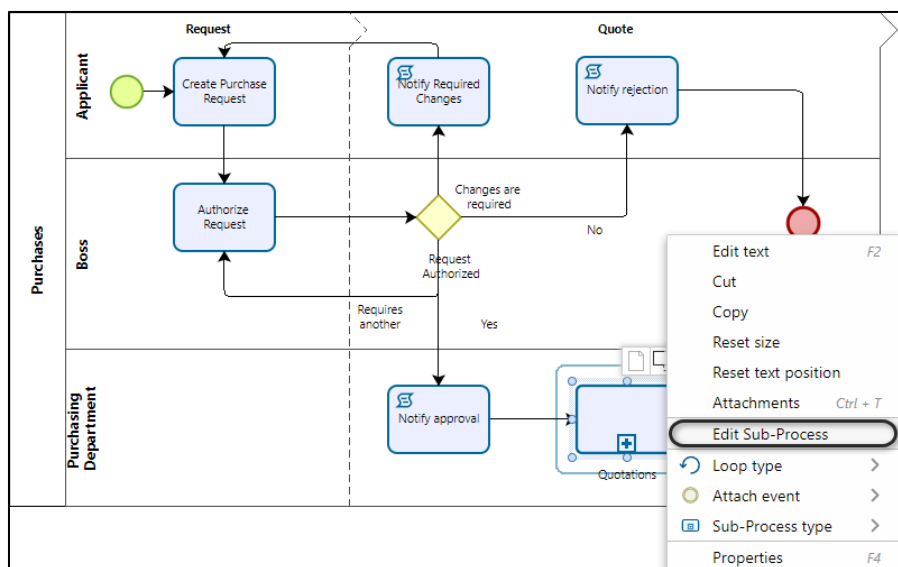


Рис. 60. Редагування підпроцесу

Bizagi запитує, чи необхідно створити новий процес для підпроцесу, чи хочете призначити йому його. Оскільки не було створено жодного іншого процесу, то потрібен новий процес, тому слід вибрати цей варіант (рис. 61).

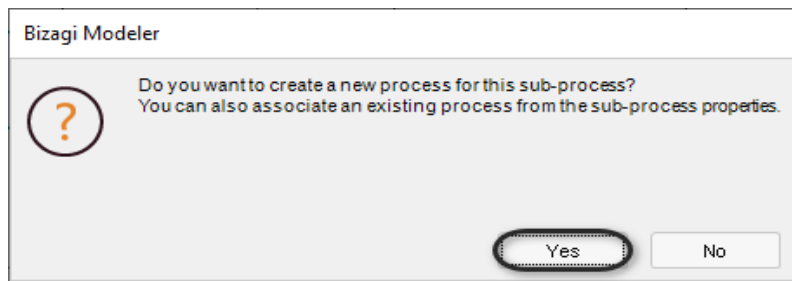


Рис. 61. Створення нового процесу для підпроцесу

При цьому створюють нову діаграму для моделювання підпроцесу. Повторити це для підпроцесу *Purchase Order* (рис. 62).

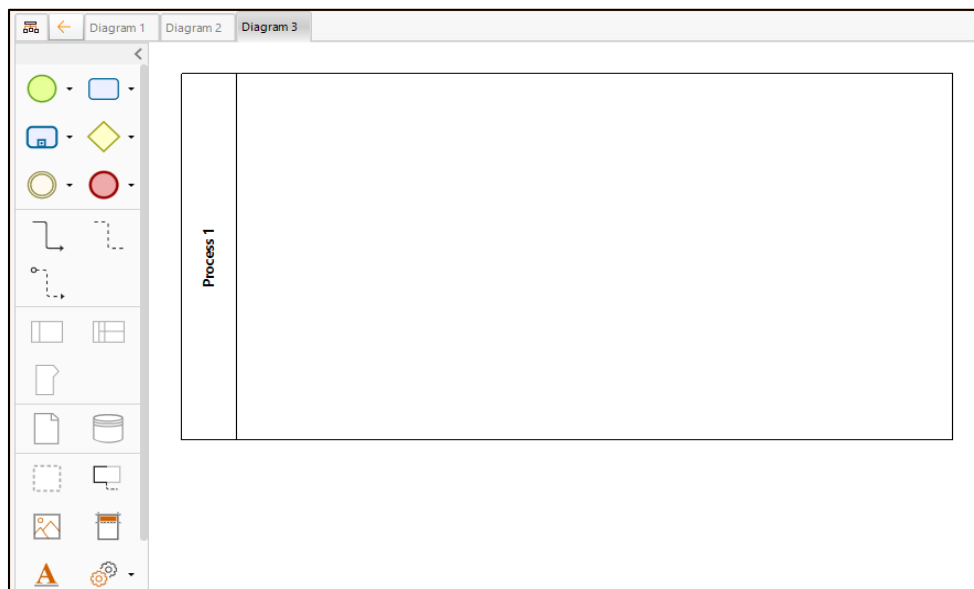


Рис. 62. Нова діаграма для моделювання підпроцесу

На цих двох нових діаграмах змоделювати два підпроцеси так само, як ми робили це з процесом запиту на придбання. Потім перейменувати діаграми так само, як і елемент (рис. 63).

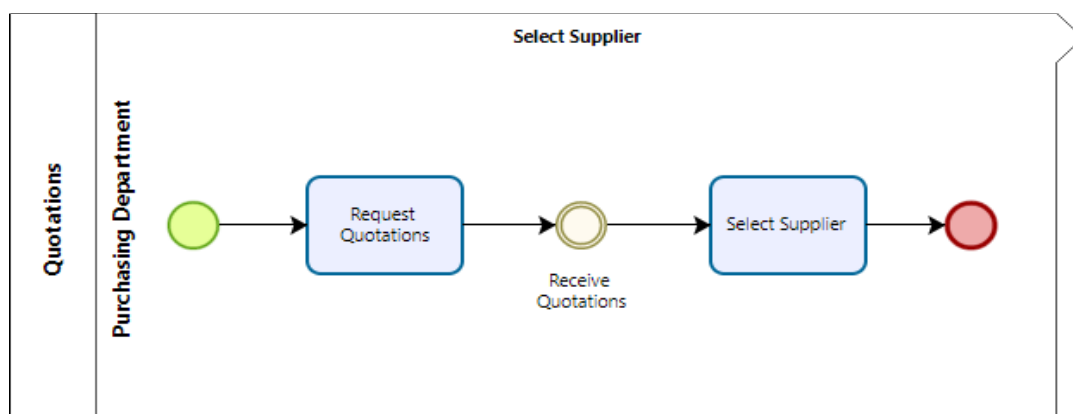


Рис. 63. Діаграма підпроцесу

У підпроцесі "Замовлення на купівлю" завдання "Створити замовлення та надіслати до служб ERP" може завершитися помилкою, тому для керування цією помилкою необхідно створити вкладену подію (рис. 64).

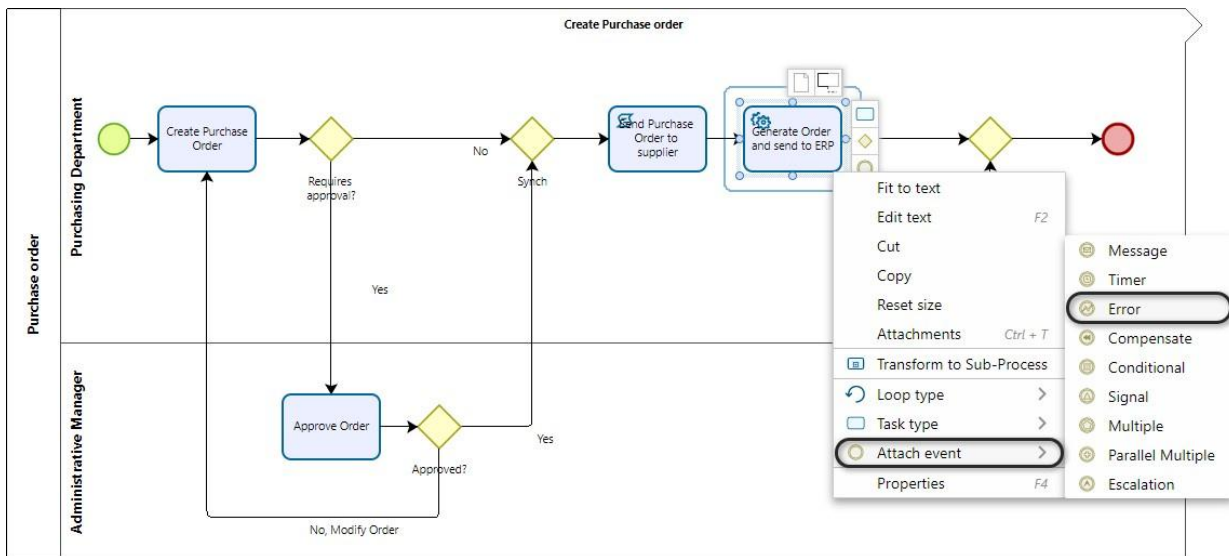


Рис. 64. Створення вкладки події

Для цього клацнути завдання правою кнопкою мишки, перейти до "Вкласти подію" та вибрати "Помилка". Потім підключити його до наступного завдання (рис. 65).

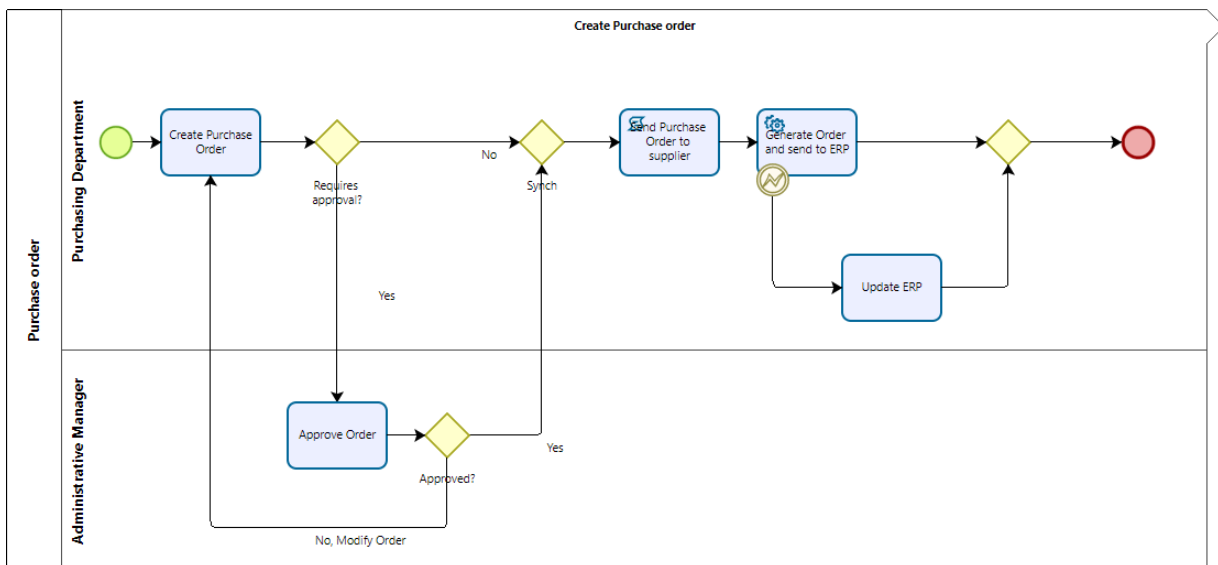


Рис. 65. Налаштування вкладки події

Коли змодельовано ці два підпроцеси, то це значить, що було завершено моделювання першого процесу.

Документування процесу

Документування процесу є одним із найважливіших етапів під час створення моделі в *Bizagi Modeler*. Саме тут у модель включено всю важливу інформацію для процесу, щоб її міг зрозуміти будь-який користувач. На діаграмі можна подати інформацію на рівні процесу, а також детальну інформацію на рівні елементу.

Щоб додати інформацію на рівні процесу, слід клацнути правою кнопкою мишки поза межами пулу та вибрати "Властивості діаграми" (рис. 66). Це вмикає вікно властивостей діаграми в правій частині екрана, де можна вказати: назву, опис, версію й автора процесу. Також можна відкрити це вікно, натиснувши клавішу F4.

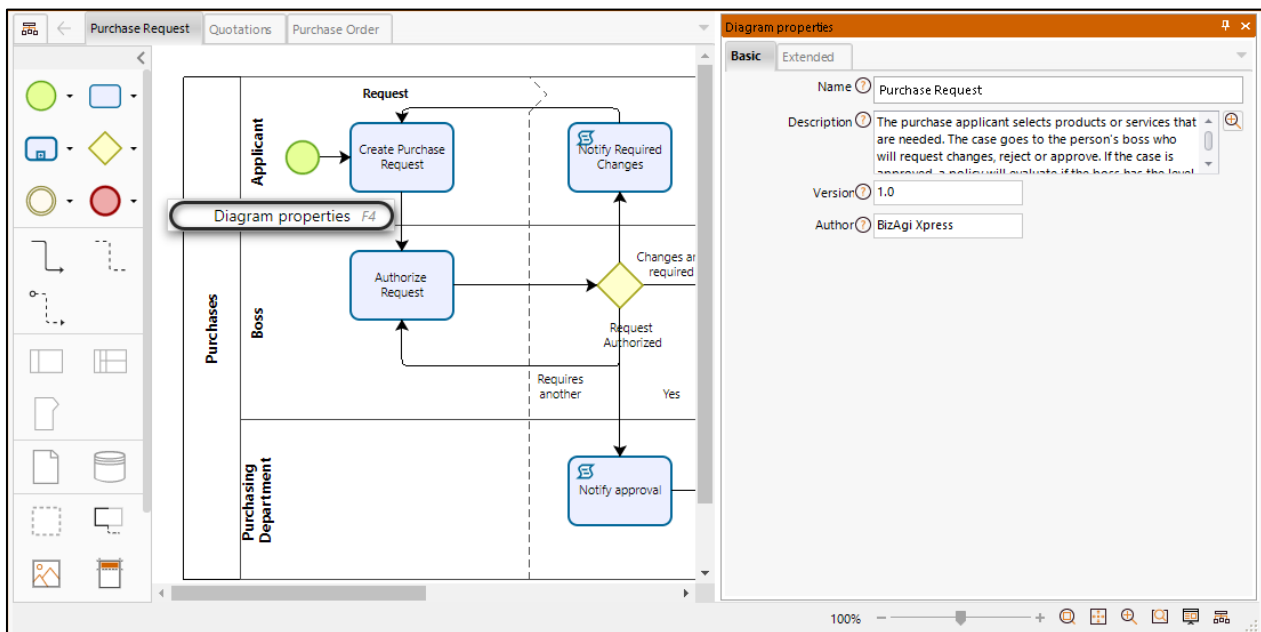


Рис. 66. Властивості діаграми

У вікні властивостей, що відображається, вибрати будь-який елемент, і відобразяться відповідні властивості.

Таким чином, можна ввести детальну інформацію про кожен етап потоку (кожний елемент).

Документування завдання

У документування завдань також можна включити ресурси, пов'язані з кожною роллю моделі *RACI* (рис. 67).

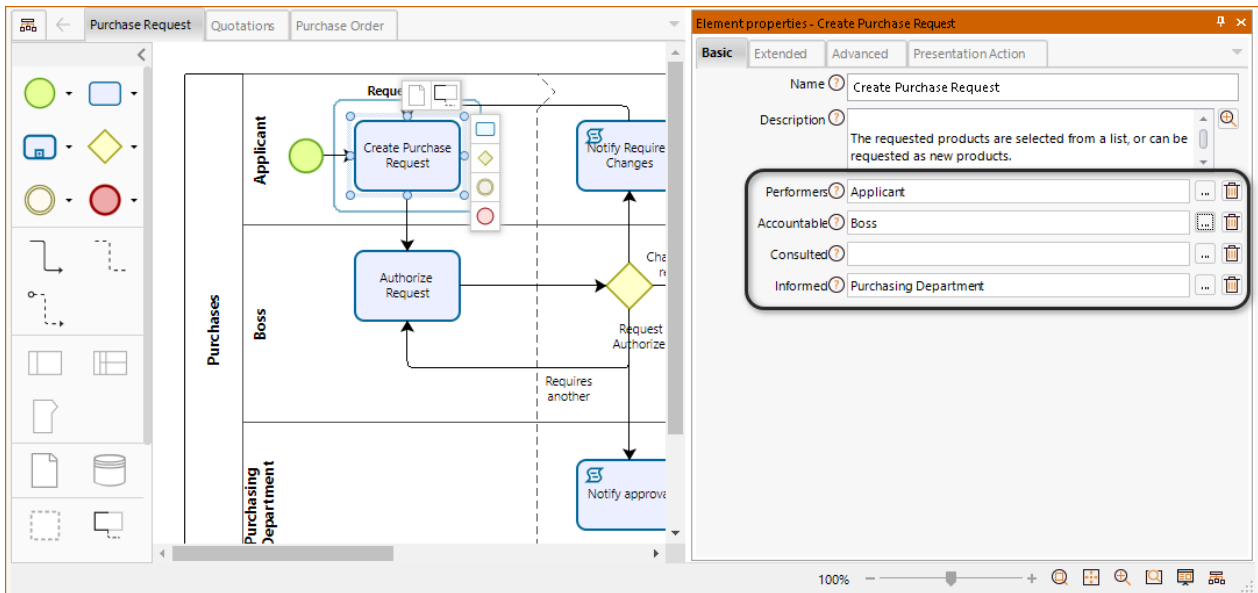


Рис. 67. Документування завдання

Ресурс – це бізнес-суб'єкт або роль, яка контролює завдання чи відповідає за нього. Щоб визначити ресурси моделі, слід натиснути опцію "Ресурси" на вкладці "Домашня сторінка".

Можна додати, редагувати або видаляти будь-який ресурс. У моделі *Purchase Request* створити ресурси трьох основних учасників процесу: апліканта, керівника та відділу закупівель (рис. 68).

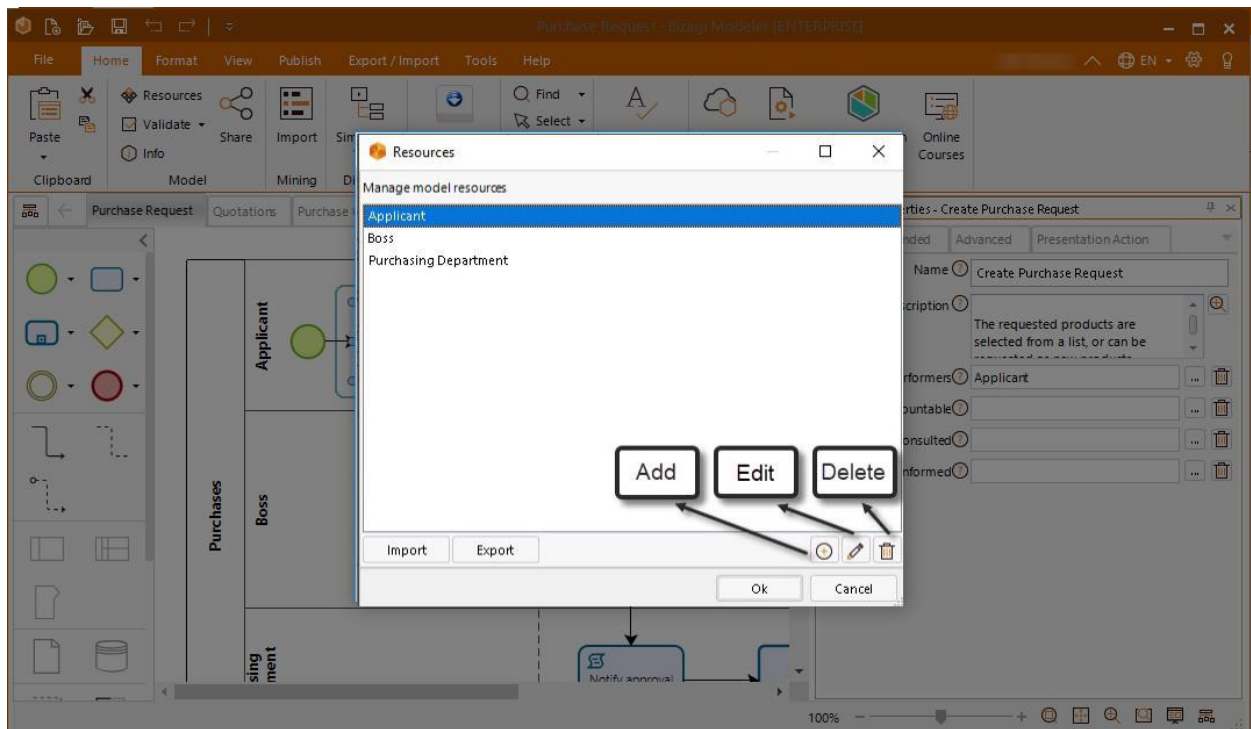


Рис. 68. Додавання, редагування, видалення

Вибрати "Додати" та ввести назву, опис і тип (роль або сутність) ресурсу (рис. 69).

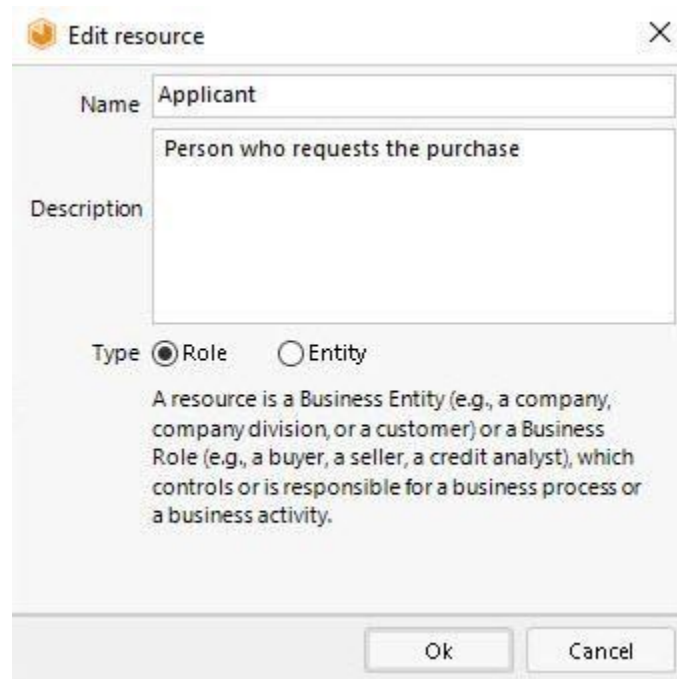


Рис. 69. Додавання ролі

Після створення ресурсу можна пов'язати його з будь-якою роллю завдання (рис. 70).

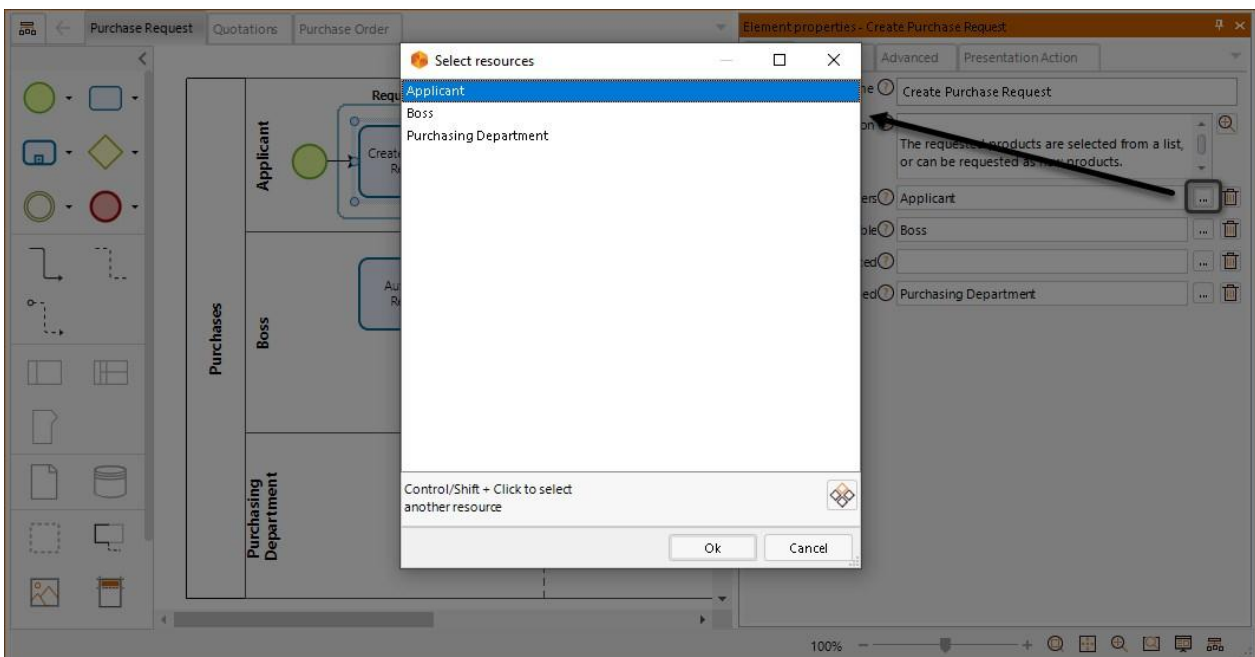


Рис. 70. Зв'язок ресурсу з будь-якою роллю завдання

Створити стільки ресурсів, скільки потрібно, однак необов'язково мати ресурси для всіх ролей завдання. Наприклад, у сценарному завданні, оскільки це автоматичне завдання, може не бути ролей.

Документування шлюзу

У властивостях шлюзу, коли доступні альтернативні шляхи, документування містить умовні вирази для кожної гілки прийняття рішень, що представляє шлях.

Можна визначити умову для кожного шляху або в самому шлюзі, або в кожній із його гілок прийняття рішень (рис. 71).

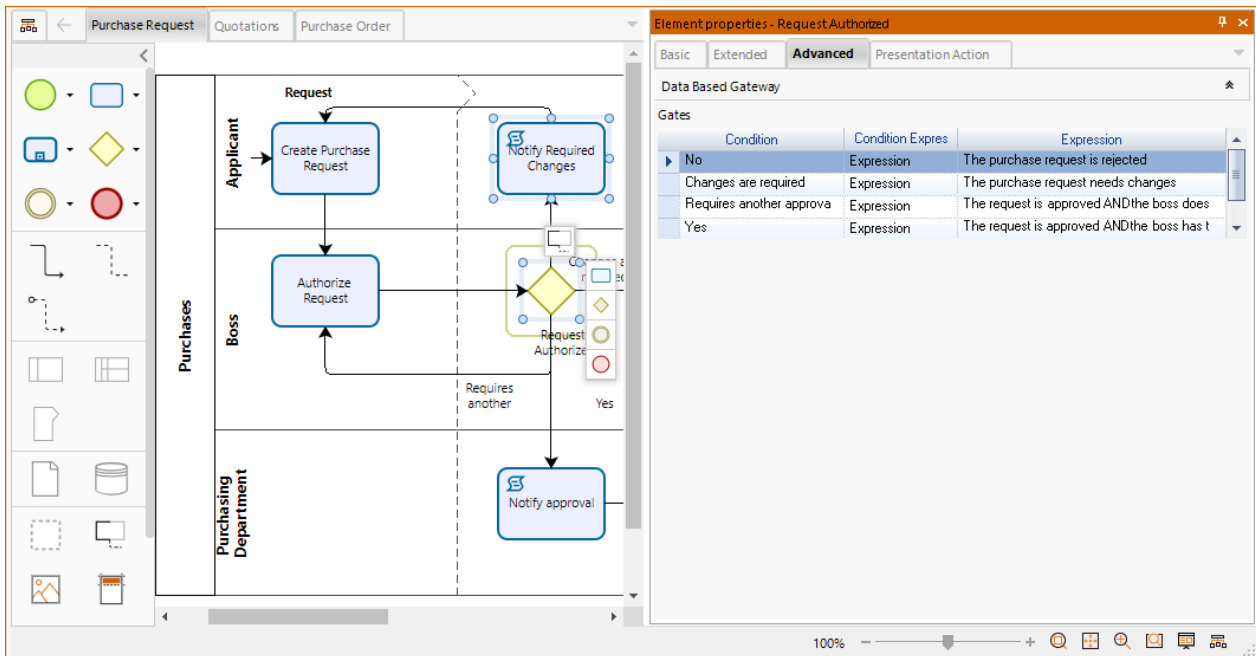


Рис. 71. Визначення умови для кожного шляху шлюзу

Щоб визначити умови шлюзу, у вікні його властивостей треба перейти на вкладку "Додатково". У таблиці *Gates* для кожного вихідного шляху є відповідний рядок, ідентифікований назвою гілки. У моделі запиту на придбання авторизований шлюз запиту має чотири вихідних шляхи: "Ні", "Зміни потрібні", "Потрібно інше схвалення" і "Так" (рис. 72).

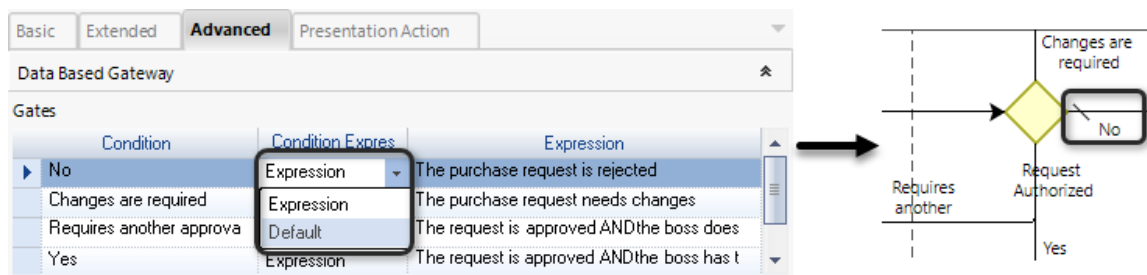


Рис. 72. Налаштування умови

Можна або визначити умовний вираз для вибраного шляху, або призначити його як шлях за замовчуванням (шлях, який вибирають, якщо в інших вихідних потоках не виконують інші умови). Варто зауважити, що візуальне подання шляху за замовчуванням є маленькою похилою лінією, що перетинає гілку рішення.

Після того як було задокументовано основні властивості всіх елементів моделі, можна розширити свою документацію, щоб включити будь-який тип інформації, який автор вважає релевантним для процесів, за допомогою розширених атрибутів.

Тема 6. Системний аналіз рішень з інформаційної підтримки процесів прийняття рішень

Лабораторна робота 6. Розроблення формалізованої моделі дослідження системи методом аналізу ієрархій

Завдання. Підприємству необхідно укласти договір про поставку товару або з посередником 1, або з посередником 2, або з підприємством-виробником, або з оптовим посередником 3. Вибір потрібно здійснити, оцінивши такі чинники: ціна товару (грн); партійність (шт.); місце розташування постачальника (км); збій поставок (к-сть); терміни постачання (міс.); транспортні витрати (на всю партію) (грн).

Метод аналізу ієрархій (MAI) є систематичною процедурою для ієрархічного подання компонентів проблеми. Метод полягає в декомпозиції проблеми на все більш прості складові й подальше оброблення послідовності суджень особи, що приймає рішення (ОПР), за парними порівняннями.

Метод аналізу ієрархій містить такі основні етапи:

- декомпозицію проблеми;
- побудову ієрархічної структури моделі проблеми;
- експертне оцінювання переваг;
- побудову локальних пріоритетів;
- оцінювання погодженості суджень;
- синтез локальних пріоритетів;
- висновки й припущення для прийняття рішень.

Міру ступеня впливу того або іншого об'єкта оцінюють за шкалою відносної важливості Сааті (табл. 7).

Таблиця 7

Міра значущості переваги

Ступінь переваги одного об'єкта перед іншим	Міра значущості переваги
Немає переваги	1
Слабка перевага	3
Сильна перевага	5
Дуже сильна перевага	7
Абсолютна перевага	9

Метод парних порівнянь. Якщо для порівняння вибрано n (A_1, A_2, \dots, A_n) об'єктів, то результати порівнянь заносять у квадратну n -мірну матрицю такого вигляду:

	A_1	A_2	\dots	A_j	\dots	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	\dots	a_{1j}	\dots	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	\dots	a_{2j}	\dots	a_{2n}
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots
A_i	a_{i1}	a_{i2}	\dots	a_{ij}	\dots	a_{in}
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots
A_n	a_{n1}	a_{n2}	\dots	a_{nj}	\dots	a_{nn}

Елементом цієї матриці a_{ij} є міра переваги A_i об'єкта порівняно з A_j об'єктом. Для матриці парних порівнянь має виконуватись умова:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

У загальному випадку під погодженістю мають на увазі те, що за наявності основного масиву неопрацьованих даних усі інші дані можуть бути логічно отримані з них. Якщо порівнюють n об'єктів, то досить $(n - 1)$ судження, у яких подано порівнювані об'єкти, принаймні один раз. Усі інші судження (у разі погодженості суджень) можуть бути виведені з них.

Як приклад варто розглянути матрицю парних порівнянь для трьох об'єктів (A_1, A_2, A_3). Шляхом вимірювання було з'ясовано, що об'єкт A_1 у 3 рази перевершує об'єкт A_2 ($\omega_1 / \omega_2 = 3$) і в 6 разів – об'єкт A_3 ($\omega_1 / \omega_3 = 6$). За умови $n = 3$ достатнє число порівнянь дорівнює $n - 1 = 3 - 1 = 2$. Заповнюємо матрицю й одержуємо:

	A_1	A_2	A_3
A_1	1	3	6
A_2	1/3	1	2
A_3	1/6	1/2	1

Інші судження мають міру, отриману з таких співвідношень.

Якщо A_1 у 3 рази перевершує A_2 ($a_{12} = \omega_1 / \omega_2 = 3$) і в 6 разів перевершує A_3 ($a_{13} = \omega_1 / \omega_3 = 6$), то $A_1 = 3A_2$ й $A_1 = 6A_3$. Звідки одержано, що $3A_2 = 6A_3$, або $A_2 = 2A_3$, а $A_3 = 1/2A_2$.

Заповнюючи елементи матриці, що залишилися, одержуємо такий порядок переваг: A_1 у 3 рази краще A_2 , що у 2 рази краще A_3 (отже, A_1 у 6 разів краще A_3).

Таку погодженість називають повною. Повна погодженість містить як порядкову погодженість, яку називають ще властивістю транзитивності (якщо A_i краще A_j , а A_j краще A_k , то A_i краще A_k), так і кардинальну узгодженість ($a_{ij}a_{jk} = a_{ik}$).

У цьому прикладі, якщо (перевага A_2 над A_3) a_{23} буде цілим числом, відмінним від 2 (наприклад, 3), то порушується кардинальна погодженість, а якщо набуває значення менше одиниці, то порушується порядкова й a_{23} кардинальна погодженості.

Природно після експертних оцінок за методом парних порівнянь порушити питання про ступінь погодженості отриманих оцінок.

Як міру погодженості розглядають два показники:

індекс погодженості (ІП);

відношення погодженості (ВП).

Як міру непогодженості розглядають нормоване відхилення λ_{\max} від n , яке називають індексом погодженості:

$$ІП = \frac{\lambda_{\max}}{n - 1}.$$

Щоб оцінити, є отримане погодження прийнятним чи ні, його порівнюють із випадковим індексом (ВІ).

Випадковим індексом називають індекс погодженості, розрахований для квадратної n-мірної позитивної оберненосиметричної матриці, елементи якої згенеровані датчиком випадкових чисел, розподілених за рівномірним законом для інтервалу значень: 1/9, 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Для матриці з фіксованим значенням n індекс розраховують як середнє значення для вибірки N (наприклад, N = 100). Далі подано схему для величин випадкового індексу для різних матриць порядку від 1 до 15.

Порядок матриці (n x n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Випадковий індекс (BI)	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

Одержавши індекс погодженості й вибравши випадковий індекс для заданого порядку матриці, розраховують відношення погодженості (ВП).

$$ВП = \frac{ІП}{ІП_c},$$

де ІП – індекс погодженості;

ІП_c – середнє значення індексу погодженості.

Якщо величина ВП менша (0,1(0,3)), то ступінь погодженості варто вважати добрим.

Далі розраховують вектор пріоритетів порівнюваних об'єктів таким чином:

	A ₁	A ₂	...	A _n	Головний власний вектор	Вектор пріоритетів
A ₁	a ₁₁	a ₁₂	...	a _{1n}	V ₁	P ₁
A ₂	a ₂₁	a ₂₂	...	a _{2n}	V ₂	P ₂
...
A _n	a _{n1}	a _{n2}	...	a _{nn}	V _n	P _n

Компоненту головного власного вектора обчислюють як середнє геометричне значень у рядку матриці:

$$V_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}.$$

Компоненту вектора пріоритетів обчислюють як нормоване значення головного власного вектора:

$$P_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} .$$

Наближені значення λ_{\max} для оцінювання відносин погодженості можна розрахувати за такою формулою:

$$\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n M_j P_j ,$$

де $M_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$ – сума елементів i -го стовпця матриці;

P_j – вектор пріоритетів аналізованої матриці.

Для вирішення проблеми зазвичай спочатку будують ієрархічну модель такого вигляду (рис. 73):

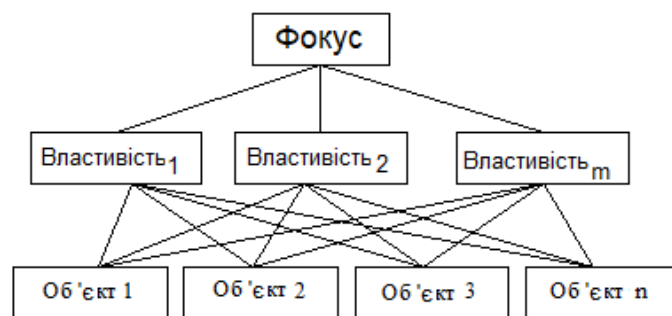


Рис. 73. Ієрархічна модель

Потім для кожної властивості й фокуса складають матрицю парних порівнянь, обчислюють вектори пріоритетів (їх у цьому випадку називають векторами локальних пріоритетів). Після чого обчислюють вектор глобальних пріоритетів. Для цього матрицю векторів локальних пріоритетів другого рівня множать на вектор локальних пріоритетів першого рівня.

Найкращим буде той об'єкт, глобальний пріоритет якого буде найбільшим.

Для найкращого об'єкта розрахувати міру якості за формулою:

$$M = \lambda_1 k_1 + \lambda_2 k_2 + \dots + \lambda_m k_m ,$$

де $k_i = (K_{\text{іст}} / K_{\text{норм}})$, якщо ДО – позитивна властивість;

$k_i = (1 - K_{\text{іст}} / K_{\text{норм}})$, якщо ДО – негативна властивість;

λ_i – коефіцієнти значущості (важливості) відповідних показників властивостей якості з погляду дослідника (вектор глобальних пріоритетів), які визначають експертним шляхом за матрицею парних порівнянь у шкалі Т. Сааті;

$K_{\text{іст}}$ – істинні значення відповідних показників властивостей якостей;

$K_{\text{норм}}$ – нормативні значення відповідних показників властивостей якості.

Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи 6

Розглянути методику вибору постачальників на прикладі такої ситуації.

Підприємству необхідно укласти договір про постачання товару або з посередником 1, або з посередником 2, або з підприємством-виробником, або з оптовим посередником 3. Вибір потрібно здійснити, оцінивши такі чинники: ціна товару (грн); партійність (шт.); місце розташування постачальника (км); збій поставок (к-сть); терміни постачання (міс.); транспортні витрати (на всю партію) (грн).

Розрахунки подати в табл. 8 – 14. За даними кожної таблиці зробити оцінювання погодженості думок експертів.

Таблиця 8

Вихідні дані

	Ціна товару	Партійність	Місце розташування постачальника	Збій постачання	Терміни постачання	Транспортні витрати, грн
Посередник 1	1 000	500	1 000	1	Точно в строк	2 000
Посередник 2	1 800	200	500	2	1 місяць	1 000
Підприємство-виробник	800	1 000	1 500	0	Протягом 2 місяців	3 000
Оптовий посередник 3	2 000	500	100	0	Точно в строк	500

Оцінювання важливості критеріїв

Назва	Ціна товару	Партійність	Місце розташування	Збій поставання	Терміни поставання	Транспортні витрати, грн	$\sqrt[6]{\quad}$	Вектор пріоритетів
Ціна товару	1	9	5	7	4	3	3,947	0,444
Партійність	1/9	1	1/5	1/3	1/6	1/7	0,237	0,027
Місце розташування	1/5	5	1	3	1/2	1/3	0,891	0,100
Збій поставання	1/7	3	1/3	1	1/4	1/5	0,439	0,049
Терміни поставання	1/4	6	2	4	1	1/2	1,348	0,152
Транспортні витрати	1/3	7	3	5	2	1	2,030	0,228
Разом	2,04	31,00	11,53	20,33	7,92	5,18	8,892	

Оцінювання погодженості думок експертів:

$$\lambda_{\max} = (2,04 \times 0,444) + (31,00 \times 0,027) + (11,53 \times 0,100) + (20,33 \times 0,049) + (7,92 \times 0,152) + (5,18 \times 0,228) = 6,277;$$

$$IB = |\lambda_{\max} - n| / (n - 1) = |6,277 - 6| / (6 - 1) = 0,055;$$

$$OC = IB / CI = 0,055 / 1,24 = 0,045.$$

Виявлення пріоритетів за чинниками:

Ціна

Ціна товару	Посередник 1	Посередник 2	Виробник	Посередник 3	$\sqrt[4]{\quad}$	Вектор пріоритетів
1	2	3	4	5	6	7
Посередник 1	1	7	1/2	8	2,300	0,355
Посередник 2	1/7	1	1/8	2	0,435	0,067

1	2	3	4	5	6	7
Виробник	2	8	1	9	3,464	0,534
Оптовий посередник 3	1/8	1/2	1/9	1	0,289	0,044
Разом	3,27	16,50	1,74	6,488		

Оцінювання погодженості думок експертів:

$$\lambda_{\max} = (3,27 \times 0,355) + (16,50 \times 0,067) + (1,74 \times 0,534) + (20,00 \times 0,044) = 4,076;$$

$$IB = |4,076 - 4| / (4 - 1) = 0,025;$$

$$OC = IB / CI = 0,025 / 0,9 = 0,028.$$

Таблиця 11

Партійність

Партійність	Посередник 1	Посередник 2	Виробник	Посередник 3	$\sqrt[4]{}$	Вектор пріоритетів
Посередник 1	1	4	1/6	1	0,904	0,143
Посередник 2	1/4	1	1/9	1/4	0,289	0,046
Виробник	6	9	1	6	4,243	0,669
Оптовий посередник 3	1	4	1/6	1	0,904	0,143
Разом	8,25	18	1,44	8,25	6,339	

Оцінювання погодженості думок експертів:

$$\lambda_{\max} = (8,25 \times 0,143) + (18,0 \times 0,046) + (1,44 \times 0,669) + (8,25 \times 0,143) = 4,151;$$

$$IB = |4,151 - 4| / (4 - 1) = 0,050;$$

$$OC = 0,050 / 0,9 = 0,056.$$

Збій постачання

Збій постачання	Посередник 1	Посередник 2	Виробник	Посередник 3	$\sqrt[4]{\quad}$	Вектор пріоритетів
Посередник 1	1	5	1/5	1/5	0,669	0,109
Посередник 2	1/2	1	1/9	1/9	0,280	0,046
Виробник	5	9	1	1	2,590	0,423
Посередник 3	5	9	1	1	2,590	0,423
Разом	11,50	24	2,31	2,31	6,129	

Оцінювання погодженості думок експертів:

$$\lambda_{\max} = (11,50 \times 0,109) + (24 \times 0,046) + (2,31 \times 0,423) + (2,31 \times 0,423) = 4,312;$$

$$IB = |4,312 - 4| / (4 - 1) = 0,104;$$

$$OC = 0,104 / 0,9 = 0,115.$$

Строки поставки

Термін постачання	Посередник 1	Посередник 2	Виробник	Посередник 3	$\sqrt[4]{\quad}$	Вектор пріоритетів
Посередник 1	1	5	7	1	2,432	0,424
Посередник 2	1/5	1	3	1/5	0,589	0,103
Виробник	1/7	1/3	1	1/7	0,287	0,050
Посередник 3	1	5	7	1	2,432	0,424
Разом	2,34	11,33	18,00	2,34	5,740	

Оцінювання погодженості думок експертів:

$$\lambda_{\max} = (2,34 \times 0,424) + (11,33 \times 0,103) + (18,00 \times 0,050) + (2,34 \times 0,424) = 4,051;$$

$$IB = |4,051 - 4| / (4 - 1) = 0,017;$$

$$OC = 0,017 / 0,9 = 0,019.$$

Таблиця 14

Транспортні витрати

Транспортні витрати	Посередник 1	Посередник 2	Виробник	Посередник 3	$\sqrt[4]{\quad}$	Вектор пріоритетів
Посередник 1	1	1/5	3	1/7	0,541	0,085
Посередник 2	5	1	7	1/3	1,848	0,290
Виробник	1/3	1/7	1	1/9	0,270	0,042
Посередник 3	7	3	9	1	3,708	0,582
Разом	13,33	4,34	20,00	1,59	6,367	

Оцінювання погодженості думок експертів:

$$\lambda_{\max} = (13,33 \times 0,085) + (4,34 \times 0,290) + (20,00 \times 0,042) + (1,59 \times 0,582) = 4,157;$$

$$IB = |4,157 - 4| / (4 - 1) = 0,052;$$

$$OC = 0,052 / 0,9 = 0,058.$$

Щоб прийняти остаточне рішення щодо вибору постачальника, необхідно значення векторів пріоритету з усіх таблиць за кожним чинником перенести до підсумкової таблиці та розрахувати глобальний пріоритет.

Глобальний пріоритет (табл. 15) визначають шляхом підсумовування добутків значущості критерію (див. табл. 9) на вектор пріоритету критерію кожного постачальника (див. табл. 10 – 14).

Розрахунок глобального пріоритету

Учасники процесу	Вектори пріоритетів						Глобальний пріоритет (ДП)
	Ціна товару (0,444)	Партійність (0,027)	Місце розташування постачальника (0,100)	Збій постачання (0,049)	Терміни постачання (0,152)	Транспортні витрати, грн (0,228)	
Посередник 1	0,355	0,143	0,085	0,109	0,424	0,085	0,259
Посередник 2	0,067	0,046	0,290	0,046	0,103	0,290	0,144
Виробник	0,534	0,669	0,042	0,423	0,050	0,042	0,297
Посередник 3	0,044	0,143	0,582	0,423	0,424	0,582	0,299

$$\text{ГП}(1) = (0,444 \times 0,355) + (0,027 \times 0,143) + (0,100 \times 0,085) + (0,049 \times 0,109) + (0,152 \times 0,424) + (0,228 \times 0,085) = 0,259;$$

$$\text{ГП}(2) = (0,444 \times 0,067) + (0,027 \times 0,046) + (0,100 \times 0,290) + (0,049 \times 0,046) + (0,152 \times 0,103) + (0,228 \times 0,290) = 0,144;$$

$$\text{ГП}(\text{вир}) = (0,444 \times 0,534) + (0,027 \times 0,669) + (0,100 \times 0,042) + (0,049 \times 0,423) + (0,152 \times 0,050) + (0,228 \times 0,042) = 0,297;$$

$$\text{ГП}(3) = (0,444 \times 0,044) + (0,027 \times 0,143) + (0,100 \times 0,582) + (0,049 \times 0,423) + (0,152 \times 0,424) + (0,228 \times 0,582) = 0,299.$$

Порівнюючи отримані значення, визначають рейтинг усіх постачальників. Високий рейтинг буде відповідати найбільшому значенню глобального вектора пріоритету. У наведеному прикладі згідно з вихідними даними найбільший пріоритет виявлено в посередника 3.

Перевагою цього методу (на відміну від інших експертних) є можливість оцінювати одночасно і якісні, і кількісні характеристики у вигляді початку безрозмірних показників.

За допомогою цього методу можна здійснювати пошук оптимального рішення у будь-якій ситуації, оскільки він дозволяє порівнювати всі чинники одночасно, визначаючи значущість шляхом порівняння кожного з кожним.

Інші методи дозволяють порівнювати одночасно лише два чинники.

Лабораторна робота 7. Розв'язання оптимізаційних задач

Установка команди **Розв'язувач**. Команда **Розв'язувач** знаходиться в групі **Аналіз** на вкладці **Дані** (рис. 74).

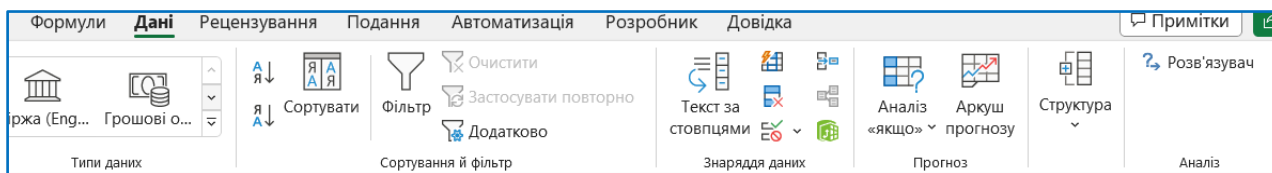


Рис. 74. Розташування вкладки **Розв'язувач**

Якщо команда **Пошук рішення** в групі **Аналіз** недоступна, то необхідно включити однойменну надбудову. Для цього потрібно:

- на вкладці **Файл** вибрати команду **Параметри**, а потім – категорію **Надбудови**;
- у полі **Управління** вибрати значення **Надбудови Excel** і натиснути кнопку **Перейти**;
- у полі **Доступні надбудови** встановити прапорець поруч із пунктом **Пошук розв'язання** і натиснути кнопку **ОК** (рис. 75).

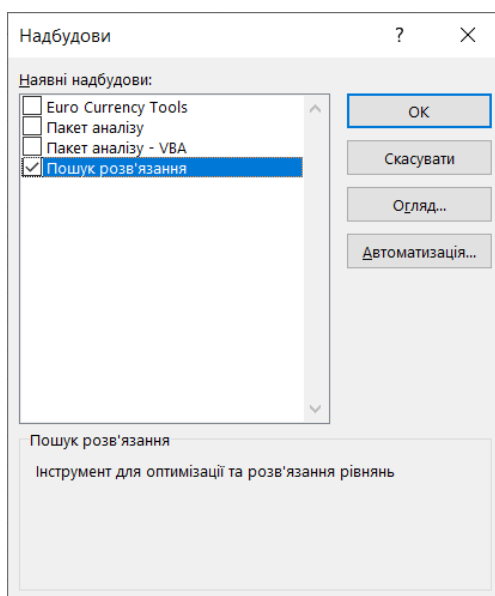


Рис. 75. Обрання надбудови "Пошук розв'язання"

Вікно надбудови також є на вкладці **Розробник**.

Після натискання кнопки **Розв'язувач** у групі **Аналіз** відкриється його діалогове вікно (рис. 76).

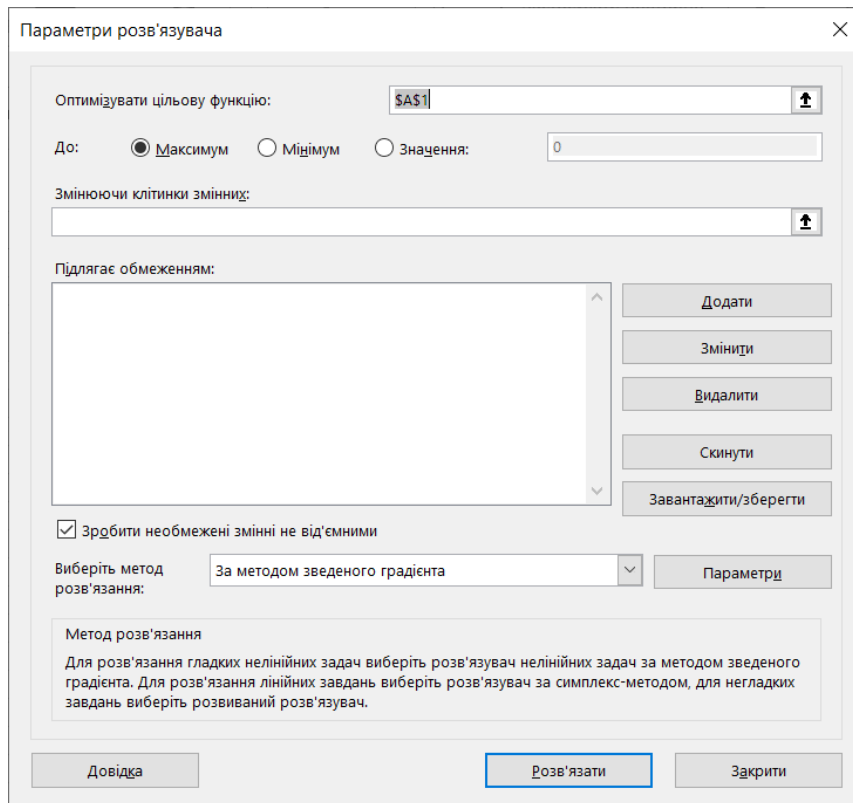


Рис. 76. Діалогове вікно "Розв'язувач"

За частого використання **Розв'язувач** його зручніше запускати з **Панелі швидкого доступу**, а не з вкладки **Дані**. Щоб помістити кнопку на **Панель**, треба натиснути по ній правою клавішею мишки та вибрати пункт **Додати** на **Панель швидкого доступу** (рис. 77).

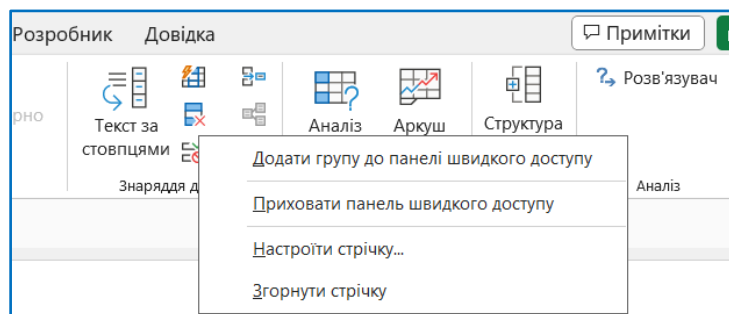


Рис. 77. Розміщення кнопки на панелі

Завдання 1

Фірма виробляє кілька сортів йогурту. Умовно – "Фанні", "Дольче" і "Лактонія". Реалізувавши 100 баночок йогурту "Фанні", підприємство

отримує 200 грн, "Дольче" – 250 грн, "Лактонія" – 300 грн. Збут налагоджено, але кількість наявної сировини обмежена. Потрібно визначити, який йогурт і в якому обсязі слід виробляти, щоб отримати максимальний прибуток від продажу.

Виконання завдання 1

Відомі дані (зокрема добові норми витрат сировини) занести в таблицю (рис. 78).

	A	B	C	D	E
1	сировина	Норми витрат			Запаси
2		Фанні	Дольче	Лактонія	
3	молоко	16	13	10	470
4	закваска	3	3	3	230
5	ароматизатор	0	5	3	180
6	цукор	0	8	6	180
7	Прибуток	200	250	300	

Рис. 78. Внесення первинних даних

На підставі цих даних скласти робочу таблицю (рис. 79).

10	назва	кількість	прибуток
11	Фанні	0	0
12	Дольче	0	0
13	Лактонія	0	0
14	Всього:		0
17	Витрати сировини		
18	молоко	закваска	ароматизатор
19	0	0	0

Рис. 79. Робоча таблиця

Кількість виробів, що є змінними, поки невідома.

У стовпець "Прибуток" внесено формули: $= 200 \times B11$, $= 250 \times B12$, $= 300 \times B13$.

Витрата сировини обмежена (це обмеження). У комірку внесено формули:

$= 16 \times B11 + 13 \times B12 + 10 \times B13$ ("молоко");

$= 3 \times B11 + 3 \times B12 + 3 \times B13$ ("закваска");

$= 0 \times B11 + 5 \times B12 + 3 \times B13$ ("ароматизатор");

$= 0 \times B11 + 8 \times B12 + 6 \times B13$ ("цукор"). Тобто норму витрати помножено на кількість.

Мета – знайти максимально можливий прибуток. Це комірка C14 (рис. 80).

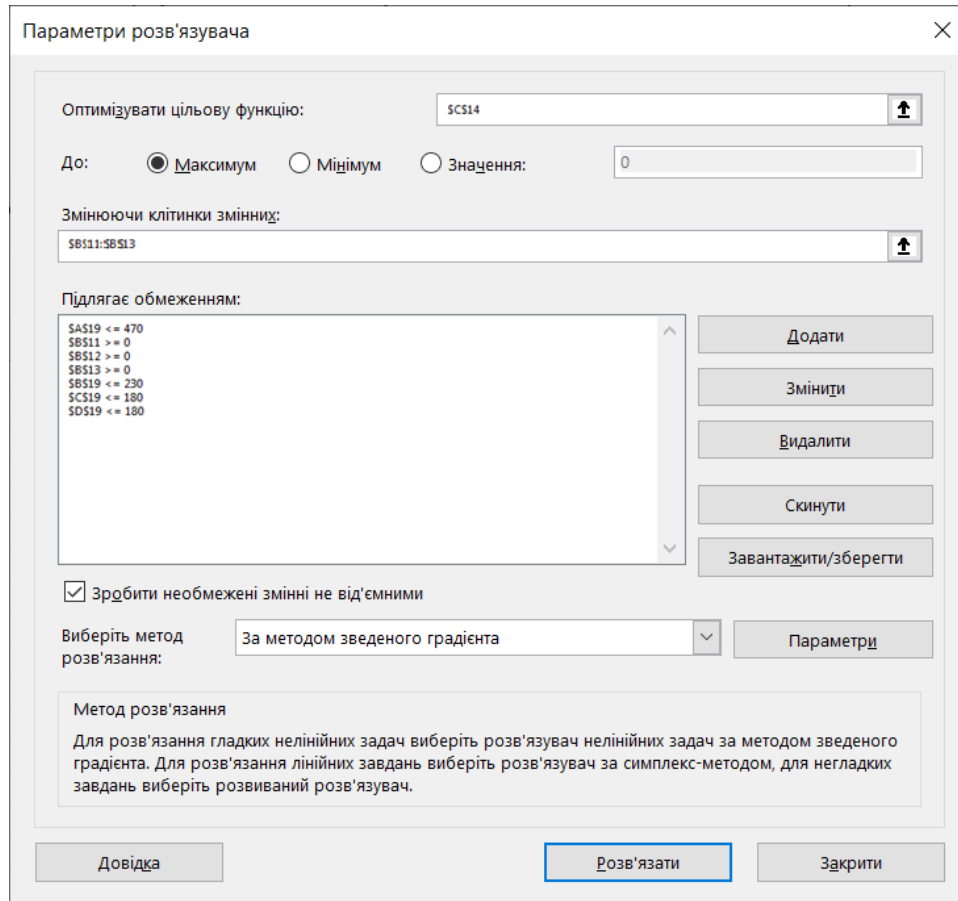


Рис. 80. Заповнення параметрів пошуку рішення

Після натискання кнопки **Розв'язати** програма видає своє рішення (рис. 81).

10	назва	кількість	прибуток	
11	Фанні	10,625	2125	
12	Дольче	0	0	
13	Лактонія	30	9000	
14		Всього:	11125	
15				
16				
17	Витрати сировини			
18	молоко	закваска	ароматизатор	цукор
19	470	121,875	90	180

Рис. 81. Результат рішення

Оптимальний варіант – сконцентруватися на випуску йогурту "Лактонія " і "Фанні". Йогурт "Дольче" виробляти не варто.

Завдання 2

Для виготовлення одного пиріжка необхідно 0,8 од. начинки і 4 од. тіста; для одного тістечка – 4 од. начинки і 0,5 од. тіста; для одного рулету – 2 од. начинки і 2,5 од. тіста. Скільки пиріжків, тістечок і рулетів потрібно зробити кондитерській, якщо в наявності є 130 од. тіста і 310 од. начинки?

Визначте дохід від реалізації кондитерських виробів, якщо дохід від продажу одного пиріжка становить 6 грн, одного тістечка – 10 грн, одного рулету – 8 грн.

Виконання завдання 2

Нехай x_1 – кількість виготовлених пиріжків, x_2 – кількість виготовлених тістечок, x_3 – кількість рулетів. Для приготування виробів використовують $0,8x_1 + 4x_2 + 2x_3$ од. начинки і $4x_1 + 0,5x_2 + 2,5x_3$ од. тіста. Очевидно, що кількість начинки і тіста, які буде використано, не може перевищувати наявний запас, тому:

$$\begin{aligned}0,8x_1 + 4x_2 + 2x_3 &\leq 310; \\4x_1 + 0,5x_2 + 2,5x_3 &\leq 130.\end{aligned}$$

Крім того, кількість виготовлених пиріжків, тістечок і рулетів не може бути негативним числом, тобто:

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0.$$

Крім того, кількість кондитерських виробів має бути цілим числом, тобто x_1, x_2, x_3 – цілі числа.

Дохід від реалізації виробів буде становити: $6x_1 + 10x_2 + 8x_3$.

Мета підприємства – збільшення доходу, тому $Z = 6x_1 + 10x_2 + 8x_3 \rightarrow \max$.

У такий спосіб буде отримано математичну модель задачі $Z = 6x_1 + 10x_2 + 8x_3 \rightarrow \max$ з урахуванням таких умов:

$$\begin{cases} 0,8x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 310 \\ 4x_1 + 0,5x_2 + 2,5x_3 \leq 130 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \\ x_1, x_2, x_3 - \text{цілі числа} \end{cases}$$

Для знаходження розв'язку задачі за допомогою цього модуля попередньо варто скласти на аркуші файлу *Microsoft Excel* форму, яка містить вихідні дані (рис. 82).

	A	B	C	D	E	F	G
1		Змінні					
2		x1	x2	x3			
3	Значення				max		
4	Цільова	6	10	8	0		
5							
6		Обмеження			Ліва частина	Знак	Права частина
7	Начинка	0,8	4	2	0	<=	310
8	Тісто	4	0,5	2,5	0	<=	130

Рис. 82. Вхідні дані, внесені в таблицю *MS Excel*

Кількість відповідних змінних буде отримано в комірках B3:D3. В осередку E4 введено формулу, за якою буде розраховано дохід від реалізації. У комірках E7:E8 введено формули для розрахунку значень лівої частини обмежень. Запустити процедуру оптимізації. У меню **Дані** вибрати пункт **Розв'язувач**. У полі **Оптимізувати цільову функцію** ввести координати комірки E4, яку необхідно максимізувати. Поле потрібного варіанта оптимізації виділити покажчиком.

У полі **Змінюючі клітинки змінних** вводимо координати комірок, у яких містяться значення змінних. У полі **Підлягає обмеженням** ввести всі граничні умови за задачею (рис. 83).

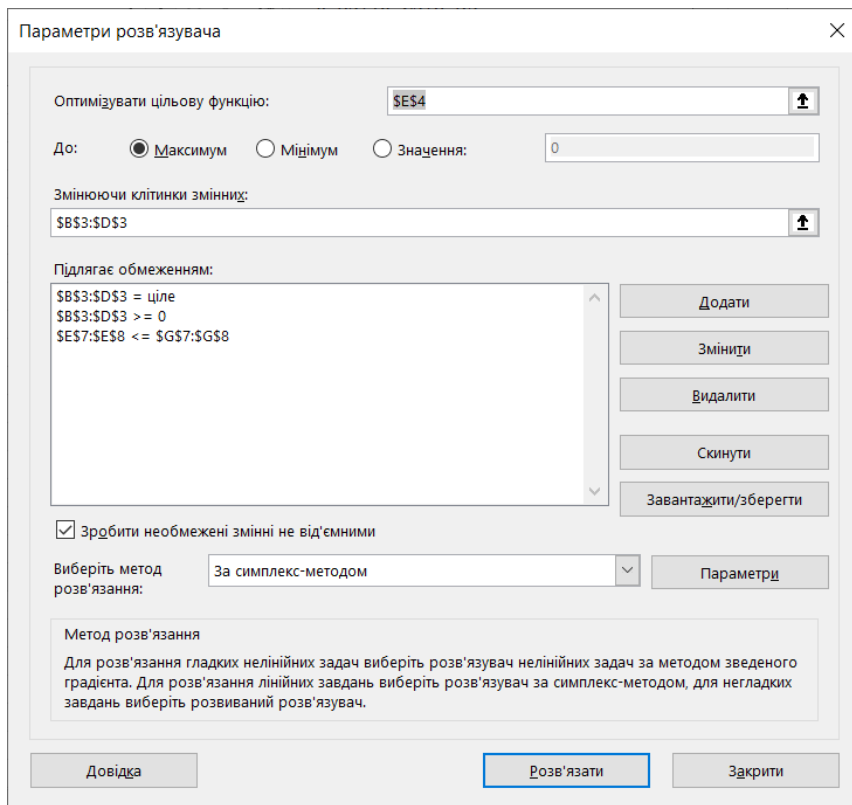


Рис. 83. Заповнення основної сторінки команди "Розв'язувач"

Помітити у вікні **Параметри** відповідним прапорцем, що розв'язувана задача є задачею лінійного програмування (рис. 84).

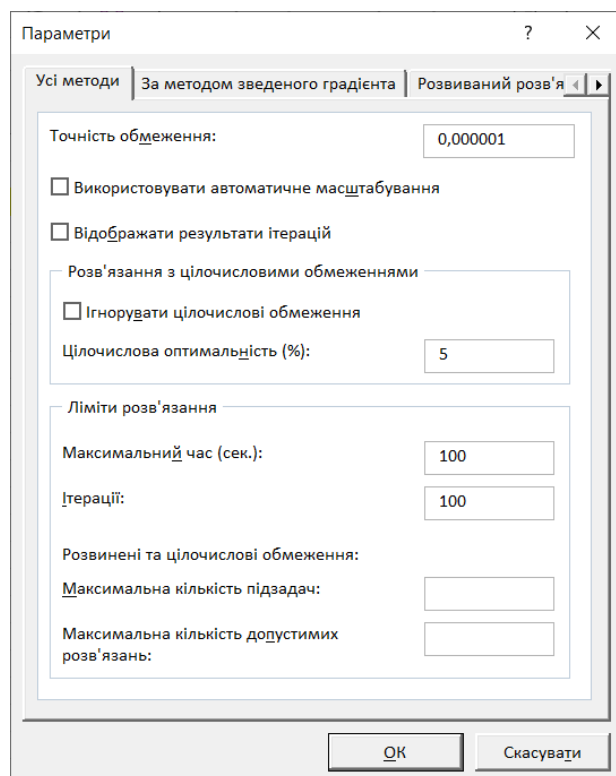


Рис. 84. Заповнення вкладки "Усі методи"

Запустити процес оптимізації натисканням кнопки **Розв'язати** (рис. 85).

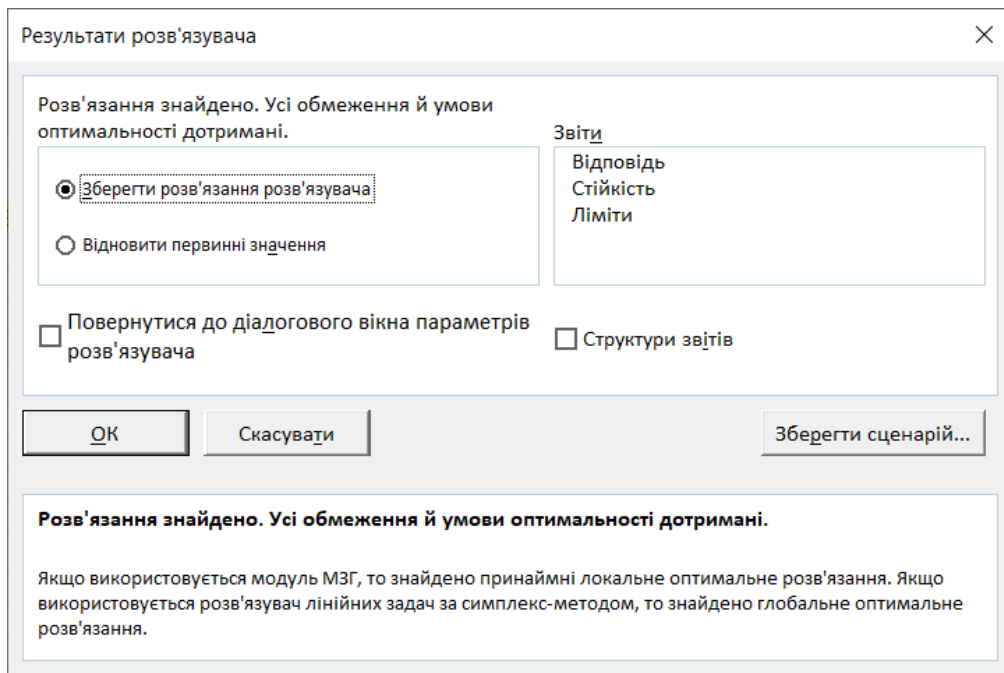


Рис. 85. Запуск процесу оптимізації

Отримані результати розв'язку цієї задачі наведено на рис. 86.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Змінні					
2		x1	x2	x3			
3	Значення	0	57	41	max		
4	Цільова	6	10	8	896,66667		
5							
6		Обмеження			Ліва частина	Знак	Права частина
7	Начинка	0,8	4	2	310	<=	310
8	Тісто	4	0,5	2,5	130	<=	130

Рис. 86. Результати виконання команди "Розв'язувач"

Отже, максимальний дохід буде становити 896,67 грн. Для цього треба виготовляти 57 тістечок і 41 рулет. Пиріжки виготовляти не потрібно. При цьому плані випуску не буде залишків сировини.

Завдання 3

Кондитерська фабрика в кінці місяця отримала завдання випустити свою продукцію у вигляді подарункових наборів із цукерок різних сортів. Склад кожного набору задано, кількість цукерок обмежено (рис. 87).

Визначте, скільки і якого типу наборів потрібно випустити, щоб отримати максимальний прибуток.

	A	B	C	D	E
1			Кількість цукерок в наборі		
2	Цукерки	На складі	"Свято"	"Сюрприз"	"Привітання"
3	Льодяники	500	3	4	2
4	Карамель	400	2	1	3
5	Шоколадні	550	0	2	1
6	Тягнучки	700	3	4	2
7	Трюфель	300	0	2	2
8	Грильяж	350	1	3	1
9	Прибуток з набору		250	450	300

Рис. 87. Вихідні дані за задачею

Виконання завдання 3

Позначити за x_1 кількість наборів "Свято", x_2 – кількість наборів "Сюрприз", x_3 – кількість наборів "Привітання".

Цільова функція:

$$F = 250x_1 + 450x_2 + 300x_3 \rightarrow \max.$$

Обмеження:

$$\left\{ \begin{array}{l} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 500 \\ 2x_1 + 1x_2 + 3x_3 \leq 500 \\ 0x_1 + 2x_2 + 1x_3 \leq 500 \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 500 \\ 0x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 500 \\ 1x_1 + 2x_2 + 1x_3 \leq 500 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \\ x_3 \geq 0 \\ x_1, x_2, x_3 - \text{цілі числа} \end{array} \right.$$

Як змінні x_1 , x_2 , x_3 буде використано комірки **C10**, **D10** і **E10**. Для значення цільової функції буде використано комірку **F11** (рис. 88).

	B	C	D	E	F
1		Кількість цукерок в наборі			
2	На складі	"Свято"	"Сюрприз"	"Привітання"	Витрачено
3	500	3	4	2	=C\$10*C3+D\$10*D3+E\$10*E3
4	400	2	1	3	=C\$10*C4+D\$10*D4+E\$10*E4
5	550	0	2	1	=C\$10*C5+D\$10*D5+E\$10*E5
6	700	3	4	2	=C\$10*C6+D\$10*D6+E\$10*E6
7	300	0	2	2	=C\$10*C7+D\$10*D7+E\$10*E7
8	350	1	3	1	=C\$10*C8+D\$10*D8+E\$10*E8
9	Прибуток з набору	250	450	300	
10	Випуск (шт.)				
11		Загальний прибуток			=C9*C10+D9*D10+E9*E10

	A	B	C	D	E	F
1		Кількість цукерок в наборі				
2	Цукерки	На складі	"Свято"	"Сюрприз"	"Привітання"	Витрачено
3	Льодяники	500	3	4	2	0
4	Карамель	400	2	1	3	0
5	Шоколадні	550	0	2	1	0
6	Тягнучки	700	3	4	2	0
7	Трюфель	300	0	2	2	0
8	Грильяж	350	1	3	1	0
9	Прибуток з набору		250	450	300	
10	Випуск (шт.)					
11	Загальний прибуток					0

Рис. 88. Заповнення комірок формулами та результати розрахунків за ними

У діалоговому вікні **Розв'язувач** указати, що необхідно встановити в комірку **\$F\$11** максимальне значення, змінюючи комірки **\$C\$10:\$E\$10**. Додати обмеження, наведені на рис. 89 і 90.

Параметри розв'язувача

Оптимізувати цільову функцію:

До: Максимум Мінімум Значення:

Змінюючи клітинки змінних:

Підлягає обмеженням:

Зробити необмежені змінні не від'ємними

Вибір метод розв'язання:

Метод розв'язання
 Для розв'язання гладких нелінійних задач виберіть розв'язувач нелінійних задач за методом зведеного градієнта. Для розв'язання лінійних завдань виберіть розв'язувач за симплекс-методом, для негладких завдань виберіть розв'язувач розв'язувач.

Довідка

Рис. 89. Заповнення параметрів пошуку рішення

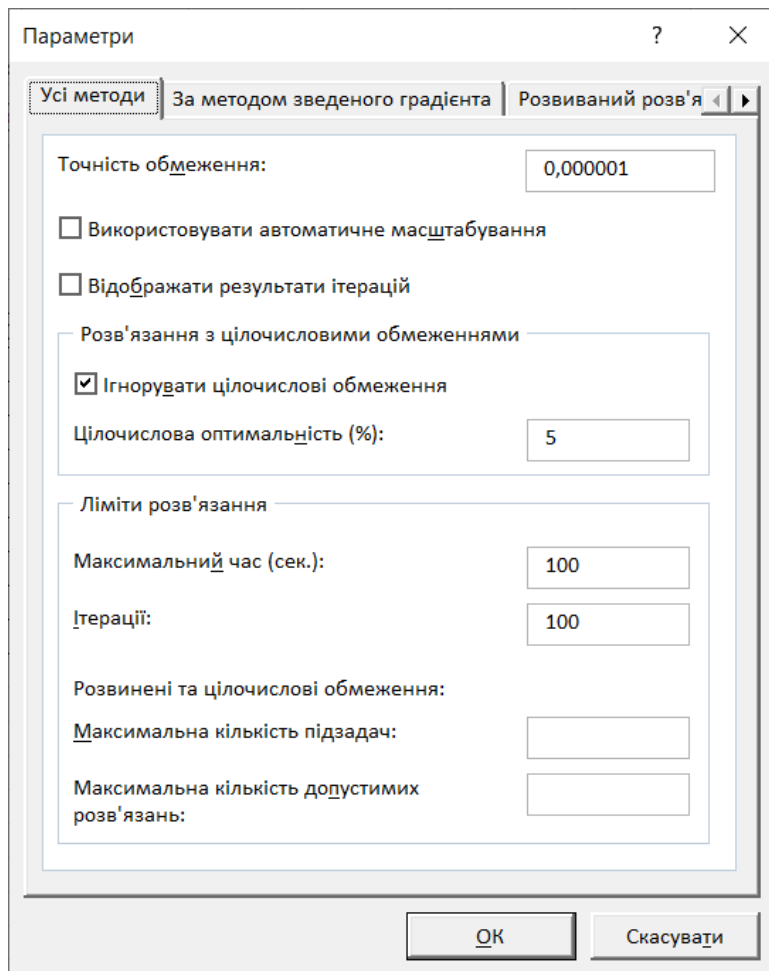


Рис. 90. Заповнення вкладки "Усі методи"

Отримано результати, наведені на рис. 91.

	A	B	C	D	E	F
1			Кількість цукерок в наборі			
2	Цукерки	На складі	"Свято"	"Сюрприз"	"Привітання"	Витрачено
3	Льодяники	500	3	4	2	500
4	Карамель	400	2	1	3	400
5	Шоколадні	550	0	2	1	205
6	Тягнучки	700	3	4	2	500
7	Трюфель	300	0	2	2	300
8	Грильяж	350	1	3	1	290
9	Прибуток з набору		250	450	300	
10	Випуск (шт.)		30	55	95	
11			Загальний прибуток			60750

Рис. 91. Результат виконання команди "Розв'язувач"

Завдання 4

Цех випускає деталі А і В. На виробництво деталі А робочий витрачає 3 год, на виробництво деталі В – 2 год. Від реалізації деталі А підприємство отримує прибуток 80 грн, деталі В – 60 грн. Цех має випустити не менше 100 штук деталей А і не менше 200 штук деталей В.

Скільки деталей кожного виду треба випустити для отримання найбільшого прибутку, якщо фонд робочого часу становить 900 людино-годин?

Виконання завдання 4

Позначити за x_1 і x_2 кількість виробів А та В в оптимальному плані виробництва.

Цільова функція:

$$F = 80x_1 + 60x_2 \rightarrow \max.$$

Обмеження:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 900 \\ x_1 \geq 100 \\ x_2 + 1x_3 \geq 200 \\ x_1, x_2 - \text{цілі числа} \end{cases}$$

Як змінні x_1 і x_2 буде використано комірки **E2** і **E3**. Для значення цільової функції буде використано комірку **E9** (рис. 92).

	A	B	C	D	E
1	Деталь	Витрати часу на виробництво однієї деталі, год	Прибуток від реалізації однієї деталі, грн	Мінімальний план випуску, штук	Оптимальний план виробництва, штук
2	A	3	80	100	
3	B	2	60	200	
4					
5	Фонд робочого часу, людино-годин				
6	становить		900		
7	задіяно		=B2*E2 + B3*E3		
8					
9	Максимальний прибуток від реалізації, грн				=C2*E2+C3*E3

Рис. 92. Введення цільової функції

Далі вибрати пункт меню **Дані / Розв'язувач** (рис. 93).

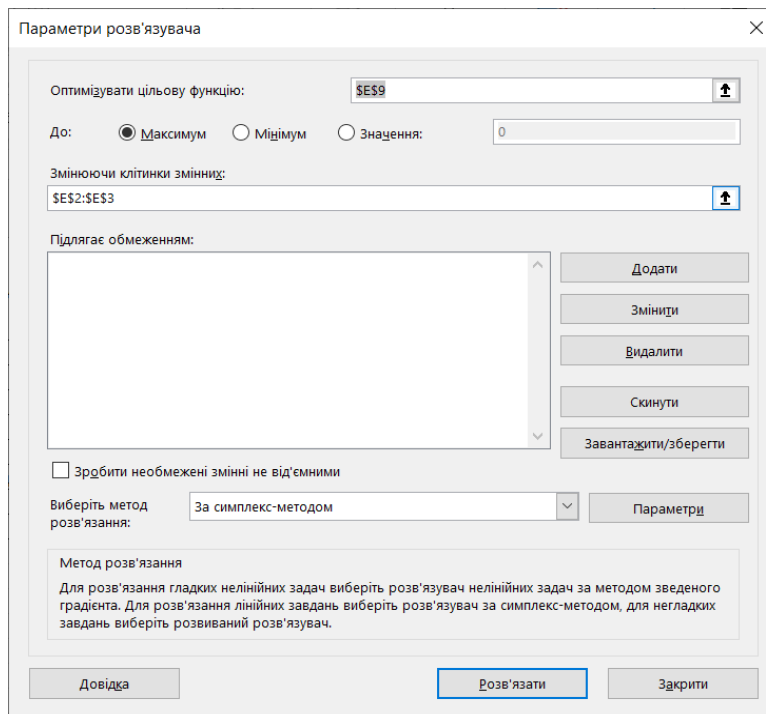


Рис. 93. Обрання команди "Розв'язувач"

Відкривається діалогове вікно **Розв'язувач**. У ньому вказати, що необхідно встановити в комірку **\$E\$9** максимальне значення, змінюючи комірки **\$E\$2:\$E\$3**. Далі натиснути кнопку **Додати** для додавання обмежень. І додати обмеження, наведені на рис. 94 – 96.

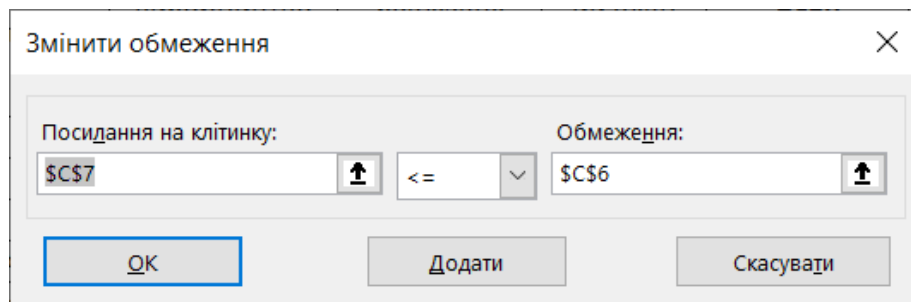


Рис. 94. Обмеження за фондом робочого часу

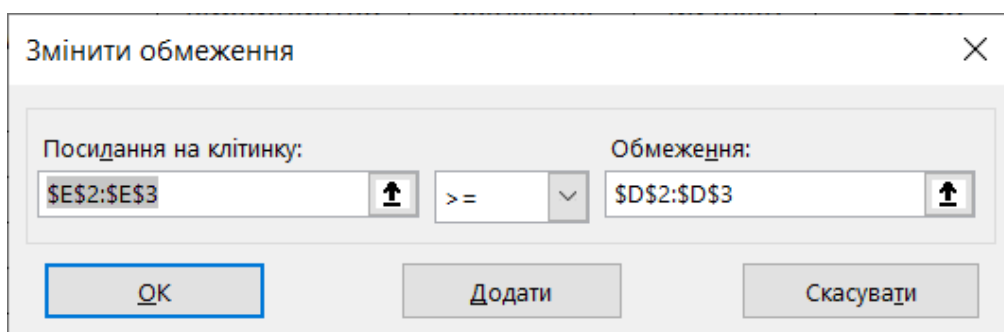


Рис. 95. Обмеження за мінімальним планом виробництва

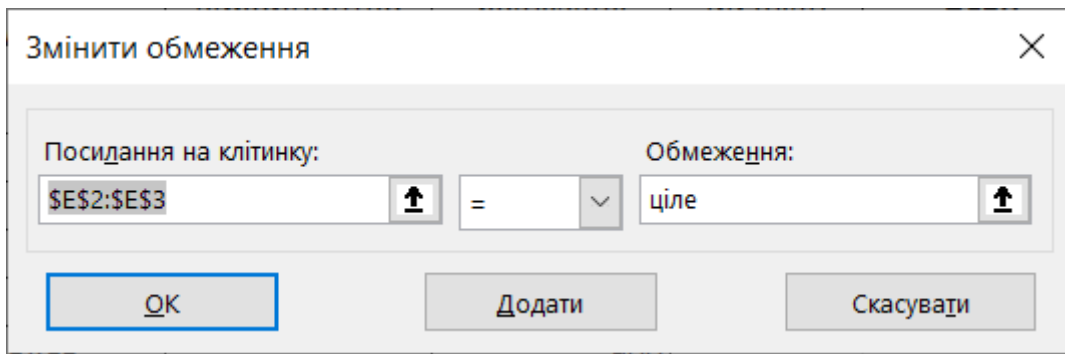


Рис. 96. **Задавання формату кількості виробів**

Після введення кожного обмеження натиснути кнопку **Додати**. Після введення останнього обмеження натиснути кнопку **ОК**. І діалогове вікно **Розв'язувач** набуває вигляду, наведеного на рис. 97.

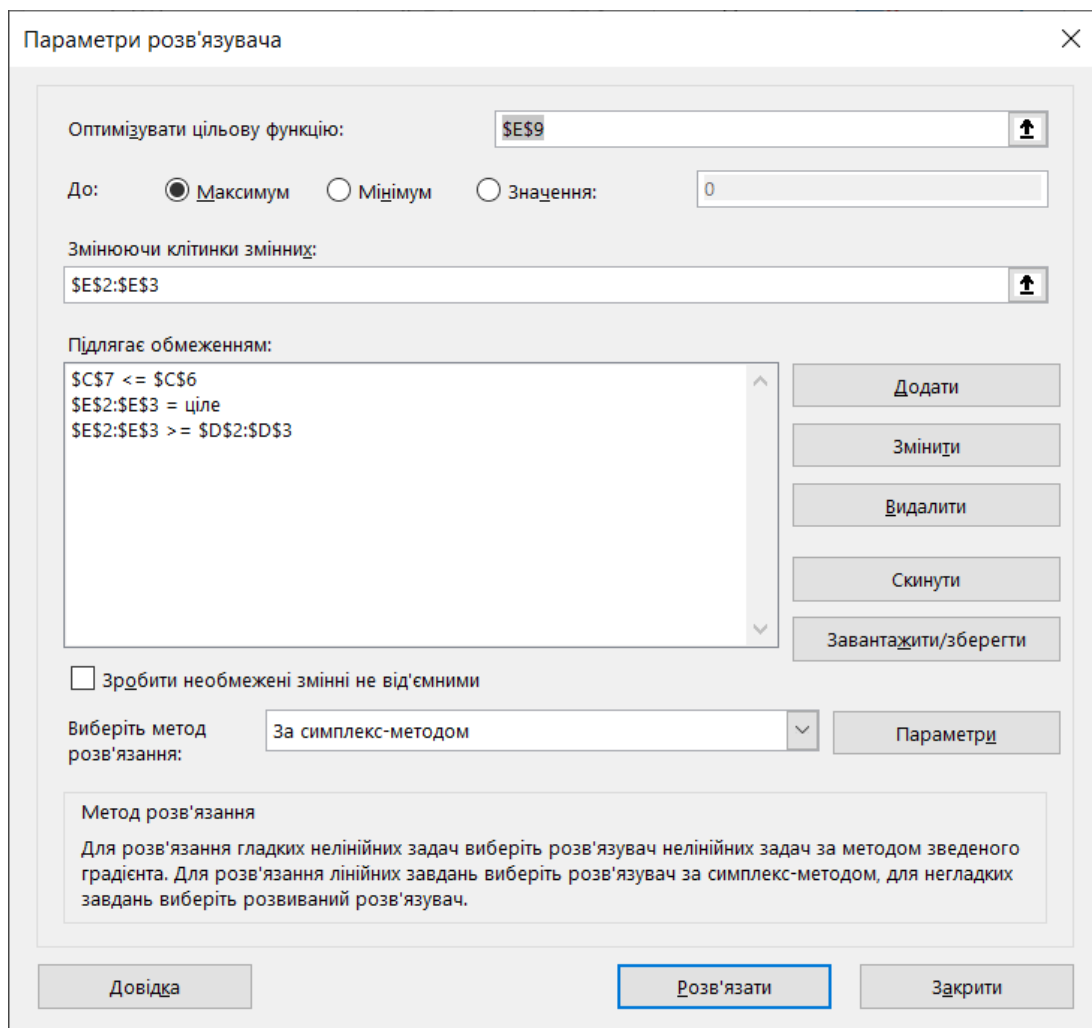


Рис. 97. **Введення обмежень**

Натиснути кнопку **Розв'язати**. Відкривається діалогове вікно **Результати розв'язувача** (рис. 98).

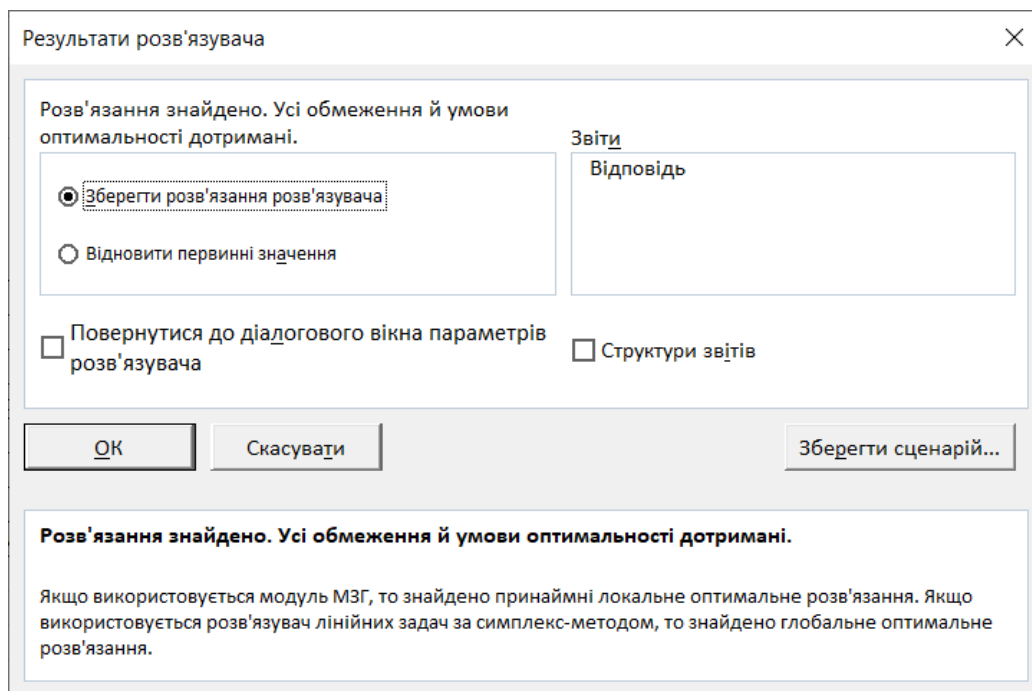


Рис. 98. Діалогове вікно **Розв'язувач**

Результат виконання команди **Розв'язувач** наведено на рис. 99.

	A	B	C	D	E
	Деталь	Витрати часу на виробництво однієї деталі,	Прибуток від реалізації однієї деталі, грн.	Мінімальний план випуску, штук	Оптимальний план виробництва, штук
1					
2	A	3	80	100	100
3	B	2	60	200	300
4					
5	Фонд робочого часу, людино-годин				
6	складає		900		
7	задіяно		900		
8					
9	Максимальний прибуток від реалізації, грн				26000

Рис. 99. **Результати виконання команди "Розв'язувач"**

Вибрати створення звіту за результатами. Звіти зі стійкості та меж не створюють під час використання цілочислових обмежень на змінні. Після натискання кнопки **OK** у робочій книзі з'являється новий аркуш з назвою **Відповідь**, який містить звіт за результатами. Отримані результати наведено на рис. 100.

1	Microsoft Excel 16.0 Звіт про результати					
2	Аркуш: [Оптим.xlsx]Завдання 4					
3	Звіт створено: 06.11.2023 20:24:33					
4	Результат: Розв'язання знайдено. Усі обмеження й умови оптимальності дотримані.					
5	Модуль розв'язувача					
6	Модуль: За симплекс-методом					
7	Час розв'язання: 0,031 Секунди.					
8	Ітерації: 2 Підзадачі: 0					
9	Параметри модуля розв'язувача					
10	Максимальний час Без обмежень, Ітерації Без обмежень, Precision 0,000001, Використовувати автоматичне масштабування					
11	Максимальна кількість підзадач: Без обмежень, Максимальна кількість цілочислових розв'язань Без обмежень, Похибка цілого числа 1%					
12						
13						
14	Клітинка цільової функції (Максимум)					
15	Клітинка	Назва	Вихідне значення	Остаточне значення		
16	\$E\$9	Максимальний прибуток від реалізації, грн. Оптимальний план виробництва, шт	26000	26000		
17						
18						
19	Клітинки змінних					
20	Клітинка	Назва	Вихідне значення	Остаточне значення	Ціле число	
21	\$E\$2	A Оптимальний план виробництва, штук	100	100	Ціле число	
22	\$E\$3	B Оптимальний план виробництва, штук	300	300	Ціле число	
23						
24						
25	Обмеження					
26	Клітинка	Назва	Значення клітинки	Формула	Стан	Допуск
27	\$C\$7	Задіяно Прибуток від реалізації однієї деталі, грн.	900	\$C\$7<=\$C\$6	Зв'язування	0
28	\$E\$2	A Оптимальний план виробництва, штук	100	\$E\$2>=\$D\$2	Зв'язування	0
29	\$E\$3	B Оптимальний план виробництва, штук	300	\$E\$3>=\$D\$3	Без зв'язування	100
30	\$E\$2:\$E\$3=Ціле число					

Рис. 100. Звіт за результатами команди "Розв'язувач"

Завдання 5

Фірма, яка обслуговує туристів, що прибувають на відпочинок, має розмістити їх у чотирьох готелях: "Морський", "Сонячний", "Слава" та "Затишний", де заброньовано відповідно 5, 15, 15 і 10 місць. 15 туристів прибувають залізницею, 25 прилітають черговим рейсом в аеропорт, а 5 осіб прибудуть теплоходом на морський вокзал. Транспортні витрати під час перевезення з пунктів прибуття в готелі наведено в табл. 16.

Таблиця 16

Вихідні дані

Початкові пункти, i		Пункти призначення (готелі), j			
		"Морський"	"Сонячний"	"Слава"	"Затишний"
		1	2	3	4
Залізничний вокзал	1	10	0	20	11
Аеропорт	2	12	7	9	20
Морський вокзал	3	0	14	16	18

В умовах жорсткої конкуренції фірма повинна мінімізувати свої витрати, значну частину яких становлять саме транспортні витрати. Потрібно визначити такий план перевезення туристів з пункту прибуття

в готелі, за якого сумарні транспортні витрати будуть мінімальні та всі туристи будуть розміщені в готелях.

Виконання завдання 5

1. Змінні задачі. Позначити кількість туристів, яких перевезуть із пункту i в готель j як X_{ij} ($i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2, 3, 4$). Це змінні завдання, значення яких слід визначити в процесі вирішення. Наприклад, X_{23} – це кількість туристів, яких перевезуть з аеропорту (пункт 2) в готель "Слава" (пункт 3). У задачі міститься $3 \times 4 = 12$ змінних.

2. Обмеження на змінні задачі. Усі змінні завдання не негативні і цілі числа:

$$X_{ij} \geq 0, \quad (1)$$

де $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2, 3, 4$;

X_{ij} – цілі числа.

Крім того, необхідно задовольнити такі умови. Число туристів, яких вивозять із залізничного вокзалу (пункт 1), дорівнює 15, тому:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} = 15. \quad (2)$$

Аналогічно для аеропорту (пункт 2):

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 25. \quad (3)$$

Для морського вокзалу (пункт 3):

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} = 5. \quad (4)$$

За умовою задачі в готелі "Морський" (пункт 1) заброньовано п'ять місць, тому:

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} = 5. \quad (5)$$

Аналогічно для готелю "Сонячний" (пункт 2):

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} = 15. \quad (6)$$

Для готелю "Слава" (пункт 3):

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} = 15. \quad (7)$$

Для готелю "Затишний" (пункт 4):

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} = 10. \quad (8)$$

Зазвичай транспортну задачу подають у вигляді таблиці (рис. 101), де в комірках містяться змінні задачі (X_{ij}), а в правому верхньому куті комірки позначено вартість перевезення з пункту i в пункт j (C_{ij}). У крайньому правому стовпці та нижньому рядку таблиці записують числа, які визначають обмеження за задачею (у заданому прикладі – це кількість туристів у вихідних пунктах і кількість місць у пунктах призначення – готелях).

Вхідний пункт, i	Пункт призначення (готелі)				Кількість туристів у вхідному пункті
	1	2	3	4	
1	X_{11} 10	X_{12} 0	X_{13} 20	X_{14} 11	15
2	X_{21} 12	X_{22} 7	X_{23} 9	X_{24} 20	25
3	X_{31} 0	X_{32} 14	X_{33} 16	X_{34} 18	5
Кількість місць в готелі	5	15	15	10	45

Рис. 101. Подання вхідних даних транспортної задачі

3. Цільова функція. Транспортні витрати на перевезення туристів у готелі обчислюють за формулою:

$$Z = C_{ij}X_{ij} = 10X_{11} + 0X_{12} + 20X_{13} + \dots + 18X_{34}. \quad (9)$$

Остаточно транспортна задача має вигляд, наведений на рис. 101. Потрібно знайти такі значення змінних X_{ij} ($i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3, 4$), за яких цільова функція, яка визначається формулою (9), буде мати мінімальне значення і будуть виконані обмеження (1) – (8).

Транспортна задача є задачею лінійного програмування.

1. Введення даних. Ввести дані в комірки *MS Excel*.

У комірки B3:E5 введено вартості перевезень (див. табл. 16).

У комірки F3:F5 введено кількість туристів, що прибувають. А в комірках B6:E6 зазначено кількість місць у готелях. Комірки B8:E10 – робочі (змінювані) комірки, у яких будуть обчислюватися значення змінних задачі X_{ij} .

У комірках F8:F10 потрібно записати формули для обчислення лівих частин обмежень (2) – (4):

у F8 має бути сума комірок B8:E8;

у F9 має бути сума комірок B9:E9;

у F10 має бути сума комірок B10:E10.

Формули для обчислення лівих частин обмежень (5) – (8) ввести в комірки B11:E11:

у B11 має бути сума комірок B8:B10;

у C11 має бути сума комірок C8:C10;

у D11 має бути сума комірок D8:D10;

у E11 має бути сума комірок E8:E10.

Цільову функцію помістимо в клітинку G3: **СУММПРОИЗВ(B3:E5;B8:E10)** (рис. 102).

	A	B	C	D	E	F	G
1		Пункти призначення, j					Цільова функція
2	Початкові пункти, i	1	2	3	4	Кількість туристів	Вартість транспортних витрат
3	1 Залізничний вокзал	10	0	20	11	15	=СУММПРОИЗВ(B3:E5;B8:E10)
4	2 Аеропорт	12	7	9	20	25	
5	3 Морський вокзал	0	14	16	18	5	
6	к-ть місць в готелях	5	15	15	10		
7							
8	1 Залізничний вокзал	0	5	0	10	=СУММ(B8:E8)	
9	2 Аеропорт	0	10	15	0	=СУММ(B9:E9)	
10	3 Морський вокзал	5	0	0	0	=СУММ(B10:E10)	
11	к-ть місць в готелях	=СУММ(B8:B10)	=СУММ(C8:C10)	=СУММ(D8:D10)	=СУММ(E8:E10)		

Рис. 102. Введення цільової функції

Таблиця вихідних даних має вигляд, наведений на рис. 103.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Пункти призначення, j					Цільова функція
2	Початкові пункти, i	1	2	3	4	Кількість туристів	Вартість транспортних витрат
3	1 Залізничний вокзал	10	0	20	11	15	0
4	2 Аеропорт	12	7	9	20	25	
5	3 Морський вокзал	0	14	16	18	5	
6	к-ть місць в готелях	5	15	15	10		
7							
8	1 Залізничний вокзал					0	
9	2 Аеропорт					0	
10	3 Морський вокзал					0	
11	к-ть місць в готелях	0	0	0	0		

Рис. 103. Таблиця вихідних даних

2. Заповнення вікна процедури "Розв'язувач":

цільова функція: G3;

значення цільової функції: min;

комірки, що змінюються: B8:E10;

обмеження завдання:

F8:F10 = F3:F5;

B11:E11 = B6:E6;

B8:E10 >=0 (1) і B8:E10 – цілі числа.

У вікні "Параметри" встановити "За симплекс-методом". Результати заповнення вікна наведено на рис. 104.

Параметри розв'язувача

Оптимізувати цільову функцію:

До: Максимум Мінімум Значення:

Змінюючи клітинки змінних:

Підлягає обмеженням:

- \$B\$11:\$E\$11 = \$B\$6:\$E\$6
- \$B\$8:\$E\$10 = цiле
- \$B\$8:\$E\$10 >= 0
- \$F\$8:\$F\$10 = \$F\$3:\$F\$5

Зробити необмежені змінні не від'ємними

Виберіть метод розв'язання:

Метод розв'язання
Для розв'язання гладких нелінійних задач виберіть розв'язувач нелінійних задач за методом зведеного градієнта. Для розв'язання лінійних завдань виберіть розв'язувач за симплекс-методом, для негладких завдань виберіть розвиваний розв'язувач.

Довідка

Рис. 104. Результати заповнення параметрів команди "Розв'язувач"

3. Виконавши процедуру "Розв'язувач", отримаємо результати, наведені на рис. 105.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Пункти призначення, j					Цільова функція
2	Початкові пункти, i	1	2	3	4	Кількість туристів	Вартість транспортних витрат
3	1 Залізничний вокзал	10	0	20	11	15	315
4	2 Аеропорт	12	7	9	20	25	
5	3 Морський вокзал	0	14	16	18	5	
6	кіл-ть місць в готелях	5	15	15	10		
7							
8	1 Залізничний вокзал	0	5	0	10	15	
9	2 Аеропорт	0	10	15	0	25	
10	3 Морський вокзал	5	0	0	0	5	
11	кіл-ть місць в готелях	5	15	15	10		

Рис. 105. Результати виконання команди "Розв'язувач"

Отже, із залізничного вокзалу (вихідний пункт 1) слід відвезти в готель "Затишний" (пункт 4) 10 туристів і 5 туристів – у готель "Сонячний" (пункт 2); з аеропорту (вихідний пункт 2) відвезти в готель "Сонячний" (пункт 2) 10 туристів і 15 туристів – у готель "Слава" (пункт 3); 5 туристів, що прибувають на морський вокзал (вихідний пункт 3), потрібно відправити в готель "Морський" (пункт 1). При цьому сумарна вартість транспортних витрат буде становити 315 грн (комірка G3).

Завдання 6

Нехай компанія, де ви працюєте, має три складські приміщення, звідки товар надходить у п'ять ваших магазинів, розташованих у різних районах Харкова (рис. 106).

Кожен магазин може реалізувати певну (відому вам) кількість товару. Кожен зі складів має обмежену місткість. Завдання полягає в тому, щоб раціонально вибрати, з якого складу, у які магазини потрібно доставляти товар, щоб мінімізувати загальні транспортні витрати.

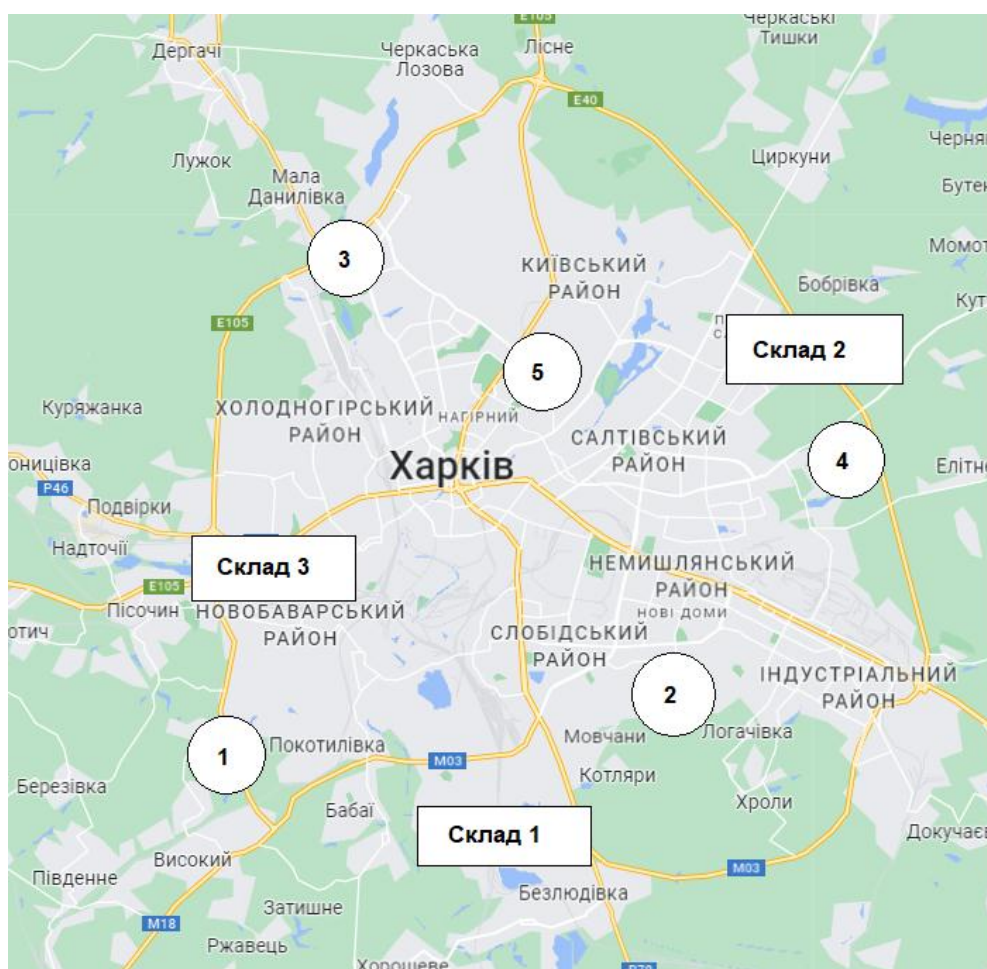


Рис. 106. Географічна розташованість складів і магазинів

Виконання завдання 6

Перед початком оптимізації необхідно буде скласти нескладну таблицю на аркуші *MS Excel*, що описує ситуацію (рис. 107).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		Вартість доставки товару в магазини (грн. за од.товару)								
3			Магазин1	Магазин2	Магазин3	Магазин4	Магазин5			
4		Склад 1	55	41	28	11	25			
5		Склад 2	40	50	8	32	30			
6		Склад 3	45	25	60	38	20			
7										
8		Маршрути доставки								
9			Магазин1	Магазин2	Магазин3	Магазин4	Магазин5	Всього		Ємкість
10		Склад 1						0		400
11		Склад 2						0		700
12		Склад 3						0		300
13		Всього	0	0	0	0	0			
14										
15		Попит	300	230	150	320	400			
16										
17										
18								Загальна вартість доставки		0

Рис. 107. Первинні дані за задачею

Внесення формул **SUMPRODUCT** подано на рис. 108.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1										
2		Вартість доставки товару в магазини (грн. за од.товару)								
3			Магазин1	Магазин2	Магазин3	Магазин4	Магазин5			
4		Склад 1	55	41	28	11	25			
5		Склад 2	40	50	8	32	30			
6		Склад 3	45	25	60	38	20			
7										
8		Маршрути доставки								
9			Магазин1	Магазин2	Магазин3	Магазин4	Магазин5	Всього		Ємкість
10		Склад 1						=СУММ(C10:G10)		400
11		Склад 2						=СУММ(C11:G11)		700
12		Склад 3						=СУММ(C12:G12)		300
13		Всього	=СУММ(C10:C12)	=СУММ(D10:D12)	=СУММ(E10:E12)	=СУММ(F10:F12)	=СУММ(G10:G12)			
14										
15		Попит	300	230	150	320	400			
16										
17										
18								Загальна вартість доставки		=СУММПРОИЗВ(C4:G6;C10:G12)

Рис. 108. Внесення формули **SUMPRODUCT**

Таким чином, сформовано оптимальні маршрути доставки товару з мінімальними транспортними витратами.

Рекомендована література

Основна

1. Бутко М. П. Теорія систем і системний аналіз : метод. вказівки до практ. занять і самост. роботи / М. П. Бутко, С. В. Повна. – Чернігів : ЧНТУ, 2019. – 45 с.
2. Клімушин П. С. Інформаційні системи та технології в економіці : навч. посіб. / П. С. Клімушин, О. В. Орлов, А. О. Серенок ; Нац. акад. держ. упр. при Президентові України, Харків. регіон. ін-т держ. упр. – Харків : Вид-во ХарРІ НАДУ, 2011. – 448 с.
3. Панкратова Н. Д. Системний аналіз. Теорія та застосування: підручник / Н. Д. Панкратова ; НАНУ, НТУУ "КПІ", ІПСА НАНУ. – Київ : Наук. думка, 2018. – 347 с.
4. Прокопенко Т. О. Теорія систем та прийняття управлінських рішень : навч. посіб. / Т. О. Прокопенко. – Черкаси : ЧДТУ, 2018. – 187 с.
5. Роїк О. М. Системний аналіз : навч. посіб. / О. М. Роїк, А. А. Шиян, Л. О. Нікіфорова. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 83 с.
6. Устенко А. О. Сучасні моделі і технології менеджменту : підручник / А. О. Устенко, О. Я. Малинка. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2019. – 414 с.

Додаткова

7. Дубініна В. В. Моделювання бізнес-процесів підприємства: теоретичні та практичні аспекти / В. В. Дубініна // Вісник ЖДТУ: Економіка, управління та адміністрування – 2015. – №2(72). – С. 118–127.
8. Згуровський М. З. Основи системного аналізу / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. – Київ : Видавн. група ВНУ, 2004. – 544 с.
9. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу : навч. посіб. / К. О. Сорока. – Харків : Тимченко А. М., 2005. – 288 с.
10. Швець С. В. Основи системного аналізу : навч. посіб. / С. В. Швець, У. С. Швець. – Суми : Сум. держ. ун-т, 2017. – 126 с.
11. Matorin S. A New Technology of System-Objective Analysis and It's Application for Business-Systems Modelling / S. Matorin // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2003. – № 1(1). – P. 15–20.

Інформаційні ресурси

12. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни "Технології комп'ютерного проектування" для студентів напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання [Електронний ресурс] / уклад. С. В. Мінухін, О. М. Беседовський, О. Б. Плоха. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 145 с. – Режим доступу : <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/10147>.

13. Національна бібліотека України ім. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.nbuv.gov.ua.

14. Основи інформаційних технологій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.informatuka.info/index.php>.

15. Системний аналіз в економіці [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/09/Systemnyy_analiz_v_economitsi.pdf.

16. Системний аналіз в ІТ (ПНС) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=7700>.

17. Системний аналіз в ІТ: робоча програма навчальної дисципліни для студентів спеціальності 126 "Інформаційні системи та технології" освітньої програми "Інформаційні системи та технології" першого (бакалаврського) рівня [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/29241>.

Зміст

Вступ.....	3
Змістовий модуль 1. Предметна область і основні поняття системного аналізу	5
Тема 1. Побудова системних моделей проблемних ситуацій	5
Тема 2. Поняття і закономірності системного аналізу	15
Тема 3. Методи системного аналізу.....	28
Змістовий модуль 2. Системний аналіз бізнес-процесів об'єктів комп'ютеризації.....	37
Тема 4. Системний аналіз функціональної структури управління...	37
Тема 5. Системний аналіз рішень з інформаційного й алгоритмічного забезпечення систем управління.....	50
Тема 6. Системний аналіз рішень з інформаційної підтримки процесів прийняття рішень.....	66
Рекомендована література.....	99
Основна	99
Додаткова	99
Інформаційні ресурси	100

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ В ІТ

**Методичні рекомендації
до самостійної роботи студентів
спеціальності 126 "Інформаційні системи та технології"
освітньої програми "Інформаційні системи та технології"
першого (бакалаврського) рівня**

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Укладачі: **Удовенко** Сергій Григорович
Бринза Наталя Олександрівна

Відповідальний за видання *С. Г. Удовенко*

Редактор *В. О. Дмитрієва*

Коректор *Н. Г. Войчук*

План 2023 р. Поз. № 107 ЕВ. Обсяг 102 с.

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Науки, 9-А

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.*