

**Чикунів П.О.**

Національний університет «Одеська юридична академія»

**Нефьодова І.В.**Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут  
Української інженерно-педагогічної академії

## ПІДТРИМКА ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ БАГАТОРІВНЕВИМИ ПЕРЕРОБНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

У статті розглянуто проблему прийняття оптимальних управлінських рішень менеджерами планових служб вітчизняних переробних підприємств з власною сировинною базою. Такі підприємства характеризуються сезонним попитом на продукцію, який ускладнює менеджерам процес складання виробничої програми. Сезонність попиту на продукцію погано впливає на ліквідність підприємства. Логістична система, охоплюючи весь матеріальний потік від джерела сировини до споживача, вимагає інтеграції інформаційних технологій для оптимізації управління виробництвом та постачанням продукції. Математичні моделі та алгоритми планування базуються на аналізі діяльності підприємства. Узагальнені особливості виробничої діяльності підприємства визначають напрями моделювання та вирішення завдань планування. Стратегічне та тактичне планування діяльності фокусується на інформаційній підтримці та числовому рішенні для ефективного вирішення завдань виробництва та планування. Постановка задач стратегічного та тактичного планування обумовлена необхідністю максимізації доходу переробного підприємства при сезонних цінах на продукцію та мінімізації витратного механізму виробництва. Постановки задачі оперативного планування обумовлена необхідністю відпрацювання переробними підрозділами відхилень від завдань стратегічної та тактичної планової програми. Виконана постановка задач стратегічного (на сезон), тактичного (на місяць сезону) та оперативного (на добу) планування обсягів випуску готової продукції. Комплекс завдань планування представлено функціоналами мети, що визначають можливість оптимального планування діяльності підприємства. Для аналізу бізнес-процесів та проектування підсистем планування застосована методологія IDEF0. Ця робота відкриває можливість для покращення процесу прийняття оптимальних рішень менеджерами планових служб вітчизняних переробних багаторівневих підприємств видобувної та переробної галузі.

**Ключові слова:** процес прийняття рішень, переробні підприємства, сезонність попиту, стратегічне, тактичне та оперативне планування, IDEF0-діаграма, інформаційна технологія.

**Постановка проблеми.** В економіці України особливе місце займають переробні підприємства із власною сировинною базою та сезонним характером попиту на продукцію. Їхня діяльність характеризується нерівномірністю надходження замовлень протягом року, що ускладнює процес планування виробничої програми. Технологічний процес переробних підрозділів підприємства відрізняється технологічними циклами переробки сировини, що обумовлює різницю в собівартості продукції.

Для визначення економічно обґрунтованих сезонних планових завдань менеджерам необхідний інструментарій підбору оптимальних показників виробничої програми з оцінкою ефективності управлінських рішень за математичними моделями та критеріями цілей планування.

Діяльність переробних підрозділів супроводжується випадковими відхиленнями від

програми, тому актуальним є включення до інструментарію моделей прогнозу та критеріїв оптимальної оцінки оперативних рішень.

В умовах військового стану та обмеженого експорту української продукції вітчизняні підприємства видобувної та переробної галузі (агропромислові комплекси, розробка та переробка корисних копалин, кам'яної солі, цукру, продуктів хімічної промисловості тощо), стикаються з різними проблемами, які негативно впливають на виробничий процес, управління ланцюгами постачання сировини та готової продукції. Більша частина переробних підприємств Донецької та Луганської областей припинили свою роботу внаслідок окупації, руйнування виробничих ділянок, ускладнення та небезпечності логістичних ланцюжків.

Сказане визначає актуальність дослідження процесів прийняття оптимальних рішень по управлінню багаторівневими переробними

підприємствами в умовах стратегічного (на сезон), тактичного (на місяць) та оперативного (на добу) планування процесів видобутку та переробки сировини, підпорядкованих завданню збільшення доходу підприємства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Загальною специфікою переробних виробництв є сезонність попиту на продукцію, нерівномірність і інтенсивність обсягів виробництва та перевезень продукції, обмеженість в часі на виконання видобувних/збиральних, переробних, транспортних робіт [1]. Сезонність попиту на продукцію є однією з головних проблем, що виникають перед переробними підприємствами; вона перешкоджає ефективному плануванню виробництва та уповільнює економічний розвиток [2]. В умовах військового стану створення сезонних складів призведе до завищення розміру оборотних коштів та заморожування коштів, тим самим перешкоджаючи вкладенню коштів у розширення виробництва.

Моделі розв'язання задач планування мають враховувати рівні ієрархії об'єкта управління з подальшим аналізом оптимальності управлінських рішень. Функціональна сутність математичних моделей, постановки завдань стратегічного, тактичного та оперативного планування повинні враховувати обмеження технологічного, економічного та організаційного характеру [3–5].

У роботі [6] наведені правила розробки інструментарію підтримки процесів прийняття рішень менеджерів для дворівневих підприємств, що дозволяє прискорити процес розробки оптимальної сезонної виробничої програми з полікритеріальною оцінкою альтернативних варіантів.

Постановка завдань планування дає змогу реалізувати сучасні аспекти вирішення таких завдань [5]. Формалізація завдань планування як математичних моделей розрахунку виробничої програми, визначає можливість аналізу статичних і динамічних характеристик діяльності [7].

Алгоритми стратегічного та тактичного планування [3, 4] розглядаються як завдання менеджменту та ґрунтуються на системному аналізі техніко-економічної діяльності підприємства, що передбачає аналіз внутрішніх та зовнішніх характеристик, що впливають на ефективність прийнятих рішень. До внутрішніх відносяться продуктивність та гнучкість основного обладнання, що забезпечує ліквідність продукції, а до зовнішніх – кон'юнктура ринку, сезонність, конкурентна боротьба.

У сучасній практиці фахівці, які здійснюють розробку техніко-економічних систем, змушені перебирати різноманіття реалізованих у світовій

практиці аналогів. При визначенні оптимальних значень показників розробник стикається з великою кількістю змінних, що характеризують необхідні показники. Розв'язання задачі оперативного розподілу позицій портфеля замовлень, за якої технологічні чинники мають бути узгоджені з всіма рівнями, пов'язане зі значними обчислювальними проблемами, що впливають із великої розмірності задач [8]. Це призводить до ускладнення процедур чисельного розв'язання оптимізаційних завдань.

Відповідно до рішення Кабінету Міністрів України від 10.11.2023 р., уряд України закладає у 2024 р. понад 5 млрд грн на гранти на створення нових або розвиток існуючих переробних підприємств [9]. Наприклад, у Закарпатті розпочата розробка нових родовищ кам'яної солі – Буштинського та Західно-Тереблянського.

**Метою статті** є висвітлення специфіки підсистем планування виробничої діяльності переробного підприємства, виконання аналізу характеристик процесу випуску продукції, здійснення постановки завдань стратегічного, тактичного та оперативного планування обсягів виробництва.

**Виклад основного матеріалу. Аналіз характеристик процесу випуску продукції.** Логістична система видобувного/переробного підприємства характеризується неперервним матеріальним потоком від первинного джерела сировини через всі проміжні процеси переробки до кінцевого споживача [1]. Організаційну структуру підприємства, що має власні запаси сировини, можна представити у вигляді логістичного ланцюга «Видобуток–Переробка–Збут». Технологічний цикл кожного етапу ланцюга складається з ряду стадій. Для підприємства по видобутку кам'яної солі у ланці «Видобуток» такими етапами є видобуток солі в підземних рудниках, транспортування та видача на поверхню. Ланка «Переробка» включає перевантажувальну, класифікаційну, обробну та збагачувальну стадії. Ланка «Збут» складається із стадій надходження продукції з виробництва, фасування, пакування та затарювання, перевірки якості та відвантаження споживачеві або зберігання на складах.

У ході видобутку та переробки продукції отримують різні види продукції, причому ціна збільшується після кожної технологічної операції. Залежно від замовлення, кожен вид продукції може піддаватися додатковій обробці. Укрупнені позиції (готові види продукції) декомпонуються за видами розфасовки, затарювання та технології переробки. Менеджери планових служб формують позиції порт-

феля замовлень (майбутню виробничу програму) саме з укрупнених видів готової продукції. Менеджери переробних підрозділів приймають рішення щодо управління випуском розширеного асортименту продукції таким чином, щоб валовий випуск був не нижчим від планового завдання, отриманого з верхнього рівня, іншими словами, вони можуть змінювати види та обсяги випуску готової продукції. Виробнича програма має містити кількісні показники, що визначають завантаження видобувної та переробної потужності підприємства у сукупності підрозділів.

Сучасні комп'ютерні технології обробки великих обсягів даних у режимі реального часу дозволяють автоматизувати вирішення завдань, таких як вибір виду транспортування продукції, оптимізація розміщення виробничих та складських ділянок, оптимальна маршрутизація потоків продукції, управління всіма фазами руху продукту від видобутку до відвантаження, прогнозування попиту та потреб у ресурсах, оптимізація технічного обслуговування обладнання [8]. Автоматизоване управління дозволяє вирішити завдання планування, обліку та контролю, а також оперативного управління логістичними процесами.

Перелічені особливості виробничої діяльності переробного підприємства та його підрозділів дозволяють здійснити постановку завдань моделювання. Відповідно до методики моделювання техніко-економічних завдань та системного аналізу, для прийняття рішень щодо стратегічного та тактичного планування діяльності підприємства на сезонний період необхідно розробити математичні моделі, що дозволять здійснювати розрахункові показники виробничої програми підприємства та його підрозділів.

Математичні моделі стратегічного (на сезон) та тактичного (на місяць) планування діяльності забезпечують обрахунок найкращого у середньоквадратичному сенсі прогнозу показників діяльності переробного підприємства на рік, сезон, місяць.

**Постановка задач стратегічного планування обсягів випуску готової продукції.**

Формальну постановку задачі стратегічного планування обсягів випуску готових видів продукції переробним підприємством необхідно виконувати окремо для кожного з сезонів та представити у вигляді функціоналів мети. Постановка задачі – визначити такі обсяги випуску готових видів продукції переробним підприємством за сезон, що дозволять підприємству отримати максимальний дохід при затверджених сезонних цінах на продукцію:

$$I^1_{cmp.nl.} = F \left( \sum_{j=1}^n a_j P(A_j) g(A_j) + a_0 \right) \rightarrow \max_{P(A_j)g(A_j)} \quad (1)$$

де  $A_j, j = 1..n$  – асортимент готових видів продукції,  $P(A_j)$  – ціна на готовий вид продукції  $A_j$  у поточному сезоні,

$g(A_j)$  – валовий випуск готовий вид продукції  $A_j$  у поточному сезоні,

$a_j$  – коефіцієнти функціоналу, що обраховуються при навчанні моделі.

При обчисленні сезонної ціни готового виду продукції  $P(A_j)$  необхідно врахувати факт, що у укрупнений вид продукції  $A_j$  входять кілька видів продукції з розширеного асортименту переробного підприємства, кожний з яких має свою сезонну ціну.

Формальну постановку задачі стратегічного планування обсягів випуску продукції необхідно виконувати окремо для кожного з сезонів. За результатами аналізу затратного механізму процесу переробки сировини [7] відомо, що технологічна собівартість продукції визначається характеристиками переробних підрозділів. Саме це впливає на формулювання задачі стратегічного планування обсягів виробництва підрозділами на сезон.

Постановка задачі стратегічного планування обсягів випуску продукції кожним переробним підрозділом – визначити такі обсяги виробничих завдань переробних підрозділів, щоб затратний механізм виробництва продукції підприємством за поточний сезон був мінімальним:

$$I^2_{cmp.nl.} = F \left( \sum_{i=1}^m Z_i G(S_i) \right) \rightarrow \min_{Z_i G(S_i)} \quad (2)$$

де  $G(S_i)$  – валовий випуск  $i$ -го переробного комплексу за поточний сезон,

$Z_i$  – витрати  $i$ -го переробного комплексу на валовий випуск продукції за поточний сезон,

$$Z_i = \sum_j W_i(A_j) S_i(A_j),$$

$S_i(A_j)^{i=1}$  – обсяги виробництва готового виду продукції  $A_j$  на  $i$ -му переробному підрозділі,

$W_i(A_j)$  – технологічна собівартість готового виду продукції  $A_j$  на  $i$ -му переробному комплексі.

Для аналізу бізнес-процесів та проектування підсистем планування діяльності переробного підприємства обрана методологія IDEF0, яка використовує графічний опис структури та функцій системи [10].

**Постановка задач тактичного планування обсягів випуску готової продукції.** Тактичне планування діяльності підприємства є логічним продовженням стратегічного, тому воно вирішує, зазвичай, задачі інформаційної підтримки процесів планування, аналіз сировинної бази щодо

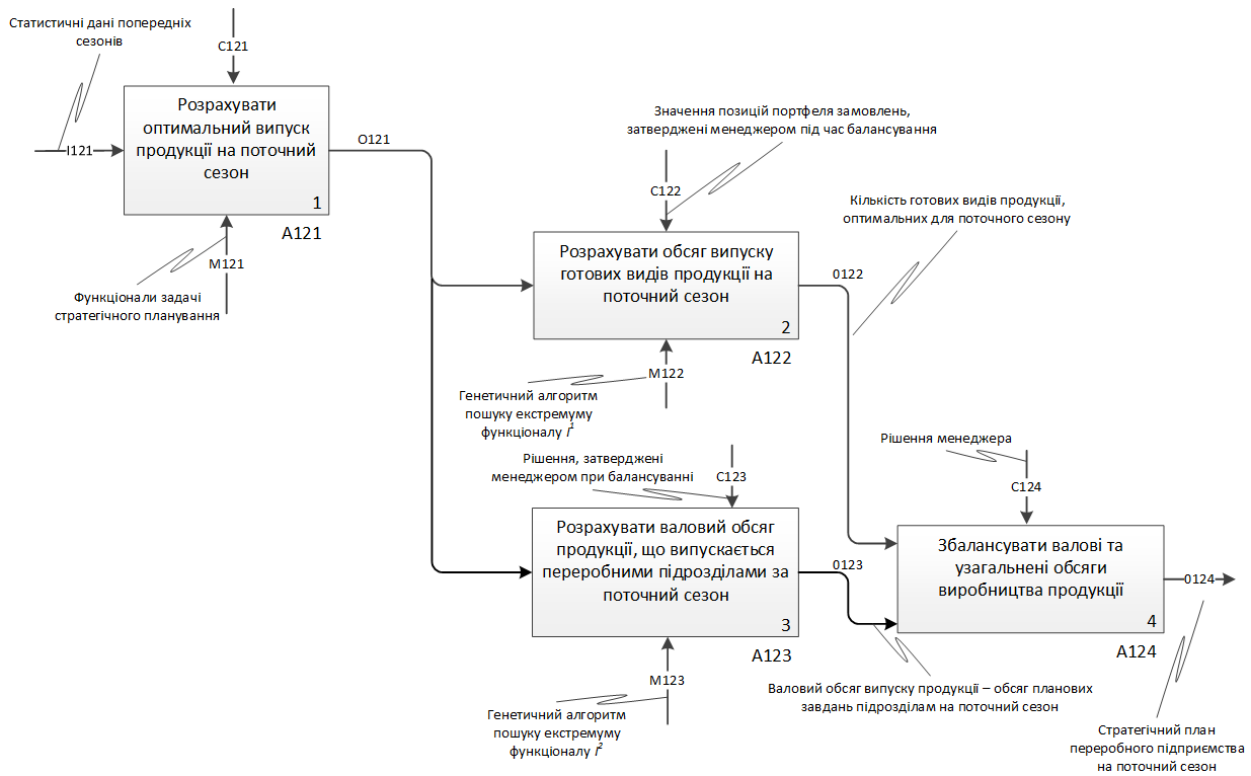


Рис. 1. Контекстна IDEF0-діаграма підсистеми стратегічного планування випуску готових видів продукції за поточний сезон

реалізації виробничої програми, вибір методів і методики планування, числове рішення систем математичних рівнянь [3]. Для прийняття тактичних рішень необхідно поставити та формалізувати завдання планування окремо для кожного із сезонів діяльності переробного підприємства.

Формальна постановка задачі тактичного планування по випуску готових видів продукції переробним підприємством за місяць виконується окремо для кожного із сезонів діяльності підприємства:

$$I^1_{\text{макс.на.}} = F\left(\sum_{j=1}^n b_j P(A_j) g_M(A_j) + b_0\right) \rightarrow \max_{P(A_j) g_M(A_j)} \quad (3)$$

де  $g_M(A_j)$  – обсяг випуску виду продукції  $A_j$  за місяць поточного сезону,  $P(A_j)$  – сезонна вартість готового виду продукції  $A_j$ ,  $b_j$  – коефіцієнти функціоналу, обраховуються при опитному навчанні моделі.

Формальна постановка задачі тактичного планування обсягів випуску переробними підрозділами – визначити обсяги виробничих завдань переробним підрозділам на місяць поточного сезону таким чином, щоб витратний механізм виробництва переробного підприємства був мінімальним:

$$I^2_{\text{макс.на.}} = F\left(\sum_{i=1}^m Z_{iM} G_M(S_i)\right) \rightarrow \min_{Z_{iM} G_M(S_i)} \quad (4)$$

де  $i = 1..m$  – номер переробного підрозділу,  $Z_{iM}$  – витрати і-го підрозділу на валовий випуск за місяць поточного сезону,  $G_M(S_i)$  – валовий випуск продукції і-м підрозділом за місяць поточного сезону.

Для подальшої формалізації структури багатоврівневої системи, здійснення адаптивного налаштування функціональних моделей, можливо використати пакет прикладних програм MATLAB. Засоби пакету дозволяють виконувати числові процедури розв’язання рівнянь і пошуку оптимальних рішень, реалізовувати параметричну ідентифікацію та налаштування моделей прогнозу [7]. Засоби MATLAB дозволяють менеджерам розраховувати оптимальні значення функціоналів мети (1)–(5) та визначати альтернативні управлінські рішення.

**Постановка задач оперативного планування обсягів випуску готової продукції.** Постановки завдання, отримані в результаті вирішення завдань стратегічного та тактичного планування переробними підрозділами піддаються технічним та організаційним збуренням, тобто відхиленням від планових завдань. Виробничим службам підрозділів потрібно мати інструментарій оцінки поточної реалізації планових завдань та відпрацю-



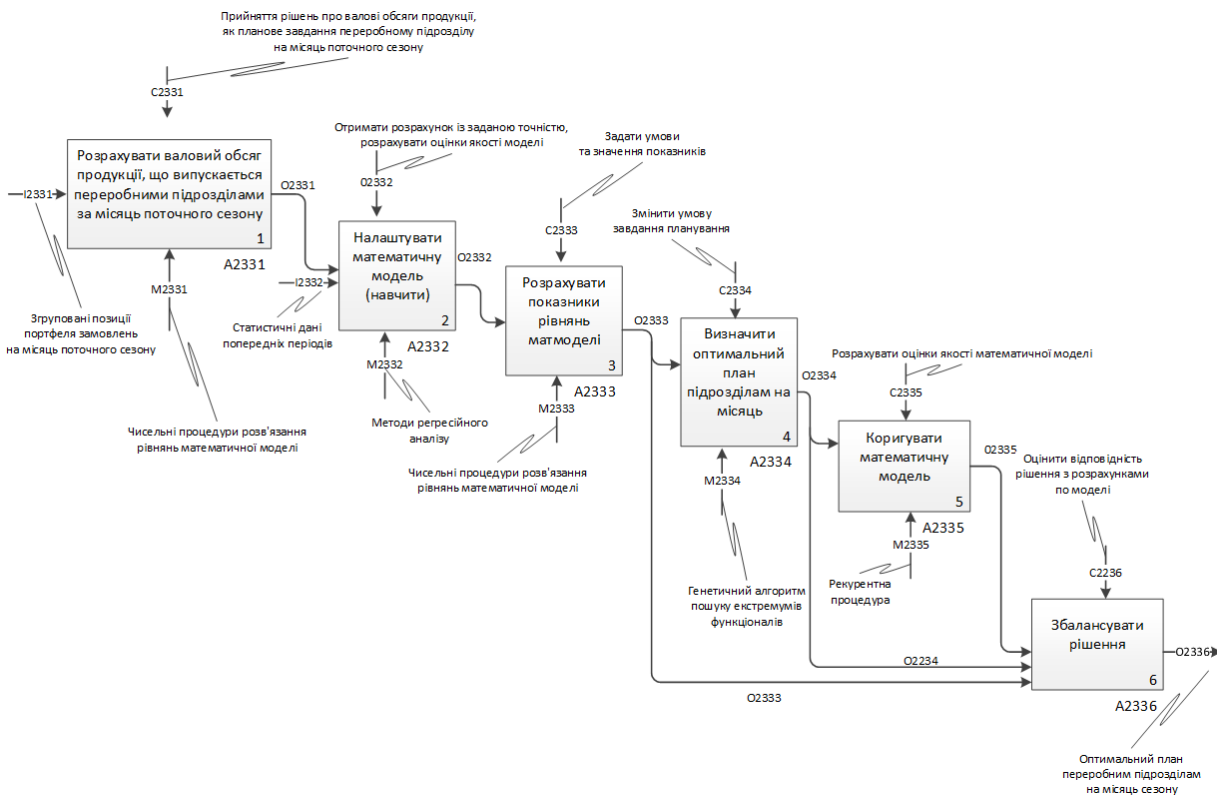


Рис. 2. Контекстна IDEF0-діаграма підсистеми тактичного планування завдань переробних підрозділів на місяць поточного сезону

вання всіх відхилень. Ухвалення рішень з інтервалом квантування в одну добу становить сутність завдання оперативного планування діяльності переробних підрозділів.

Формальна постановка задачі оперативного планування:

$$I_{оп.пл.} = F\left(\sum_{j=1}^n \lambda_j g_{д.ф.}(A_j)\right) \rightarrow \max_{g_{д.ф.}(A_j)} \quad (5)$$

де  $A_j, 1..n$  – асортимент готової продукції,  $\forall j : g_{д.ф.}(A_j) = g_{д.ф.}(A_j) + |\Delta g_{ф.}(A_j)|$ ,  $g_{д.ф.}(A_j)$  – планові завдання по випуску виду продукції  $A_j$  за добу,  $|\Delta g_{ф.}(A_j)|$  – відхилення від випуску виду продукції  $A_j$ ,  $\lambda_j$  – частка добового обсягу продукції  $A_j$ , що визначається менеджером планового відділу переробного підрозділу.

Математичні моделі, що визначають можливість динамічного прогнозу випуску асортименту продукції, є параметричними структурами. Залежно від меж інтегрування, що задаються менеджерами переробних підрозділів, прогноз може здійснюватися на будь-який заданий період. Ідентифіковані рівняння динамічної моделі дозволяють менеджерам переробних підрозділів розрахувати планові завдання на кожен добу місяця [6].

В режимі прийняття оперативних рішень постановка завдання може бути сформульована таким

чином: визначити виробничі завдання наступних календарних періодів (добу) з урахуванням відхилень від виробничої програми попередніх планових періодів таким чином, щоб забезпечити максимальний випуск продукції. Оцінювання витрат виробництва при визначенні економічно обґрунтованих планових завдань можна виконувати за допомогою генетичних алгоритмів.

**Висновки.** У роботі розглянута система планування виробничої діяльності багаторівневого переробного підприємства, що має власні запаси сировини, з сезонним характером попиту та виконано аналіз процесу випуску продукції. Були виконані постановки задач стратегічного, тактичного та оперативного планування обсягів випуску продукції таким чином, що на верхньому рівні менеджери приймають управлінські рішення з випуску готових видів продукції, а на нижньому – рішення з випуску кінцевого асортименту продукції переробних підрозділів, що визначається вимогами замовників. Задачі планування представлені функціоналами мети, що визначають можливість оптимального планування діяльності підприємства за допомогою рекомендацій. Створені контекстні IDEF0-діаграми підсистем стратегічного, тактичного та оперативного планування виробничої діяльності переробного підприємства та його підрозділів.

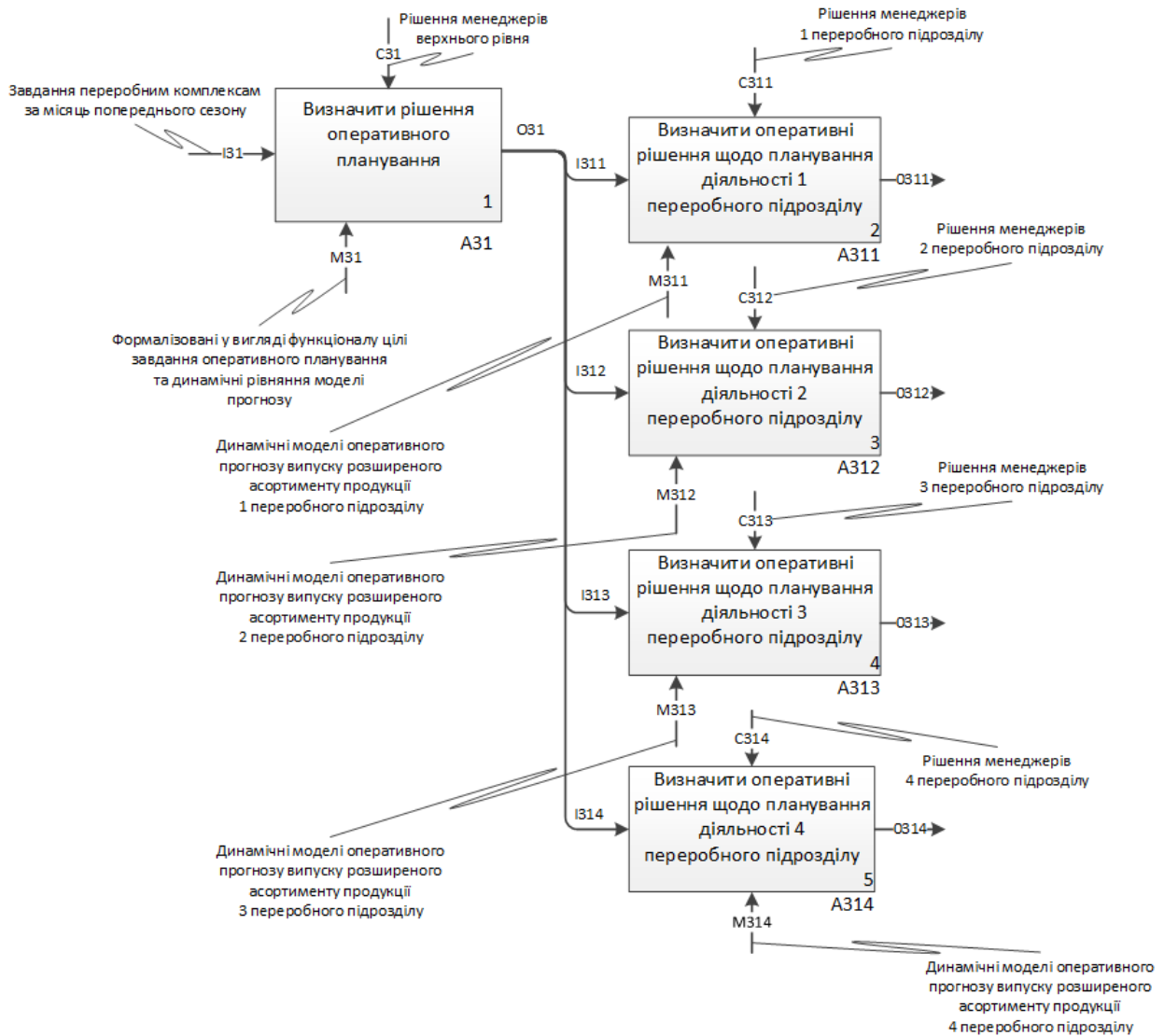


Рис. 3. Контекстна IDEF0-діаграма підсистеми оперативного планування верхнього рівня

Список літератури:

1. Мороз М.М., Труніна І.М., Мороз О.В. Оптимізація логістичної діяльності переробного підприємства. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2021. № 3-4 (280-281). С. 63-69.
2. Сергєєва О.Р., Анісарович І.Ю. Оптимізація управління запасами в оптових компаніях. *The 13th International scientific and practical conference "Information activity as a component of science development"*. International Science Group. 2023. Pp. 171-172. DOI – 10.46299/ISG.2023.1.13.
3. Маслак О.О., Малик М.В. Методи тактичного планування: сутність та типологія у системі циркулярних бізнес-моделей підприємств. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку*. Львів, 2023. № 1 (9). С. 60-68.
4. Ларка Л.С., Нелюб К.П. Бізнес-планування в системі економічного управління підприємством. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: збірник наукових праць*. Харків, 2016. № 27 (1199). С. 3-7.
5. Росоха В.В., Газуда Л.М. Особливості планування в системі маркетингового менеджменту. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка : збірник наукових праць збірник наукових праць*. Ужгород, 2013. Вип. 2 (39), ч. 1. С. 223-233.
6. Чикунів П.О., Берестовий А.М. Правила розробки та застосування інформаційного забезпечення процесу прийняття рішень для дворівневих підприємств. *Таврійський науковий вісник*, 2022. № 3. С. 79-87. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.3.9>
7. Чикунів П.О., Криводубський О.О. Метод побудови інформаційної технології системи підтримки прийняття рішень для багаторівневих підприємств з сезонною діяльністю. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології*. 2014. № 61 (1103). С. 42-54.

8. Fernandes M., Canito A., Bolyń-Canedob V., Conceicao L., Praca I. Data analysis and feature selection for predictive maintenance: A case-study in the metallurgic industry. *International Journal of Information Management*. 2019. Volume 46. Pp. 252-262.

9. Уряд збільшив фінансування грантових програм для переробних підприємств. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uriad-zbilshyv-finansuvannia-hrantovykh-prohram-dlia-pererobnykh-pidprijemstv> (дата звернення: 12.01.2023).

10. Chari A., Stahre J., Barring M., Despeisse M., Li D., Friis M., Mörstam M., Johansson B. Analyzing the antecedents to digital platform implementation for resilient and sustainable manufacturing supply chains-An IDEF0 modelling approach. *Journal of Cleaner Production*. 2023, Volume 429: 139598. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139598>

### **Chykunov P.O., Nefodova I.V. SUPPORT FOR DECISION-MAKING PROCESSES IN MULTI-LEVEL PROCESSING ENTERPRISES**

*The article discusses the problem of making optimal management decisions by managers of domestic processing enterprises with their own raw material base. Such enterprises are characterized by seasonal demand for products, which complicates the process of production program development for managers. Seasonal demand for products negatively affects the liquidity of the enterprise. The logistic system, covering the entire material flow from raw material sources to consumers, requires the integration of information technologies to optimize production and product supply management. Mathematical models and planning algorithms are based on an analysis of the enterprise's activities. General features of the enterprise's production activities determine the directions of modeling and solving planning tasks. Strategic and tactical planning focuses on information support and numerical decision-making for effectively addressing production and planning tasks. The formulation of strategic and tactical planning tasks is determined by the need to maximize the revenue of the processing enterprise during seasonal product prices and minimize the cost mechanism of production. The formulation of operational planning tasks is driven by the need for processing units to work out deviations from the tasks of the strategic and tactical planning program. The tasks of strategic (seasonal), tactical (monthly for the season), and operational (daily) planning of finished product output volumes have been defined. The planning tasks complex is presented by goal functions, determining the possibility of optimal planning of the enterprise's activities. The IDEF0 methodology is applied to analyze business processes and design planning subsystems. This work opens up opportunities for improving the process of making optimal decisions by managers of planning services for domestic multilevel processing enterprises in the extraction and processing industry.*

**Key words:** Decision-making process, processing enterprises, seasonal demand for products, strategic, tactical, and operational planning, IDEF0-diagram, information technology.