

АНОТАЦІЯ

Кравець П.Ю. Розробка програмного забезпечення для реалізації алгоритмів ефективного управління об'єктами логістики мовою програмування C# в середовищі MVS з використанням технології ADO.NET. – Рукопис.

Магістерська робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра програмної інженерії, група СПд-2 // м.Тернопіль, 2019 // С. , рис. – , табл. – , додат. – , бібліогр. – .

Метою дипломної роботи є питання раціоналізації через автоматизацію та контроль логістичних витрат на всіх етапах, як одного із основних факторів, який визначає ефективність діяльності підприємства та його прибутковість в цілому.

Суть дипломної роботи полягає у підвищенні ефективності планування, організації та управління, якої важко досягнути без якісної передачі, опрацювання та зберігання актуальної інформації – це ті інструменти, які дають змогу ефективно реалізувати всі можливості будь-якого учасника ринку всіх форм власності.

Практичне застосування – в якості логістичної системи можна розглядати не лише великі підприємства промислового спрямування, комплекси чи торгівельні підприємства, але й будь-яку діяльність, зокрема пов'язану і з сучасними технологіями.

Ключові слова: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, АЛГОРИТМ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ, МОВА ПРОГРАМУВАННЯ, ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ, ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ.

ABSTRACT

Kravets P.Yu. Development of software for implementation of algorithms for efficient management of logistics objects in C # programming language in MVS environment using ADO.NET technology. – Manuscript.

The master degree thesis for the qualification level of magistr in the specialty 121 — Software Engineering. – Ternopil Ivan Pul’ui National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Software Engineering Department, group SPd-2 // Ternopil, 2019 //

Pages. – , pictures. – , tables. – , supp. – , bibl.ref. –

The purpose of the study is to rationalize through the automation and control of logistics costs at all stages. It is one of the main factors that determines the efficiency of the enterprise and its profitability as a whole by generally according to the accepted indicators of success.

The essence of the thesis is to increase the efficiency of planning, organization and management, which is difficult to achieve without qualitative transfer, processing and storage of relevant information. These tools allow you to effectively realize the full potential of any market participant of all forms of ownership.

Practical application - system of logistics can be considered not only large industrial enterprises, complexes or trade enterprises, but also any activity, including related to modern technologies.

Keywords: INFORMATION TECHNOLOGY, SOFTWARE, EFFICIENCY, OBJECTIVITY, RELIABILITY. PROGRAMMING LANGUAGE, DATABASE, SPECIFICATIONS, AREA OF APPLICATION.

ВСТУП

Ефективність планування, організації та управління, якої важко досягнути без якісної передачі, опрацювання та зберігання актуальної інформації – це ті інструменти, які дають змогу ефективно реалізувати всі можливості будь-якого учасника ринку всіх форм власності. Проте використання сучасних технологій є трудозатратним та вартісним процесом, який, з метою оптимізації всіх форм витрат, потребує ретельної та складної підготовки, початковими етапами якої є вибір напрямку, чітка постановка задачі та визначення способів та технологій, які б дозволили оптимально та ефективно досягнути поставленої мети.

Питання раціоналізації через автоматизацію та контроль логістичних витрат на всіх етапах є одним із факторів, який визначає не лише ефективність діяльності підприємства та його прибутковість в цілому по загальноприйнятих показниках успішності. Логістична схема – система із зворотним зв'язком яка є адаптивною та за допомогою якої можна здійснювати будь-які дії логістичного спрямування. Вона може складатись з кількох підсистем та мати достатньо розвинуті зв'язки із зовнішнім середовищем. В якості логістичної системи можна розглядати не лише великі підприємства промислового спрямування, комплекси чи торгівельні підприємства, але й будь-яку діяльність, зокрема пов'язану і з сучасними технологіями, оскільки успішність діяльності сучасного підприємства визначається не його фізичними розмірами, а його ефективністю та прогресом в сенсі розвитку не зважаючи на який напрям спрямована його активність. В даному випадку важливо не виправляти наслідки, а керуватися принципами запобігання як основним, а також

мінімізувати, проте не відкидати, інструменти вчасного втручання та корекції при наявності актуальної інформації.

Таким чином метою даної дипломної роботи є питання раціоналізації через автоматизацію та контроль логістичних витрат на всіх етапах, як одного із основних факторів, який визначає ефективність діяльності підприємства та його прибутковість в цілому по загальноприйнятих показниках успішності. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- розробити та затвердити технічне завдання;
- проаналізувати технічне завдання, підібрати та проаналізувати бібліографічні матеріали, які використовуються при виконанні дипломної роботи;
- розробити та спроектувати продукт;
- розробити план тестування програмного продукту;
- оформити допоміжну документацію;
- виконати обґрунтування економічної ефективності програмного продукту;
- проаналізувати роботу щодо питань з дотримання положень про охорону праці та безпеку в надзвичайних ситуаціях;
- оформити пояснювальну записку;
- зробити відповідні висновки за результатами виконаної роботи.

За основний предмет дослідження було обрано вдосконалення управління логістики, з акцентом, зокрема, на економічні (інформаційні) потоки. При розгляді з точки зору логістики як господарської діяльності, за об'єкт прийнято потік, що, проходить, зокрема, по всьому логістичному ланцюгу, починаючи від первинного джерела інформування через усі проміжні процеси і аж до завершення циклу виконання запиту.

Оформлення магістерської роботи виконується відповідно до діючих стандартів: ДСТУ 2391-94. «Система технологічної документації. Терміни та визначення»; ДСТУ 3008-95. «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення», а також ЕСКД та іншим чинним стандартам.

Роботу апробовано в рамках VII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології», м. Тернопіль, 2019 р. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя (м. Тернопіль, 11-12 грудня 2019 року), 2019.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

1.1 Сутність поняття «логістики»

Дипломна робота присвячена тематиці управління запасами в умовах централізованої системи постачання, коли йдеться про ресурси, які можуть відноситись до певних об'єктів, які можуть потребувати суттєвих вкладень ресурсів, таких як матеріальні, нематеріальні, фінансові і власне із-за цього є одним із визначальних факторів, який визначає, визначає та визначатиме політику будь-якого підприємства будь-якої форми власності. Проте на сьогодні далеко не всі підприємства приділяють достатньої уваги даній проблемі. В результаті неналежної уваги у них виникає необхідність збільшувати резервний накопичувальний фонд, вкладаючи у запаси значну кількість коштів ніж планувалось, переводячи їх таким чином у «нерухомий, не робочий запас».

1.2 Математичні моделі управління запасами

Не дивлячись на те, що проблема управління запасами існує і по ній активно відбувається робота з метою мінімізації надмірного накопичення запасів, моделі управління та прогнозування вірогідного попиту, що використовуються сьогодні, а також існуючі критерії їх ефективності, надійності та достовірності у достатній мірі не пропрацьовані, що робить цей напрямок актуальним та цікавим для подальшого дослідження.

Таким чином для вирішення питання раціоналізації через автоматизацію та контроль логістичних затрат на всіх етапах, як

одного із основних факторів, який визначає ефективність діяльності підприємства та його прибутковість в цілому по загальноприйнятих показниках успішності запропоновано розглянути дві моделі:

- 1 – з детермінованим динамічним попитом;
- 2 – з вірогідним нестационарним попитом.

Саме ж прогнозування попиту виконується з застосуванням методології Бокса-Дженкінса.

Виконані та використані чисельні розрахунки виконані на основі даних отриманих від торговельної фірми «NetCraft Computers». В результаті аналізу кількісних характеристик розрахунків чисельних розрахунків було прийнято висновок, відносно ефективності та доцільності використання вище названих та далі описаних моделей управління запасами.

1.3 Розробка алгоритмічного забезпечення управління запасами

1.3.1 Принцип системного підходу

При реалізації принципу так званого системного підходу вважається, що матеріальні потоки, з економічної точки зору, формуються в результаті дій великої кількості учасників, кожен з яких має на меті свої власні інтереси, які цілком можуть та в більшості не співпадають з цілями, які визначили для себе інші учасники процесу. Якщо, з метою раціоналізації сумісного об'єкту, який в той самий час є і матеріальним потоком, учасники зможуть узгодити свою діяльність, тоді у них у всіх однозначно з'явиться можливість отримати відчутний економічний зиск.

Також слід зазначити, що раціоналізація матеріального потоку (сумісного об'єкту) ймовірна і в рамках лише одного підприємства чи навіть лише його підрозділу. Однак, для досягнення максимального ефекту варта оптимізувати сукупний матеріальний потік починаючи від первинного джерела сировини і завершуючи кінцевим споживачем чи користувачем. Також має сенс робота зі значними виокремленими його ділянками. Також варта розуміти, що в такому випадку усі ланки ланцюга матеріального потоку (об'єкту), а саме всі елементи макрологістичних та мікрологістичних систем, повинні працювати як єдиний злагоджений механізм. З метою вирішення такої задачі з системних позицій потрібно підходити і до вибору техніки, і до проєктування взаємопов'язаних технологічних процесів на різних ділянках руху ресурсів, і до питань пов'язаних з узгодженням достатньо часто суперечливих економічних інтересів. Крім переліченого варта системно розглядати і будь-які інші питання, які можуть стосуватись організації матеріальних потоків.

1.3.2 Питання обліку логістичних витрат

Одне з основних завдань логістики впродовж всього логістичного ланцюга полягає в управлінні витратами пов'язаними з доведенням матеріального потоку (об'єкту) від первинного джерела до кінцевого споживача чи користувача. Однак керування затратами можливе лише у випадку, якщо їх можна точно чисельно охарактеризувати. Звідси слідує і одне з основних завдань системи обліку виробничих затрат чи витрат так само як і затрат на транспортування учасників логістичних процесів, коли повинні виділятися витрати, пов'язані з процесом реалізації функцій логістики, формування інформації про найбільш суттєві витрати, а також про

характер та суть їх взаємодії один з одним. В разі дотримання названої умови може з'явитись можливість використання важливого критерію варіанту, який можна було б назвати оптимальним для будь-якої логістичної системи, а саме: мінімум (оптимум) сукупних затрат впродовж цілого логістичного ланцюга.

1.3.3 Ефективність використання існуючих аналогів: універсального технологічного і підйомно-транспортного устаткування

Не варта вкотре зазначати очевидність факту того, що при виконанні певної конкретної дії чи операції універсальне устаткування, зазвичай, програє устаткуванню, що створене з врахуванням специфіки та призначене для виконання саме цієї операції. Не вийняток з цього правила є і логістика, оскільки це положення в повній мірі розповсюджується і на логістичні процеси також. Однак все ж варта зазначити, що оптимізація поточкових процесів за рахунок використання устаткування, що відповідає специфіці умов роботи, можлива лише при умові масовості випуску і застосування достатньо широкої номенклатури найрізноманітніших засобів виробництва. Іншими словами, з метою застосування логістичного підходу по відношенню до управління матеріальними потоками (об'єктами), суспільство повинне володіти достатньо високим рівнем в плані науково-технічного розвитку.

1.3.4 Гуманізація технологічних процесів та створення сучасних умов праці

Одним з найбільш значущих елементів логістичних систем, без якого логістику розглядати в принципі не має змісту, можна назвати кадри, чи, іншими словами, спеціально навчених людей, які здатні з необхідним ступенем кваліфікації та відповідальності професійно виконувати свої функції без додаткового навчання. При логістичному підході, підсилюючи суспільну значущість діяльності у сфері управління матеріальними потоками, створюються об'єктивні передумови з метою залучення в галузь кадрів, які володіють якомога вищим трудовим потенціалом. Однак, при цьому умови праці повинні бути відповідними та адекватними поставленому завданню, а також постійно вдосконалюватись. Іншими словами, відсутність чи не достатність сучасних умов праці і перспектив кар'єрного росту, може призвести до відтоку та, в решті решт, відсутності дисциплінованого, дієздатного, кваліфікованого кадрового складу. Це означає, що елемент «кадри» в логістичній системі буде, так би мовити, «слабким місцем».

1.3.5 Розвиток логістичного сервісу та здатність логістичних систем до адаптації в умовах невизначеності

На сьогодні ефективну активність на ринку можна проводити лише працюючи і активно розвиваючись в наступних напрямках:

- 1 - підвищення якості товару,
- 2 - випуску нового товару,
- 3 - підвищення рівня логістичного сервісу, тощо.

Однак, застосування перших з двох стратегій об'єктивно обмежується, оскільки при цьому виникає необхідність значних різного роду капіталовкладень. Третій напрям суттєво дешевший. Саме тому все більша кількість підприємців звертає свою увагу на логістичний сервіс, оскільки він є хорошим засобом підвищення конкурентоспроможності.

Однак, при збільшенні кількості різноманітних товарів і послуг, виникає проблема і з підвищенням ступеня невизначеності попиту на них, що обумовлює різкі коливання якісних і кількісних характеристичних показників матеріальних потоків (об'єктів), які проходять через логістичні системи. При таких умовах істотним чинником стійкості становища на ринку є здатність логістичних систем швидко адаптуватися до змін.

1.4 Функціональні області логістики

З попереднього зрозуміло, що об'єктом логістики може бути матеріальний потік, однак, управління ним на окремих ділянках має свою специфіку та особливості. Зокрема, відповідно до специфіки, варта виділити п'ять функціональних областей логістики, кожна з яких має свої місце в загальній системі логістики. Зокрема, сюди варта виділити:

- 1- закупівельна,
- 2- виробнича,
- 3- розподільна,
- 4- транспортна,
- 5- інформаційна.

1. Завдання такого виду логістики як закупівельні вирішується в процесі ефективного забезпечення підприємства різноманітною сировиною і матеріалами. При цьому вивчаються і обираються постачальники, укладаються договори та здійснюється контроль за їх виконанням, приймаються заходи при порушенні умов постачання, тощо. Варта зазначити, що кожне раціональне підприємство повинно мати підрозділ, який спеціалізується на здійсненні перелічених функцій. Логістичний підхід до керування матеріальними потоками передбачає, що діяльність такого підрозділу, пов'язана з опрацюванням числових параметрів матеріального потоку, і що вона протікати, відповідати та погоджуватись зі стратегією управління матеріальними потоками. Тоді ж, всі задачі, що вирішуються при супроводі об'єктів матеріального потоку від місць складування до місця призначення чи користувача чи споживача, мають свою неприховану специфіку, яка може спричиняти утворення відокремленого підрозділу логістики.

Однак, практично границі діяльності, яка утворює основний зміст закупівельної логістики, визначаються пунктами договору між постачальниками і користувачем та функціоналом підрозділу відповідального за переміщення всередині підприємства.

Під час керування матеріальними потоками всередині підприємства, яке працює з інформацією, в основному вирішуються завдання логістики з відповідною специфікою, яка полягає в зберіганні, передачі, створенні інформаційних потоків. Специфікою даного етапу є те, що основний об'єм робіт, пов'язаний з проведенням матеріального потоку може здійснюватися в рамках однієї організації. При цьому, учасники логістичного процесу, зазвичай, не знаходяться та не вступають у товарно-грошові стосунки. Процес проходження потоку відбувається по факту укладення договорів, за

результатом рішень, які приймаються керівником підприємства чи організації.

2. Область логістики типу виробнича має тісний взаємозв'язок з закупівельною та розподільчою сферами. Однак, основний перелік задач даної області містить, зокрема керування (управління) інформаційними (матеріальними) потоками під час процесу їх створення.

3. В процесі управління матеріальними потоками під час реалізації готового продукту зазвичай вирішують задачі розподільчої логістики. Це широке коло задач, які вирішуються через виробничі підприємства чи постачальників, так само як і через підприємства, які спеціалізуються на торгівельно-посередницькій діяльності. Вирішення завдань такого типу, залежить від владних структур, що приймають рішення, оскільки від їх організації суттєво залежить економічна ситуація. Для прикладу, неефективність організації системи розподілу, призведе до нестабільності економічної ситуації.

При реалізації функції розподілу в організації, іншими словами просто збуті, матеріальний (інформаційний) потік може потрапляти ще на етапі створення. Це означає, що велику кількість питань можна вирішити ще на початкових етапах створення чи виробництва.

4. Під час управління матеріальними (інформаційними) потоками на ділянках передачі вирішуються специфічні завдання транспортної логістики. Сукупний об'єм такого виду робіт, які здійснюються під час доведення матеріального потоку від первинного джерела аж до кінцевого користувача, варта поділити на дві групи, такі як:

1) функції, які здійснюються при передачі (транспортуванні), засобами трафіку, який належить компаніям, що спеціалізуються на передачі;

2) функції, які здійснюються власними засобами.

Так само як і попередні функціональні області логістики, логістика передачі (так звана транспортна) не має характеризуватися строго окресленими межами. Таким чином методи транспортної логістики можуть застосовуватись підчас організації передачі будь-якого типу. Однак, пріоритет для вивчення та управління надається такому об'єкту як матеріальний (інформаційний) потік, який таки має місце в процесі передачі засобами загального використання.

5. При інформаційній логістиці, результати руху матеріальних (інформаційних) потоків перебувають в прямій залежності з раціональністю організації просування чи руху інформаційних потоків. Тенденція останніх років свідчить, що саме можливість ефективного керування потужними інформаційними потоками дає можливість ставити та вирішувати задачі керування потоками різних типів. Висока значимість інформаційної складової в логістичних процесах стала причиною виділення специфічного розділу логістики, такого як інформаційна логістика, об'єктом дослідження якої є інформаційні системи, які забезпечують керування потоками, застосовані сучасні інформаційні технології та інші інструменти, які стосуються організації інформаційних потоків (які тісно пов'язані з принципами роботи з матеріальними потоками).

Таким чином посеред перелічених функціональних областей застосування логістики, інформаційна логістика має особливе значення, як в житті так і для представленої дипломної роботи, тому саме цей напрям і обрано для більш детального аналізу та опрацювання.

1.5 Запаси в логістиці

Поняття запасу – є ключовим в логістиці. Для прикладу, первинна (початкова) інформація, перш ніж потрапити до кінцевого споживача, передається, об'єднується, опрацьовується, зберігається. Просуваючись може періодично затримуватись, зважаючи на релевантність запиту та якість сформованої бази даних, «чекаючи» своєї черги для передачі до певної впорядкованої структури чи логічної операції.

Беручи до уваги свідчення того, що відповідно до загально прийнятого формулювання запасами є продукт (як матеріальний так і не матеріальний), який знаходиться на різних стадіях чи етапах виробництва чи створення, зокрема виробничо-технічно-інформаційного призначення, та інші продукти, які очікують «своєї черги» до процесу обробки чи опрацювання чи використання.

В разі, якщо всі учасники, які забезпечують перетворення первинного продукту на інші фази так само як передачу його, так само як і обробку та зберігання, працювали б безперебійно або з максимальною мінімізацією можливості виникнення помилок, як єдиний механізм, на практиці час очікування можна було звести до нуля. Однак, в реальності цього оминати ніяк не вдасться. Процес накопичення запасів будь-якого виду та форми завжди тісно пов'язаний із затратами різного виду. На прикладі фінансів, наведу основні види затрат, які пов'язані з створенням запасів будь-якого об'єму:

- 1 замороження фінансових ресурсів;
- 2 затрати пов'язані з утриманням приміщень зі спеціальним обладнанням;

3 оплата праці кваліфікованих працівників (залежить від рівня кваліфікації);

4 постійні ризики зумовлені форс-мажорними обставинами.

Таким чином стає зрозумілим, що наявність резервного фонду чи запасів – це завжди затратна частина. Однак, не краща сторона, коли резервний фонд взагалі відсутній чи недостатній, оскільки це також витрати, проте виражені у формі різнопланових затрат. До основних видів затрат, які пов'язані з відсутністю резервного фонду, варта віднести:

5 затрати від простоювання з різних причин (державні вихідні, відпустки, хвороби, тощо);

6 затрати від відсутності потрібного продукту чи інформації у момент потреби;

7 затрати від закупівлі потрібного товару чи інформації за завищеними цінами, тощо.

Не дивлячись на те, що зміст поняття запасів пов'язаний з певними затратами, підприємці змушені їх формувати, так як їх відсутність чи недостатність напевне призведе до більших втрат як матеріальних так і нематеріальних ресурсів.

При створенні матеріального резерву за основні мотиви для керівників підприємства будь-якої форми власності можуть виступати:

1 - вірогідність порушення затвердженого графіку постачання (непередбачуване зниження інтенсивності вхідного матеріального потоку). В даному випадку резерв потрібний, щоб не призупинився процес створення. Це вкрай суттєво для організацій чи підприємств, в яких цикл виробництва є неперервним.

2 - можливість коливання попиту (непередбачуване збільшення інтенсивності вихідного потоку). Попит на будь-які товари чи групу товарів, який з високою вірогідністю можливо передбачувати. Однак прогнозування попиту на визначений товар чи групу є суттєво складнішим процесом. Саме із-за цього, у випадку якщо не має достатнього запасу продукту, не виключено ситуацію, коли високий попит задоволено не буде, тобто клієнт не отримає змови обміняти гроші на цікавий для нього продукт.

3 - сезонні коливання при виробництві певних груп чи підвидів продуктів чи товарів. В загальному це стосується сільськогосподарської і для тематики роботи не стосується із-за специфіки діяльності. Хоча принципи логістики зберігаються і для цього напрямку діяльності, оскільки розроблюваний продукт є універсальним.

4 - знижки на закупку великої партії товарів чи завдяки подальшій співпраці також можуть провокувати додаткові напрацювання з метою створення резерву.

5 - спекуляція. Вартість певних товарів, продуктів чи групи товарів може різко збільшитись. Підприємство, яке передбачило цю подію, має можливість створити резерв та отримає шанс отримати прибуток за рахунок підвищення ринкової вартості одиниці продукції.

6 - витрати, пов'язані з оформленням замовлення. Цей процес при формуванні кожного наступного замовлення може супроводжуватись певними затратами, зокрема адміністративними (сюди можна віднести пошуки постачальників, ведення перемовин із ним, відрядження, міжміські перемовини, тощо). Знизити ці втрати можна при скороченні кількості замовлень, що може прирівнюватись до збільшення об'єму партій і, відповідно, підвищення розміру запасів.

7 - можливість рівномірного здійснення операцій по виробництву і розподілу. Ці два види діяльності тісно взаємозв'язані між собою: розподіляється те, що виробляється. За відсутності запасів інтенсивність матеріальних потоків в системі розподілу коливається відповідно до змін інтенсивності виробництва. Наявність запасів в системі розподілу дозволяє здійснювати процес реалізації більш рівномірно, незалежно від ситуації у виробництві. У свою чергу, наявність виробничих запасів згладжує коливання в постачаннях сировини і напівфабрикатів, забезпечуючи рівномірність процесу виробництва.

8 - можливість швидко обслуговувати покупців. Виконання замовлення покупцю можливо здійснювати одним із способів, а саме:

- проведення замовленого товару чи послуги;
- купівлі замовленого товару;
- передача замовленого товару негайно із наявного реєрву.

Останній із способів є, зазвичай, найдорожчим, оскільки потребує зберігання (складування) його. Однак в умовах жовсткої конкуренції можливість швидкого виконання замовлення може виявитись вирішальною при боротьбі за користувача чи споживача товару чи послуги.

9 - мінімізація простою продукування чи створення через відсутність резерву. Технічні несправності та різні форс-мажорні обставини можуть призвести, за відсутності резерву, до призупинки процесу в цілому. Особливо це суттєво для підприємства із неперервним процесом створення, оскільки тоді призупинка створення може суттєво вплинути на фінансову стабільність із-за можливих штрафних санкцій.

10 - спрощення процесу управління виробництвом. Тут йдеться стосовно створення запасу модулів чи елементів на різноманітних

етапах процесу створення всередині підприємства. Такий резерв дасть змогу знизити вимоги до ступеню узгодженості процесів створення на різних ділянках, там самим знизити затрати на організацію керування цими процесами.

З перелічених причин слідує те, що підприємці, як в сфері торгівлі так і в інших напрямках діяльності, змушені формувати резервний фонд, тому що в іншому випадку збільшаться затрати на постачання, тим самим зменшиться прибуткова складова. Однак важливо пам'ятати, що запас повинен відповідати критерію оптимальності.

Таким чином процес керування резервами полягатиме у вирішенні двох основних задач, а саме: визначенні необхідної оптимальної кількості резервного фонду, тобто норм резерву та створенні системи контролю за фактичним розміром резерву та завчасним його наповненням згідно встановлених норм.

Норма резерву – це запас розрахункової мінімальної кількості об'єктів створення (праці), який повинен знаходитись в виробничих чи комерційних підприємствах чи організаціях, та який дасть змогу забезпечити безперебійне постачання створення продукції або ж реалізації товарів кінцевому користувачеві.

Для визначення норми резерву використовуються три групи методів: евристичний, метод техніко-економічних розрахунків та економіко-математичний метод.

При застосуванні евристичного методу допускається використання досвіду спеціалістів-фахівців, які вивчаючи звіти за попередні періоди, аналізуючи ринок ухвалюють рішення про мінімальний необхідний резерв, створений в значній мірі, на суб'єктивному розумінні тенденції розвитку попиту-пропозиції. В якості спеціаліста може виступити працівник організації чи

підприємства, який на постійній основі здатен вирішувати задачі нормування резерву. Метод, що застосовується в даному випадку – метод вирішення задачі (з підгрупи евристичні методи) називають досвідчено-статистичним методом.

В даному випадку, якщо поставлена задача в галузі керування резервами є досить складною, як варіант можна використати досвід не лише одного, а кількох спеціалістів. Після цього проаналізувавши за спеціальним алгоритмом їх зазвичай суб'єктивну оцінку питання чи ситуації та запропоновані рішення, є можливість отримати хороше рішення, що мало чим відрізнятиметься від оптимального. Даний метод називається методом експертних оцінок, який так само відноситься до підгрупи евристичних методів.

Суть методу техніко-економічних розрахунків в розділі сукупного резерву на окремі підгрупи в залежності від цільового призначення, для прикладу, будь-яка номенклатурна позиція (чи асортиментні позиції – для комерції). Наступним кроком для визначених підгруп потрібно окремо розрахувати страхові, поточні і сезонні резерви, кожен з яких, в свою чергу, може бути розподілений на певні модулі чи елементи. Для прикладу, страховий резерв на випадок якщо попит підвищиться або відбудеться збій в результаті втручання форс-мажорних обставин. Даний метод дає змогу достатньою точністю визначити потрібний об'єм резервного фонду, однак у нього значна затратна частина по трудомісткості.

Про застосуванні економіко-математичних методів величини попиту на товари або продукцію зазвичай являється процесом з випадковою складовою. Опис цього методу може здійснюватись методами математичної статистики. Одним із найпростіших економіко-математичних методів, за допомогою яких визначається розмір резерву є метод екстраполяції (згладжування). Цей метод

дозволить не зменшити план по створенню і підтримці резерву, який попередньо виявився ефективним та перенести його (з доповненням) на майбутнє.

1.6 Постановка задачі

Оскільки відповідно до аналізу стану справ у обраній галузі тема достатньо широка потрібно окреслити мету, об'єкт та предмет дослідження.

Таким чином метою представленої дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр» є потреба в розробці програмного забезпечення, яке оптимізує процес управління резервами при умові централізованого системного постачання.

Для досягнення поставленої мети потрібно розглянути існуючі діючі математичні моделі керування резервами та визначити, які із них буде найбільш доцільно використати для керування резервами в умовах централізованого системного постачання під яким розуміється система, при якій товар від виробника постачається на центральний склад, а відповідно з центрального складу до безпосередньо до пунктів роздрібної торгівлі.

За вхідні дані для обраної моделі керування запасом є прогнозування попиту на товари чи послуги. Таким чином, потрібно детально проаналізувати та розглянути існуючі методи прогнозування, а також визначити які з них найбільш доцільно використати для середньосрокового прогнозу попиту на великий асортимент та кількість видів товарів.

Крім того потрібно розробити оптимальне алгоритмічне забезпечення самого процесу прогнозування, а також процесу

керування запасами у відповідності до обраних і найефективніших математичних моделей.

Також, користуючись розробленим алгоритмічним забезпеченням потрібно розробити варіант програмного вирішення процесу управління (керування) запасами в умовах централізованого системного постачання.

Варіант програмного вирішення повинен розроблятися при використанні сучасних інформаційних технологій, зокрема, для окресленого завдання, найоптимальнішим варіантом буде застосування можливостей платформи Microsoft .NET Framework 3.5, мови програмування C#, та середовища Microsoft Visual Studio 2008. Для доступу до баз даних пропоную використати технологію ADO.NET, а за сервер баз даних було обрано сервер MS SQL 2008.

Розроблений варіант програмного рішення дасть змогу здійснити числові розрахунки, які дадуть змогу визначити доцільність застосування обраних математичних моделей з призначенням для процесу управління запасами в умовах централізованого системного постачання.

1.6.1 Математичні моделі управління запасами

В цілому матеріальні резерви (або запаси) варта розділяти, зокрема на товарні та виробничі. Під товарними запасами мають на увазі готову збутову продукцію в постачальника, а складською на складах та базах. Під виробничими запасами мають на увазі резерви, які вже знаходяться в споживачів, проте ще не є такими, що вступили до процесу переробки.

Існує й інша точка зору у відповідності до якої запаси класифікуються на витратні та резервні. Призначення витратних

запасів – покриття потреб виробництва при не відповідності по термінах, розмірах надходження та споживання ресурсів. Призначення резервних запасів в задоволенні потреб піку продажу, страхування форс-мажорних обставин, таких як страйки, затримки та зрив поставок, будь-які ймовірні надзвичайні ситуації чи обставини (наприклад, мобілізаційний резерв). Часок додатково виділяється запас, котрий може знаходитись в дорозі поміж ланками системи або поміж виробничими фазами.

До основних чинників по ефективному утворенні запасів готової продукції варта віднести затримки, які є необхідними для:

- 1) накопичення готової продукції до розмірів що відповідають партії;
- 2) комплектування партій поставок, у випадку коли споживач одночасно відвантажує кілька номенклатур;
- 3) упаковка та тарування готового продукту;
- 4) оформлення відвантажувальних документів;
- 5) вантаження в засоби транспортування.

Необхідність в надійному забезпеченні попиту, обґрунтовується суттєвими економічними наслідками при недопостачанні, що викликає необхідність збільшити резерви, та може приводити до тимчасового випадіння з обороту значних матеріальних цінностей. При необґрунтованому зменшенні запасів (для прикладу, внаслідок збою постачальником строків чи об'єму постачання) суттєво збільшується можливість призупинки виробництва. Санкції, які можуть застосовуватись до невідповідального постачальника, можуть лиш частково компенсувати нанесені підприємству збитки. При недостатній кількості потрібних для населення роздрібних товарів широкого вжитку в комерційній мережі можуть зумовлювати дефіцит,

який супроводжуватиметься чергами та виникатиме проблема виживання для найбільш не захищених верств населення. Також ця проблема може призвести до складних та важких соціально-економічних негативних наслідків.

В той самий час, надмірність для перестраховки стане важною, а часом й непосильною ношею для бюджетного системного постачання.

Забезпечення потреб господарських, соціальних та військових об'єктів на предмет різних матеріальних засобів (паливо, продовольство, напівфабрикати, комплектуючі деталі, витратні матеріали та інше) містить три фази, до яких можна віднести планування, виробництво та розподіл. Зазвичай, на момент реалізації постачання, дані що містить заявка стають застарілими і об'єм поставки зовсім не відповідає фактичній необхідності. Для того, щоб запобігти призупинці виробництва у випадку недопостачання споживачі окремо, а в системі постачання окремо варта створювати резерви. Фактори, що приводять до необхідності створювати резервний фонд є наступні:

- 1 – частота поставок;
- 2 – непрогнозовані коливання з випадковою складовою (при підвищеному інтересі до продукту може спичинятись інтервалом між поставками, об'ємом поставок, тривалість інтервалів між поставками);
- 3 – прогнозовані зміни в кон'юктурі (сезонний попит, сезонність виробництва, так само як і інфляційні очікування, прогнозоване підняття вартості).

Вище перелічені фактори, які можуть впливати як окремо так і сукупно при чому в різноманітних поєднаннях, можуть провокувати створення тенденції по збільшенню запасу.

Однак, існують певні міркування на користь зменшення чи оптимізації з метою мінімізації запасів. Сюди варта віднести:

- оплату за фізичне складування накопиченого резерву;
- ймовірно втрачений прибуток, із-за того що кошти могли б працювати при створенні нового продукту, та приносити зиск;
- втрати в масі резерву (неактуальність продукту, втрата по масі та об'єму, радіоактивний розпад, кримінальна складова – розкрадання);
- зміни по якості (зниження споживчих властивостей внаслідок не зворотніх процесів в продукції, що складується, зокрема органолептичні показники, зміни в зовнішньому вигляді, тощо);
- моральне старіння особливо притаманне сучасним товарам, продуктам чи послугам, наприклад побутова електроніка, персональні комп'ютери, технічна література, програмне забезпечення.

При якісному та ефективному управлінні резервати лежить в основі встановлення моментів та обсягу замовлення на їх поповнення, а також коректний розподіл нової партії по проміжних етапах всієї системи постачання. При цьому процесі важливими є правила, за якими ухвалюють рішення. Таким збірником правил є так звана стратегія управління запасами. Кожна з таких стратегій пов'язана із визначеними (найчастіше в ймовірнісному сенсі) втратами в результаті доведення матеріальних засобів до кінцевого споживача. Оптимальною при цьому можна вважати ту стратегію, яка мінімізуватиме ці втрати. Пошук оптимальної стратегії чи стратегій може бути предметом теорії оптимального керування резервами чи запасами в цілому.

В результаті порівняння стратегій варта враховувати лише такі змінні, що входять до функції втрат, та які залежать від вибору стратегії. Таким чином, в багатьох моделях управління запасами вдається ігнорувати велику частину витрат на утримання керуючого апарату (окрім витрат по оформленню постачань), а також пропорційну об'єму партії вартість виробництва матеріальних засобів,

яка на достатньо тривалому відрізку часу визначається сумарним попитом і не залежить від організації постачання.

При математичному формулюванні завдання по знаходженню оптимальної стратегії істотною є залежність від піддослідної ситуації. Проте спільність факторів, які слід враховувати, дає змогу вести мову про єдину модель управління резервом (запасами). На підтвердження цього наведу її описання з погляду якості, для спрощення обмежуючись єдиним складом, до якого надходить рандомний потік вважаємо якісних однорідних вимог, якими є замовлення від споживачів.

Такі замовлення повинні негайно задовольнятися аж до тих пір, поки їх загальний об'єм (починаючи від початку запланованого періоду) не буде перевищувати початковий запас. Всі наступні заявки не можуть задовольнятися терміново, в результаті чого споживач зазнає певних збитків в наслідок простоювання.

Зрозуміло, що спровоковані вище наведеною причиною збитки відносять за рахунок системи постачання, яка й зобов'язана оплатити штрафні видатки. Запаси періодично поновлюються за рахунок складської програми на центральній базі чи безпосередньо з промисловості, при цьому з кожним наступним заповненням пов'язані деякі додаткові затрати. Врешті, склад може понести збитки спровоковані зберіганням майна. Тому варта так вибрати момент і об'єм замовлення на поповнення, щоби загальні затрати за зберігання, штрафи та постачання були мінімальними. В цілому роботу складу можуть накладатись певні обмеження (для прикладу, максимальний запас не має перевищувати загальні вмістимість складу, а загальна вартість резерву – запланованої суми). Для таких випадків важливо знайти і підтримувати так званий умовний мінімум.

Отже основними елементами задачі керування ресурсами (управління запасами) є такі:

- 1 – система постачання;
- 2 – попит на об'єкти поставок;
- 3 – можливість поновлення запасу;
- 4 – функції затрат;
- 5 – обмежувальні чинники;
- 6 – обрані стратегії керування (управління) резервами.

Також потрібно зазначити, що тут і в подальшому під «стратегією» в сенсі термінології ухвалення рішення розумітиметься: визначена та обрана манера поведінки менеджера, яка в рамках моделі яка розглядається в повній мірі визначає його дії.

Систему управління резервами чи запасами можна класифікувати за багатьма ознаками, зокрема:

1 – за видом запасу (сировинні, напівфабрикатні, готової продукції, інструменти, запчастини);

2 – за місцем для зберігання (за виробником, споживачем, постачальницькою базою чи іншими елементами товаропровідної мережі);

3 – за структурою системи (приклад ізольованого складу, послідовної системи складів, ієрархічної системи, з можливістю ремонту чи й без неї);

4 – за властивостями запасу (одно - або багатономенклатурними запасами, їх взаємозамінністю, обмеженістю за терміном придатності, втрата властивостей підчас складування);

5 – за статистичними характеристиками як процесів при попиті так і при постачанні (до таких характеристик можна віднести постійність, керовність, рандомність поставок);

6 – за цілими системами (вартісні та ймовірнісні критерії);

7 – за обмеженням (на об'єми та номенклатурний перелік запасів, розміри партій, надійність та економічні характеристичні показники постачання як процесу вцілому);

8 – за інформаційними характеристиками (за періодичністю збору даних, наочністю попиту, повнотою відомостей про коефіцієнти затрат).

За основні ознаки, які характеризують ту або іншу модель яка описує управління запасами, варта взяти ознаку попиту, поповнення запасу та замовлення поповнення. При цьому для кожного із цих понять характеризується часовими та кількісними показниками.

Крім цього кожен з вище наведених показників може бути детермінованого характеру (зазвичай обирається за одним і тим же наперед заданим законом), випадкового характеру (носить таку характеристику як вірогідність), або керованого характеру (залежний від тих чи інших характеристик що змінюються).

Для узагальненої моделі управління резервами характерний відносно простий вигляд, однак може існувати певна різноманітність моделей цього класу, а також методів для рішення певних завдань. Це в основному роз'яснюється характером попиту. На рис. 1.1 представлена схема-класифікація попиту для моделей управління резервами, яка по своїй суті може вважатися абстрактним описуванням рівнів попиту.

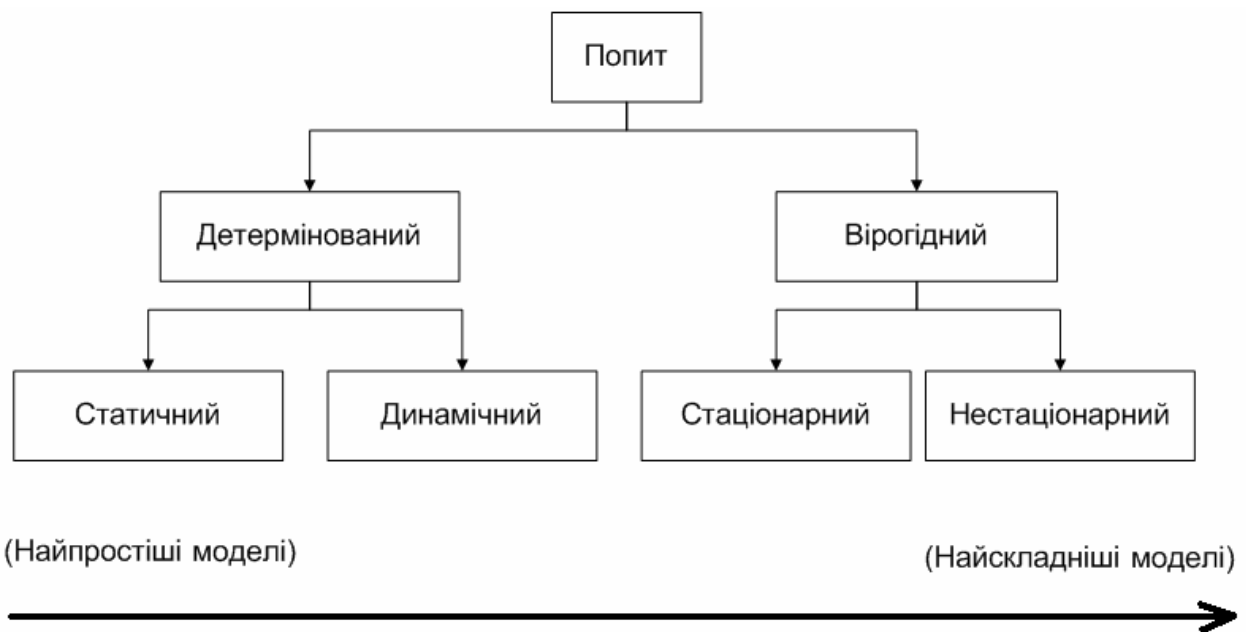


Рисунок 1.1 – Схема класифікації попиту у моделях управління запасами.

Детермінованість, випадковість або способи управління часовими і кількісними показниками у різних системах можуть виявлятися по різному. Так, детермінованість попиту за часом може мати неперервний характер (за рівні інтервали часу відпускається певна кількість продукції) або дискретний характер (збут продукції відбувається лише в окремі моменти часу, що змінюється за певним законом). Випадковий попит може бути неперервним у часі, наприклад, описується певним відомим неперервним процесом. Для дискретного випадкового попиту характерні моменти, коли відправка продукції настає через інтервали часу, які носять випадковий характер, в результаті чого весь час відпускатиметься випадковий об'єм чи кількість продукції. Попит є керованого характеру, якому притаманно при накопиченні певної кількості невиконаних заявок, припинення їх подальшого надходження. Величина попиту також повинна бути керованого характеру, та залежати від наявності запасів

або від об'єму замовленого на склад продукту. Приблизно таким самим чином можливо характеризувати показники детермінованого, випадкового та керованого плану, котрі відносяться як до доповнення запасу так і до замовлення на поповнення.

Детермінований попит може мати статичний характер (коли інтенсивність споживання як правило залишається незмінною по часу) або динамічного (коли достовірно відомо про попит на товари, який може змінюватись в залежності від часової складової).

Для вірогідного попиту характерна стаціонарність (функція густини вірогідності незмінна по часу) і нестаціонарність (функція густоти вірогідності попиту змінна по часу).

1.6.2 Базова модель керування ресурсами

Найпростіша за типом модель керування ресурсами може характеризуватись постійним в часі попитом, миттєвим доповненням запасу та відсутністю дефіцита.

Прогнозується, що інтенсивність попиту (за одиницю часу) рівна величині β . Для досягнення запасом найвищого рівня в момент поставки замовлення розміром γ (прогнозується, що затримка поставки є константною величиною). Рівень резерву сягає нуля через одиниць часу γ/β , від останнього доповнення резерву.

Чим менший розмір замовлення γ , тим частіше розміщення нових замовлень зростає. Однак зменшиться і середній рівень резерву.

З іншої сторони, при збільшенні розміру замовлень рівень резерву підвищиться, проте замовлення буде розміщуватись не часто. Так як затрати залежать від частоти подачі замовлення та об'єму

складського резерву під зберігання, то величина γ обирається при умові забезпечення балансу поміж двома видами затрат. Власне це і є основою для побудови відповідної моделі управління резервами.

Нехай K – затрати на оформлення замовлення, які виникають щоразу при його розміщенні і плануванні, що затрати на зберігання одиниці замовлення на одиницю часу рівне h . Таким чином, сумарні затрати на одиницю часу можна представити у вигляді:

$$TCU(\gamma) = \frac{K}{\gamma/\beta} + h\left(\frac{\gamma}{2}\right) \quad (1.1)$$

Таким в результаті мінімізації $TCU(\gamma)$ по γ отримаємо оптимальне значення γ . Для визначення оптимального значення об'єму замовлення застосуємо вираз:

$$\gamma^* = \sqrt{\frac{2K\beta}{h}} \quad (1.2)$$

Отриманий вираз для визначення об'єму (розміру) замовлення називається формулою економічного розміру замовлення Уілсона. Обрана модель передбачає замовлення γ^* одиниць продукції через кожні $t_0 = \gamma^*/\beta$ одиниць часу. Оптимальні витрати $TCU(\gamma^*)$, отримані шляхом безпосередньої підстановки, складають $\sqrt{2K\beta h}$.

Для більшості реальних ситуацій існує термін «здійснення замовлення», де L – тимчасова затримка з моменту розташування замовлення до моменту його реальної доставки. При застосуванні стратегії розміщення замовлень наведена модель повинна відображати точку поновлення замовлення, коли точка поновлення замовлення випереджатиме на L одиниць часу прогнозовану очікувану доставку. З

практичної точки зору дані інформацію можна просто перетворювати шляхом визначення точки поновлення замовлення через рівень резервного фонду, відповідно до моменту поновлення замовлення. На практиці це реалізується шляхом неперервного контролю за рівнем резерву аж до тих пір поки не буде досягнуто чергової точки поновлення його. Часом така модель називається моделлю неперервного контролю за станом замовлення. Слід відзначити, що в умовах стабілізації системи, термін виконання замовлення L завжди можливо прийняти менше ніж тривалість циклу t_0 .

У випадку постійного збільшення інтенсивності попиту λ та поставки μ . Тривалість повного циклу роботи системи визначається T . Позначивши граничний запас на складі через S витрати на зберігання та штрафні вважатимуться пропорційними до середнього запасу та часу існування дефіциту та позначатимуться відповідно h і d . Відповідно до обраної моделі, для кожного виробничого циклу виділяється певний час T . Спочатку часового інтервалу на склад заходить визначена кількість товару. Попит на нього неперервний та є постійним впродовж всього циклу. Таким чином, розмір запасу на складі визначається різницею між поставками та попитом при $0 < t < t_1$. Однак, рівень запасу на складі визначатиметься різницею між максимальним можливим запасом (який утворився після першого інтервалу часу) і попитом при $t_1 < t < (t_1+t_2+t_3)$ (рис. 1.2). При цьому у випадку, коли попит перевищує запас, може виникати дефіцит запасу. У даному випадку передбачувано, що замовник, не отримавши потрібного товару, залишить на нього заявку. При застосуванні цього методу на практиці організація дає знижки тим клієнтам, які змушені чекати. У даному випадку при розрахунках використовують так звану систему штрафів.

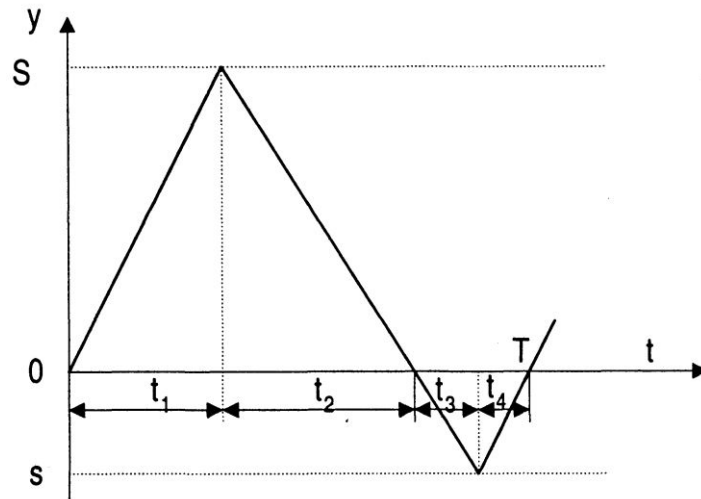


Рисунок 1.2 – Динаміка рівня запасу
у варіанті детермінованого попиту

Для розрахунку витрат за певний період, який позначається як L_T отримаємо наступну формулу:

$$L_T = g + h \int_0^{t_1+t_2} \varphi(t) dt - d \int_{t_1+t_2}^T \varphi(t) dt \quad (1.3)$$

де g – фіксовані затрати, які зв'язані із організацією поставки;
 $\varphi(t)$ – закон, за яким змінюється рівень запасу по часу, який набуває наступного вигляду:

$$\varphi(t) = \begin{cases} (\mu - \lambda)t, & \text{при } 0 \leq t \leq t_1 \\ S - \lambda(t - t_1) & \text{при } t_1 \leq t \leq t_1 + t_2 + t_3 \\ s + (\mu - \lambda)(t - t_1 - t_2 - t_3) & \text{при } t_1 + t_2 + t_3 \leq T \end{cases} \quad (1.4)$$

Звідси для оптимальних значень величин S і T отримаємо наступні співвідношення:

$$S^* = \sqrt{\frac{2\lambda(1-\lambda/\mu)}{h(1+h/d)}} \quad (1.5)$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2g(1+h/d)}{\lambda h(1-\lambda/\mu)}} \quad (1.6)$$

При цьому можливо досягнути мінімальних затрат на одиницю часу рівних:

$$L^* = \sqrt{\frac{2\lambda gh(1-\lambda/\mu)}{1+h/d}} \quad (1.7)$$

Запуск виробництва (його момент) можна визначити при досягненні дефіциту:

$$s^* = -\frac{1}{d} \sqrt{\frac{2\lambda g}{s} \cdot \frac{(1-\lambda/\mu)}{1+h/d}} \quad (1.8)$$

З отриманих співвідношень можна виокремити загальноприйняті аналітичні представлення з теорії запасів, так звані формули Уілсона, для яких допустимим є коли $h/d \approx 0$ та $\lambda/\mu \approx 0$, що можливе при високому штрафі та високій інтенсивності поповнення запасу. При цьому:

$$S^* = \sqrt{2 \frac{\lambda g}{h}}, \quad (1.9)$$

$$T^* = \sqrt{2 \frac{g}{\lambda h}}, \quad (1.10)$$

$$L^* = \sqrt{2\lambda gh} \quad (1.11)$$

1.6.3 Модель управління запасами при детермінованому динамічному попиті

При використанні попередньо представленої моделі виникає момент істотної ідеалізації дійсності, оскільки здійснюється припущення, що інтенсивність попиту є постійною величиною. Однак, часто попит може задаватись у вигляді послідовності, що наперед розраховується на основі даних величин отриманих емпірично.

Введу позначення, де:

z_k – залишок товару на складі від $(k-1)$ -ого періоду;

x_k – попит у k -ий період;

S_k – запас створений станом на k -ий період;

$h_k(S_k - x_k)$ – затрати призначені для зберігання понаднормового резерву за k -ий період;

$c_k(S_k - z_k)$ – витрати на доведення запасу до величини S_k ;

n – кількість періодів.

Таким чином сумарні затрати матимуть вигляд:

$$L(S) = \sum_{k=1}^n [c_k (S_k - z_k) + h_k (S_k - x_k)] \quad (1.12)$$

Тоді, завданням керування запасом є необхідність незалежного вирішення для кожного з періодів.

1.6.4 Модель управління запасами у випадку випадкового нестаціонарного попиту

У випадку випадкового нестаціонарного дискретного попиту функція витрат за певний період набуде наступного вигляду:

$$L(S) = h \sum_{x=0}^{S-1} (S-x)p(x) + d \sum_{x=S+1}^{\infty} (x-S)p(x) + c(S-z) \quad (1.13)$$

де z – залишок за попередній період;

x – попит за заданий період;

$p(x)$ – імовірність того, що попит буде рівним x ;

S – запас, який необхідно створити за k -й період;

$h(S-x)$ – затрати за зберігання понадлишкового запасу;

$d(x-S)$ – затрати за недостачу одиниць товару;

$c(S-z)$ – затрати за доведення резерву до величини S .

Оскільки на S_k – величина запасу за кожний період накладено обмеження: вона має бути більшою, або рівною величині X_k – попит, за заданий період, та меншою за сумарний попит по всім наступним періодам.

$$x_k \leq S_k \leq \sum_{i=k}^n x_i \quad (1.14)$$

де n – кількість періодів;

x_k – попит за k -й період;

S – запас, який потрібно виконати станом на k -й період;

Імовірність того, що попит за заданий період буде рівний x , визначатиметься як імовірність того, що x попаде в інтервал від $(x-1)$ до $(x+1)$. Для визначення імовірності скористаюся формулою 1.15:

$$P(\alpha < x < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta - M(x)}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{M(x) - \alpha}{\sigma}\right) \quad (1.15)$$

де $M(x)$ – математичне сподівання;

σ – середньоквадратичне відхилення;

$P(\alpha < x < \beta)$ – імовірність того, що x знаходиться в межах інтервалу $(\alpha ; \beta)$;

$\Phi(\cdot)$ – функція Лапласа.

Математичне сподівання можна визначити за формулою:

$$M(x) = \frac{\sum_{i=0}^n m_i}{n} \quad (1.16)$$

де m_i – значення, яке прийняла величина x в i -тому експерименті;

n – кількість експериментів.

Оскільки середньоквадратичне відхилення – це корінь квадратний з дисперсії, то дисперсію можна визначити таким чином:

$$D(X) = M(x^2) - [M(x)]^2 \quad (1.17)$$

Для досягнення найбільшого економічного ефекту від реалізації розглянутих моделей та підходів можна досягнути при отриманні, в масштабі реального часу, своєчасних та достовірних даних про поточний рівень наявного запасу при чому стосовно кожної товарної позиції. Забезпечити це можна завдяки використанню сучасних інформаційних технологій. При цьому окупність затрат за створення відповідної комп'ютерної інформаційної системи відбудеться за рахунок в починаючи вже після впорядкування обліку товарних резервів. А значне зниження терміну окупності можна досягнути за рахунок оптимізації управлінських рішень по постачанню та резервах.

1.2 Розробка алгоритмічного забезпечення управління запасами

1.2.1 Алгоритмічне забезпечення роботи програми в цілому

Для досягнення поставленої мети в першу чергу потрібно визначити: коли і яку кількість товару визначеного виду потрібно замовити. При цьому об'єм замовлень повинен відповідати сумарним мінімальним затратам як на оформлення поставок так і на зберігання товару.

Початковими даними для задачі управління запасами є майбутній попит на товар на декілька періодів. Для того щоб визначити прогнозований попит, його потрібно спрогнозувати.

Є декілька видів товарів. Поставка кожного виду виконується окремо. Кожний вид розглядається окремо, отже необхідна

монономенклатурна модель задачі керування ресурсами. Але попит на кожний вид товарів не є однаковим, отже не можна використовувати одну модель прогнозування для всіх видів товарів. Кожному виду товарів необхідно окремо підібрати найадекватнішу модель для прогнозування попиту.

Таким чином, робота програми за обраним алгоритмом для кожного з видів товарів буде складатись з трьох етапів: підбір найбільш адекватної з моделей планування, безпосередня будова прогнозу, розв'язання задачі керування ресурсами. Для наочності наведу згаданий алгоритм:

1-им кроком є введення даних для кожного з підвидів товарів: статистики, вартості зберігання одиниці товару, вартості за оформлення поставки, кількості періодів по яким здійснюються розрахунки. Перехід до другого кроку.

2-им кроком є прирівняння до нуля номер підвиду товару, для якого здійснюються розрахунки. Перехід до третього кроку.

3-ім кроком є визначення для виду товарів найбільш адекватної моделі прогнозування, для якого робляться розрахунки. Перейти до кроку 4.

4-тим кроком є побудова прогнозу попиту на вид товарів, під який здійснюються розрахунки. Перехід до п'ятого кроку.

5-им кроком метою є рішення завдання керування ресурсами для підвиду товарів, для якого здійснюються розрахунки. Перейти до шостого кроку.

6-тим кроком є перевірка на предмет того чи для всіх видів товарів зроблені обрахунки. Якщо ні, то збільшити номер видів товару, для якого здійснюються обрахунки, на один і перейти до третього кроку. Якщо так, перейти до сьомого кроку.

7-им кроком є виведення результатів розрахунків і завершення проходження (виконання) алгоритму.

В цілому схема роботи програми представлена на рисунку 1.3:

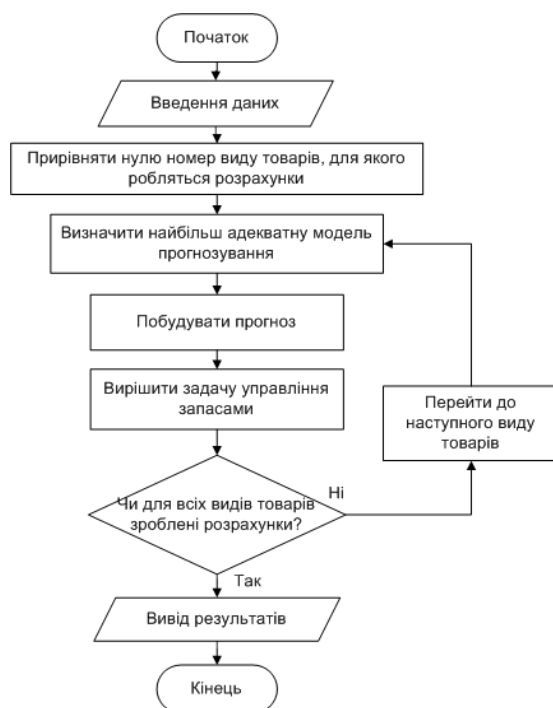


Рисунок 1.3 - Схема роботи програми в цілому

1.2.2 Алгоритмічне забезпечення процесу прогнозування

Для кожного з видів товарів для кожному прогнозування серед перелічених моделей варта визначити найадекватнішу. Степінь неадекватності моделі визначається сумою квадратів різниць між прогнозованим та статистичним значенням. Встановлення найадекватної моделі складається з наступних кроків:

1-им кроком є прирівняння мінімальної ступені неадекватності моделі до значення числа M , яке є більшим за будь-яке інше числове значення, що використовується в роботі алгоритму. Перейти до другого кроку.

2-им кроком є порівняння номеру найадекватнішої моделі до значення мінус одного. Перейти до третього кроку.

3-ім кроком є прирівняння номеру моделі, що перевіряється до нуля. Розпочинається цикл перевірки кожної моделі. Перейти до четвертого кроку.

4-им кроком є визначення прогнозу при використанні моделі, яка перевіряється з використанням так званих вкорочених статистичних даних. Перейти до п'ятого кроку.

5-тим кроком є визначення ступені неадекватності моделі, яку перевіряють, через розрахунок суми квадратів різниць між прогнозованим та статистичним значенням. Перейти до шостого кроку.

6-тим кроком є перевірка на ступінь неадекватності моделі, яку перевіряємо на предмет чи є вона менша ніж ступінь неадекватності найадекватнішої моделі. А саме, чи є модель, яку на даний момент перевіряємо більш адекватною по відношенню до попередньої найадекватнішої моделі. Якщо «так», то перейти до сьомого кроку. Якщо «ні», то перейти до восьмого кроку.

На сьомому кроці вже серед перевірених знайдено найбільш адекватну модель. Цей результат потрібно зафіксувати. Прирівнюємо мінімальну ступінь неадекватності до ступені неадекватності моделі, яку перевіряємо. Порівняємо номер оптимальної моделі до номеру моделі, над якою здійснюється перевірка. Перейти до восьмого кроку.

На 8-му кроці потрібно переконатись чи всі моделі перевірені. Якщо «ні», то перейти до дев'ятого» кроку. Якщо «так», то перейти до десятого кроку.

8-мим кроком є збільшення на один номеру моделі, яку перевіряємо. Перейти до четвертого кроку.

На 9 кроці перевіряється чи достатньо адекватна найадекватніша модель. Якщо «так», то завершуємо роботу алгоритму. Якщо «ні», то

потрібно порівняти номер найадекватнішої моделі до значення мінус один і завершити роботу алгоритму.

Схема визначення найадекватнішої моделі прогнозування представлена на рис. 1.4:

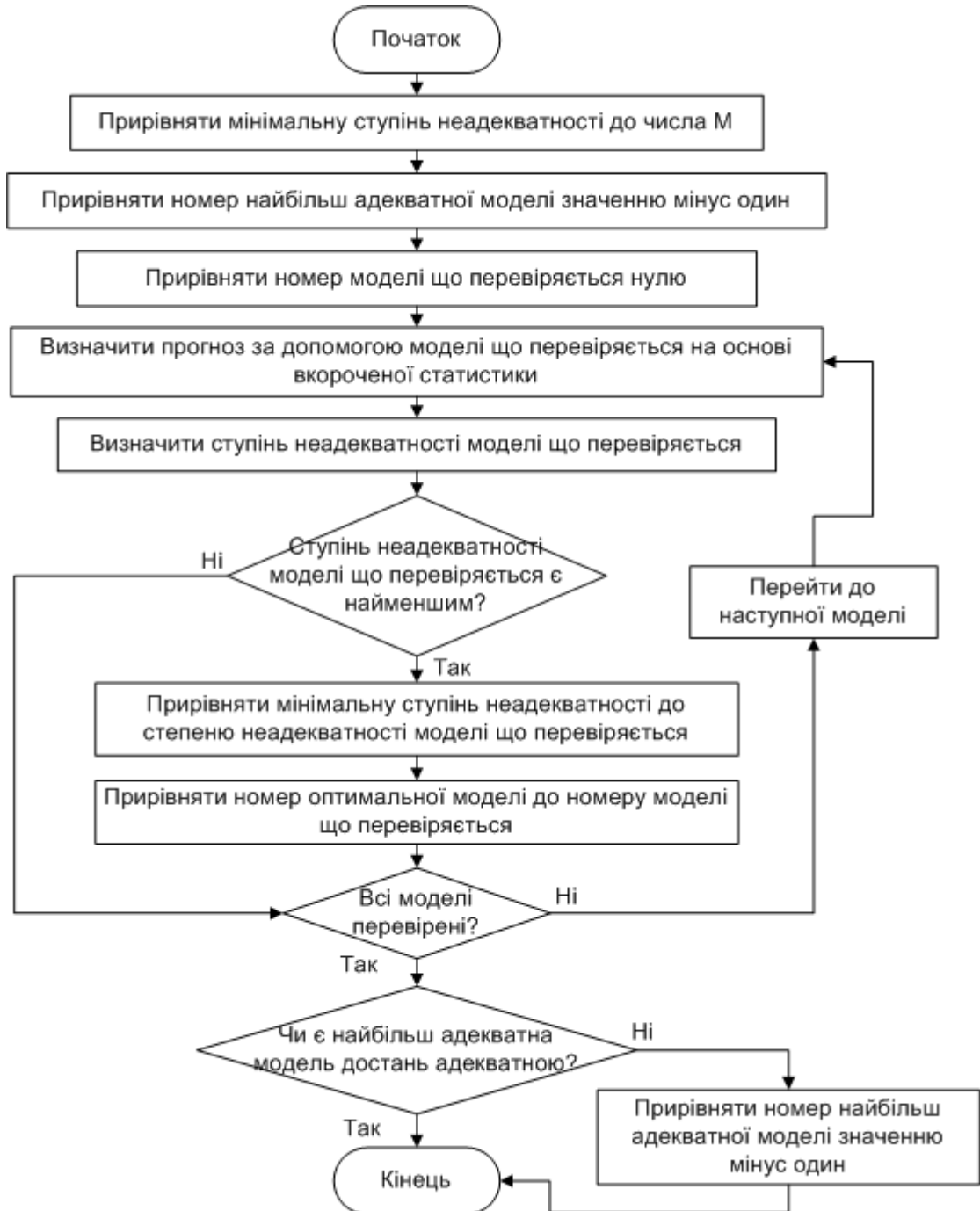


Рисунок 1.4 – Схема визначення найадекватнішої моделі прогнозування

1.3.3 Алгоритмічне забезпечення процесу рішення завдання керування запасами

Для прикладу варта скористатись алгоритмом, який дозволить визначити об'єм товару, який потрібно замовити так, щоб загальні затрати на складування товару і оформлення замовлення були мінімальними.

Для початку розглянемо умовні символічні позначення, які застосовуються:

k – номер періоду;

X – попит за цей період;

S – запас, який необхідно створити за цей період;

L – витрати за період пов'язані з оформленням, поставкою та зберіганням понаднормового резерву;

NP – посилання на період, який є наступним.

Приведу алгоритм, який складатиметься з наступних кроків:

На 1-му кроці перевіряється, який це період: останній чи ні. Якщо останній, тобто «так», то перехід до наступного кроку. Якщо «ні», то перехід до кроку 3.

2. Якщо період останній, то порівнюємо оптимальній об'єм резерву до попиту за цей період. Завершення алгоритму.

3. Якщо період не останній, то перевіряємо наявність в таблиці рішень, для представленого періоду, об'єму лишку, рішення є оптимальним. Якщо «так», то отримуємо рішення з таблиці і завершуємо виконання алгоритму. Якщо «ні», переходимо до четвертого кроку.

4. Прирівняти оптимальні сумарні витрати за цей період до значення числа M , величина якого є більшою будь-якого іншого числа, використане в ході роботи алгоритму. Перейти до п'ятого кроку.
5. Прирівняти підібраний об'єм запасів до попиту за цей період. Перейти до шостого кроку.
6. Визначити мінімальні затрати на зберігання товару і оформлення замовлень для наступних періодів. Це можна реалізувати виконавши той самий алгоритм для слідуючого періоду. Проте, варта зазначити що існуватиме запас станом на початок наступного періоду. Перейти до сьомого кроку.
7. Визначити підібрані сумарні затрати, які рівні сумі затрат в за період і сумарним витратам в попередні періоди. Перейти до восьмого кроку.
8. Перевірити: чи є сумарні витрати в цей період меншими за підібрані сумарні витрати. Якщо «так», то прирівнюємо об'єм запасів, який є оптимальним до підбраного об'єму резерву. Прирівнюємо оптимальні сумарні затрати до підібраних сумарних затрат. Перейти до дев'ятого кроку. Якщо «ні», то одразу перейти до дев'ятого кроку.
9. Перевірка на досягнення підбраного об'єму запасів свого максимального значення – сумарного попиту на всі наступні періоди. Якщо ні, збільшити підібраний об'єм запасів і перейти до кроку 6. Якщо так, перейти до кроку 10.
10. Зберегти оптимальний об'єм запасів для даного періоду, для даного об'єму залишку, в таблицю з рішеннями. Закінчити здійснення алгоритму.

Схема алгоритма рішення завдання управління резервами наведена на рисунку 1.5:

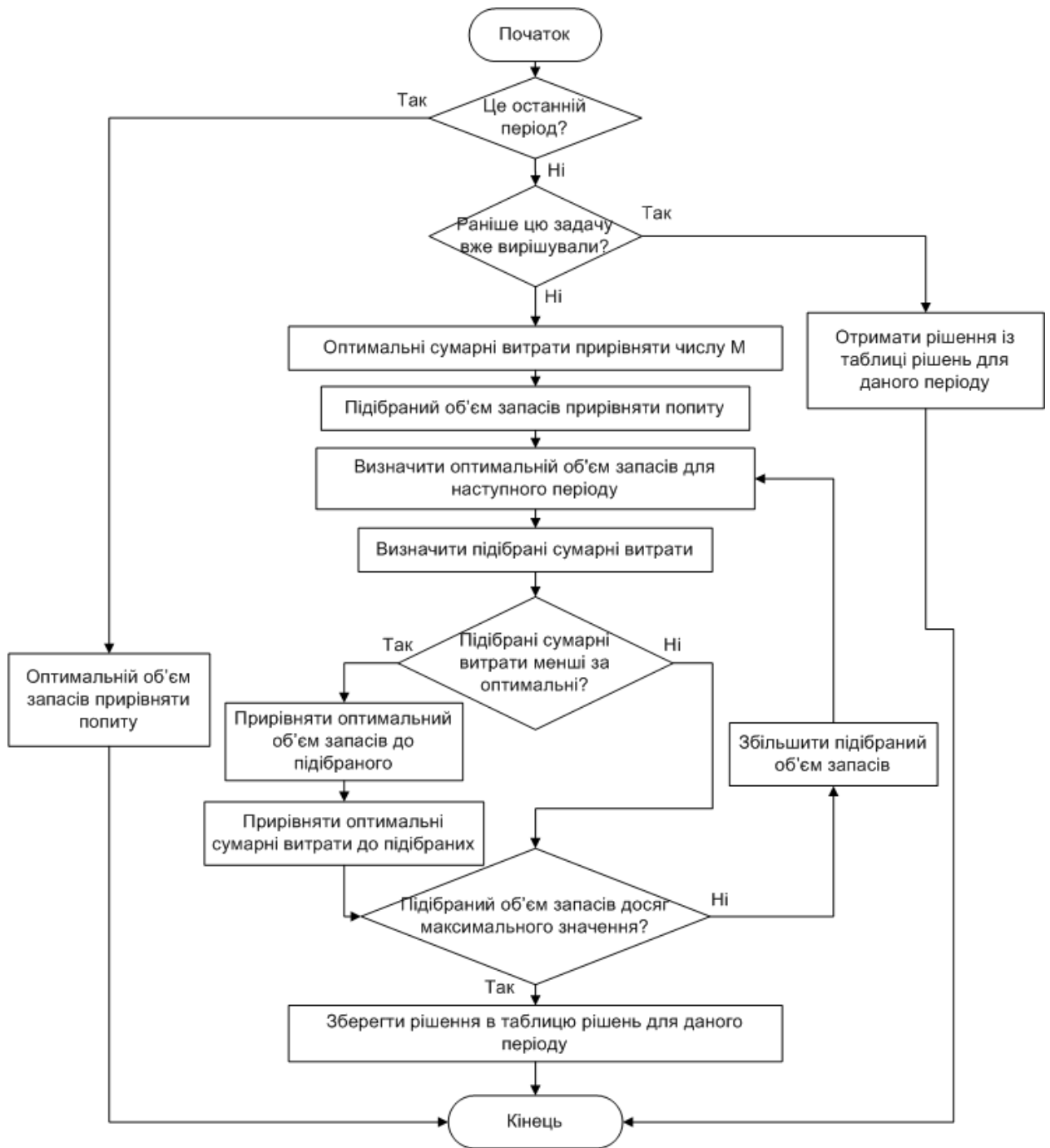


Рисунок 1.5 – Схема алгоритму рішення завдання керування резервами

Затрати L можна оптимізувати через мінімізацію, скориставшись динамічним програмуванням, проте спосіб розрахунку затрат L залежатиме від достовірності відомого майбутнього попиту.

Для того щоб визначити ймовірності того, що попит в певний період буде рівним числовому значенню x , потрібно:

1. Визначити середньоквадратичне відхилення. Перейти до другого кроку.
2. Визначити математичне очікування. Перейти до третього кроку.
3. Визначити значення Лапласової функції для 1-го елемента з формули 4.4. Перехід до четвертого кроку.
4. Визначити значення Лапласової функції для 2-го елемента з формули 1.4. Перейти до п'ятого кроку.
5. Визначення ймовірності того, що величина x потрапить в інтервал від $(x-1)$ до $(x+1)$. Завершити виконання алгоритму.

Схема визначення ймовірності того, що попит в певний період дорівнюватиме значенню x , представлена на рисунку 1.6:

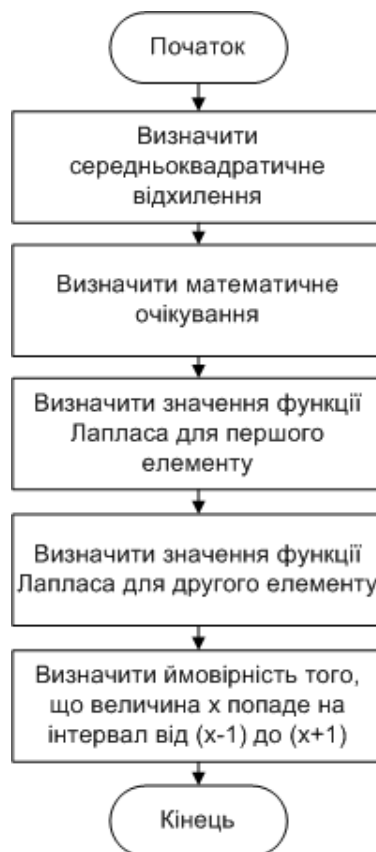


Рисунок 1.6 – Схема визначення ймовірності того, що попит в певний період дорівнюватиме значенню x

У фазі дослідження детальніше уточнюються вимоги, виконується високорівневий аналіз і проектування для побудови базової архітектури і створюється план для фази побудови. Необхідно зрозуміти суть проблеми, зокрема:

- що насправді необхідно створити;
- як це можна реалізувати.

Вирішуючи, які питання розглядати під час цієї фази, слід виходити, головним чином, з тих ризиків, які роблять вплив на проєкт. Що може привести до провалу проєкту? Чим більше ризик, тим більша увага йому слід приділити.

Ризики можна розділити на чотири категорії.

1. Ризики, пов'язані з вимогами. Які вимоги до системи? Велика небезпека полягає в тому, що буде розроблено не зовсім ту систему, яка виконуватиме не зовсім те, що потребує користувач.

2. Технологічні ризики: чи дійсно обрана технологія дозволяє реалізувати проєкт. Яким чином слід інтегрувати різні частини проєкту?

4. Кваліфікація персоналу як ризик.

5. Ризики пов'язані з політикою. Існування політичних сил, які можуть опинитися на вашому шляху і серйозно вплинути на виконання проєкту?

Взагалі ризиків може бути і більше, однак ризики, які потраплять в перелічені категорії, майже завжди є актуальними.

Фаза дослідження мала б займати близько 1/5 від часу загальної тривалості проєкту. Основними є ознаками, що свідчать про закінчення фази дослідження є наступні дві події: розробники можуть з упевненістю оцінити, що слід робити в найближчий день і скільки

часу при цьому необхідно для реалізації кожного варіанту використання; ідентифіковано усі найсерйозніші ризики.

Фаза побудови складається з багатьох ітерацій, під час кожної з яких реалізуються побудова, тестування і інтегрування високоякісного програмного забезпечення, що задовольняє деякій підмножині вимог до проекту. Кожна ітерація містить всі звичайні фази життєвого циклу програмного забезпечення: аналіз, проєктування, реалізація і тестування.

Існує велика кількість варіантів планування ітеративного проєкту. Однак, важливо зрозуміти, що мета розробки план полягає в забезпеченні обізнаності всієї команди про хід виконання проєкту.

В загальному сутністю складання плану є встановлення послідовності ітерацій побудови та визначенні функціональності, якої потрібно досягти через реалізацію на кожній з ітерацій. Деякі розробники надають перевагу роботі з невеликими варіантами використання і в кожній з ітерацій завершувати роботу з одним з них. Інші надають перевагу роботі з великими за масштабом варіантами використання і на певній ітерації брати до уваги лише один із сценаріїв, інші ж – на наступних ітераціях. Базовий процес при цьому не змінюється. Дарі наведу процес придатний для невеликих варіантів використання.

При такому плануванні найкраще розглядати дві групи осіб: клієнти та розробники.

Клієнтами є особи, які використовують систему, не виходячи за межі внутрішньої фірмової розробки. Для готової системи представниками клієнта є менеджери. Головною особливістю в даному випадку є те, що клієнтами є особи, які можуть робити вплив на бізнес-процеси в тому чи альтернативному варіанті використання, який підлягає реалізації.

Розробниками є особи, які беруть участь в створенні системи. Їм потрібно адекватно оцінити затрати та об'єми робіт, які потрібні для реалізації окремого з варіантів використання. Оцінку повинні здійснювати розробники, а не менеджери. При цьому потрібно бути упевненим, що розробник, який здійснює оцінку даного варіанту використання, розбирається в цьому найкращим чином.

Перший крок полягає в класифікації варіантів використання. Клієнт ділить варіанти використання на три частини відповідно до їх бізнес-важливості: високого значення, середнього та низького. Після цього клієнт розписує вміст кожної з категорій. Потім розробники упорядковують варіанти використання у відповідності до ризиків розробки.

Після того, як це зроблено, розробникам варта в людино-тижнях оцінити затрати часу, якого буде достатньо для реалізації кожного з варіантів використання. При здійсненні такої оцінки враховується час, який потрібно затратити для аналізу, проєктування, кодування, тестування модулів, їх інтеграції і підготовки документації. При цьому варта дотримуватися принципу, що всі розробники повністю згодні з вирішеннями один одного без впливу деструктивних аспектів.

Підготувавши такі оцінки в певний момент часу, можна робити висновки стосовно того, чи можливо реалізувати намічене чи ні, здійснивши аналіз варіантів використання з високим ступенем ризику. Якщо значна частина часу роботи над проєктом затрачається на ці варіанти використання, то потрібно здійснити додаткове дослідження.

Наступним кроком є розподіл варіантів використання за ітераціями.

Варіанти використання, з високою пріоритетністю і/або ризиками розробки, варта реалізувати найшвидше. Не слід відкладати розгляд ризику, оскільки є ймовірністю виникнення необхідності

розділення великих варіантів використання і, можливо, перегляду попередніх оцінок деяких з варіантів використання відповідно до порядку їх реалізації.

Побудова системи здійснюється шляхом послідовності ітерацій. Кожна ітерація є в деякому розумінні міні-проектом. На кожній з ітерацій для відповідних їй варіантів використання потрібно провести аналіз, проектування, кодування, тестування і інтеграцію. Ітерація завершується після демонстрації результатів для користувачів та тестування системи, яке здійснюється з метою контролю за правильністю реалізації варіантів використання.

Ітерації на стадії їх побудови можуть бути як інкрементного типу (нарощуваними), так і такими, що повторюються.

Ітерації є інкрементними в сенсі деякої функції. Кожна ітерація може реалізувати чергові варіанти використання і додає їх до вже реалізованим в ході попередніх ітерацій.

Ітерації є такими, що повторюються в сенсі програмного коду, що розробляється. На кожній ітерації деяка частина існуючого програмного коду переписується наново з метою зробити його гнучкішим.

Мета розробки ітеративного типу полягає в тому, щоб зробити увесь процес розробки більш послідовним, завдяки чому команда розробників могла б отримати готовий програмний продукт. Проте є деякі речі, які не слід виконувати дуже рано. Першою серед них є оптимізація.

Хоча оптимізація і підвищує продуктивність системи в цілому, проте й дещо зменшує її прозорість та розширюваність. Саме тут необхідно прийняти компромісне рішення – система повинна бути достатньо продуктивною, щоб задовольнити вимоги користувачів.

Надто рання оптимізація може ускладнити подальшу розробку, тому її слід виконувати в останню чергу.

2.2 Діаграма варіантів використання

Хоча пряма відповідь на запитання про варіанти використання відсутня, пояснення можна отримати описавши для початку сценарій. Це послідовність кроків, якою описується взаємодія між системою та користувачем. Для представлення сценарію покупки товарів в певній крамниці розглянемо Інтернет-магазин реалізований за допомогою веб-серверних технологій. В цьому випадку покупець переглядає каталог та розміщає обрані товари в кошик. При бажанні оплатити за покупку кредитною, вносить відповідну інформацію та здійснює платіж. Авторизація кредитної картки перевіряється системою після чого підтверджується оплата товару негайно і електронною поштою.

Подібним сценарієм описується лише одна ситуація. Якщо спроба авторизації кредитної картки виявилась неуспішною, то така ситуація служить предметом для дії іншого сценарію.

Таким чином варіантом використання є багато сценаріїв, які об'єднуються певною спільною ціллю користувача.

В сенсі визначення стандарту існує багато способів запису змісту варіантів використання. Тут мова про UML не визначається нічого. Однак є можливість додавання в варіант використання додаткової секції. Для прикладу, ввести додаткову секцію передумов, виконання яких обов'язково, щоб почати реалізацію окремого варіанту використання. Але у варіант потрібно включати лише те, що реально стане у нагоді.

Таким чином робота програмного забезпечення умовно поділяється на два основні етапи: побудова прогнозування та

вирішення завдання керування запасами. Оскільки для побудови прогнозу найадекватніший спосіб прогнозування визначається програмно, не варта проводити жодних налаштувань.

Для вирішення завдання управління резервами потрібно зробити налаштування зокрема по вартості складування одиниці товару, вартості оформлення поставки. Для обох випадках часом потрібно переглянути детальну інформацію про один вид товарів, та корегувати результати рішення.

Так як видів товарів може бути велика кількість, для подальших розрахунків потрібно створити можливість обрання лише деяких з них. Відповідно із зазначеними вимогами розроблено діаграму варіантів використання, представлену на рис. 2.1

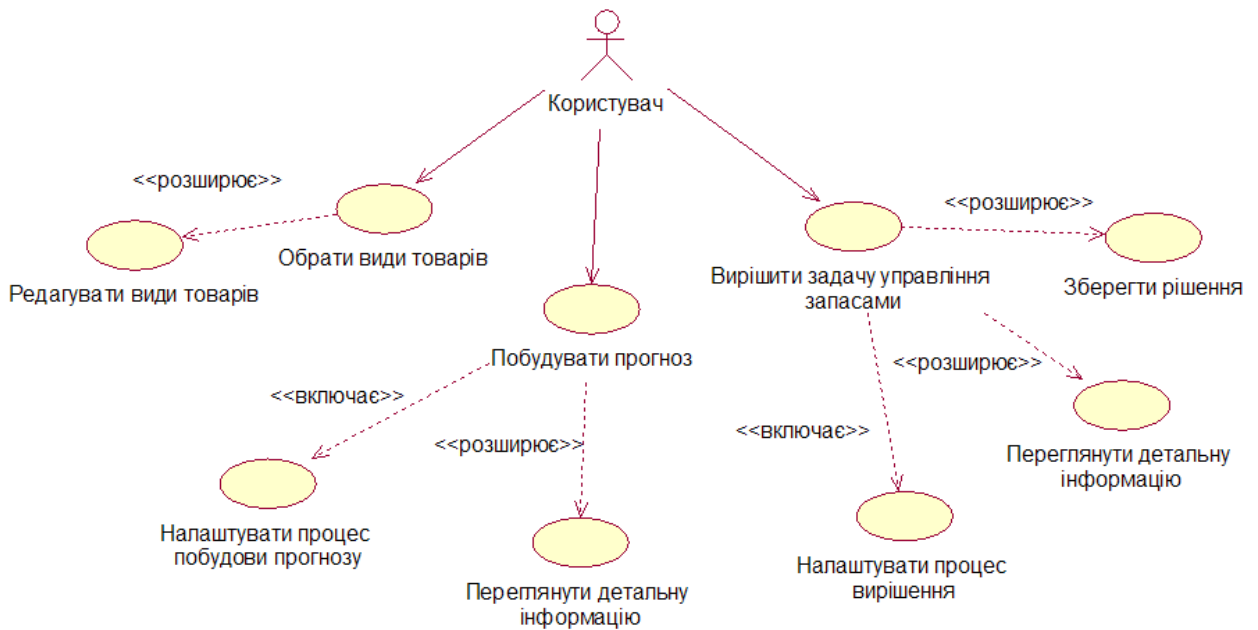


Рисунок 2.1 - Діаграма варіантів використання

2.3 Діаграма класів

Одне з центральних місць в об'єктно-орієнтованому підході створення програмного забезпечення має діаграма класів, підвид яких включає будь-яка з методологій. Окрім широкого застосування вони концентрують в собі широкий діапазон понять моделювання.

Діаграмою класів описуються існуючі статичні відносини типів об'єктів системи. Існує два основні підвиди статичних відносин, це: асоціація (для прикладу, клієнт може взяти в оренду товар); та підтип (асистент як різновид особи).

Крім цього діаграмами класів представляються атрибути класів, операції класів і обмеження, якими обмежуються зв'язки між об'єктами.

На побудову діаграм класів виділяються три різних точки зору, для кожної з яких можна використати мову UML, а саме:

- діаграма класів з концептуальної точки зору, коли з їх допомогою представляються поняття наочної області, яка вивчається. природно, що ці поняття співвідносяться з класами, за допомогою яких їх реалізують, але часто така відповідність відсутня. Зазвичай, концептуальна модель може ніяк не співвідноситись до вмісту реалізації в програмному забезпеченні, й може розглядатись самостійно, незалежно від мови програмування.

- для випадку з точки зору специфікації програмна система розглядається з точки зору її інтерфейсу, а не реалізації. Розробка, яка є об'єктно-орієнтованою підкреслює суттєву відмінність між інтерфейсом і реалізацією, яка часто ігнорується на практиці. Це відбувається із-за того, що для об'єктно-орієнтованих мов програмування нотація класу може об'єднувати в собі як інтерфейс, так і реалізацію. В якості ключового чинника при цьому для

ефективного об'єктно-орієнтованого програмування виступатиме не реалізація інтерфейсу класу, а програмування.

- з точки зору реалізації працюємо з класами на рівні реалізації. Цей варіант побудови діаграм класів зустрічається найчастіше, але не завжди підходить для аналітика на відміну від розгляду ситуацій з точки зору специфікації.

Нотація діаграм класів UML використано для представлення структури компонентів,. Для визначення типів об'єктів системи й видів статичних зв'язків, між ними використано діаграму класів. Для кожного з класі вказуються, з вказівкою типів, переліком його атрибути та перелік методів, які реалізовані в даному класі.

Розроблюване програмне забезпечення включатиме такі класи:

`VariantOfDecision` – для збереження інформації про варіант поведінки станом на певний період. Сюди відносяться наступні атрибути:

Z – об'єм товару, який лишився за попередній період;

X – попит за заданий період;

S – резерв, який потрібно накопичити за заданий період;

L – затрати за заданий період.

До складу класу відноситься функція `ToString`, призначена лиш для покращення процесу тестування, яка у стрічковому вигляді вертає значення усіх атрибутів.

`PeriodOfTime`. В цьому класі міститься набір функцій, за допомогою яких можна визначати для одного періоду оптимальний об'єм запасу. Містить такі атрибути:

k – номер заданого періоду;

X – попит на один із видів товарів за заданий період;

`nextPeriod` – посилання (за наступний період).

Цим класом представлено наступні методи:

GetOptVariant, використовуються функції FindOptVariantInCache та CalculateOptVariant, призначені для повернення оптимального варіанту поведінки на даний період,;

FindOptVariantInCache – для повернення оптимального варіанту поведінки, якщо його вже було розраховано та збережено в кеш;

CalculateOptVariant – для розрахунку оптимального варіанту поведінки на даний період;

ToString – для повернення у стрічковому вигляді значення усіх атрибутів.

CanCreateForecastAttribute – клас-атрибут, який не містить ні одного атрибуту чи функції крім успадкованого. Призначений для позначення класу чи класів, які реалізують функції прогнозу.

ModelCreationForecast – клас, який містить як абстрактні методи побудови прогнозу так і статичні функції, які застосовуються в процесі для побудови прогнозу.

CreateForecast – клас, що містить абстрактну функцію, яка не реалізується. Ця функція будує прогноз, і перевизначається і реалізується всіма не абстрактними класами-спадкоємцями.

Функції, які реалізуються класом:

GetModels – для повернення списку об'єктів, які є похідними від ModelCreationForecast та позначені атрибутом CanCreateForecastAttribute;

LinearLeastSquaresMethod – для визначення лінійним методом найменших квадратів двох констант призначених вказаній моделі прогнозування;

LeastSquaresMethod – для визначення для зазначеної моделі методом найменших квадратів трьох констант;

`GetTruncatedStatistic` – для повернення вкороченої статистики, на основі якої робитиметься перевірка адекватності моделей для прогнозу;

`GetAntiTruncatedStatistic` – для повернення частини статистики, яка не ввійшла до `truncatedStatistic`;

`SimpleValuesToDeltaValues` – для перетворення ряду даних зі звичайного в різницевий;

`DeltaValuesToSimpleValues` – для перетворення з різницевого ряду даних до звичайного.

`AutoRegressiveModel_p1_S1` – є класом-спадкоємцем класу `ModelCreationForecast`. Клас позначений атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. `CreateForecast` – метод, який реалізує авторегресійну модель прогнозу однієї незалежної змінної та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює одному періоду.

`AutoRegressiveModel_p1_S4` – є класом-спадкоємцем класу `ModelCreationForecast`. Позначається атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. `CreateForecast` – метод, яким реалізується авторегресійна модель прогнозу однієї незалежної змінної та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює чотирьом періодам.

`AutoRegressiveModel_p1_S12` – є класом-спадкоємцем класу `ModelCreationForecast`. Позначений атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. `CreateForecast` – метод, який реалізує авторегресійну модель прогнозу однієї незалежної змінної та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює дванадцятьом періодам.

`AutoRegressiveModel_p2_S1` – є класом-спадкоємцем класу `ModelCreationForecast`. Позначається атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. Метод `CreateForecast` для реалізації авторегресійної моделі прогнозування для двох незалежних змінних та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює одному періоду.

`AutoRegressiveModel_p2_S4` – є класом-спадкоємцем класу `ModelCreationForecast`. Позначається атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. Метод `CreateForecast` для реалізації авторегресійної моделі прогнозування для двох незалежних змінних та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює чотирьом періодам.

`AutoRegressiveModel_p2_S12` – є класом-спадкоємцем класу `ModelCreationForecast`. Позначається атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. Метод `CreateForecast` для реалізації авторегресійної моделі прогнозування для двох незалежних змінних та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює дванадцятьом періодам.

`AutoRegressiveIntegratedModel_p1_d1_S1` – є класом-спадкоємцем класу `ModelCreationForecast`. Позначається атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. Метод `CreateForecast` реалізації авторегресійної моделі прогнозу однієї незалежної змінної та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює одному періоду.

`AutoRegressiveIntegratedModel_p1_d1_S4` – є класом-спадкоємцем класу `ModelCreationForecast`. Позначається атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. Метод `CreateForecast` реалізації авторегресійної моделі прогнозу однієї незалежної змінної та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює чотирьом періодам.

`AutoRegressiveIntegratedModel_p1_d1_S21S4` – є класом-спадкоємцем класу `ModelCreationForecast`. Позначається атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. Метод `CreateForecast` реалізації авторегресійної моделі прогнозу однієї незалежної змінної та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює дванадцятьом періодам.

`AutoRegressiveIntegratedModel_p2_d1_S1` – є класом-спадкоємцем класу `ModelCreationForecast`. Позначається атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. Метод `CreateForecast` реалізації

авторегресійної моделі прогнозу двох незалежних змінних та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює одному періоду.

`AutoRegressiveIntegratedModel_p3_d1_S4` – є класом-спадкоємцем для класу `ModelCreationForecast`. Позначається атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. Метод `CreateForecast` реалізації різницевої авторегресійної моделі прогнозування для двох незалежних змінних та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює чотирьом періодам.

`AutoRegressiveIntegratedModel_p3_d1_S21` – є класом-спадкоємцем для класу `ModelCreationForecast`. Позначається атрибутом `CanCreateForecastAttribute`. Метод `CreateForecast` реалізації різницевої авторегресійної моделі прогнозування для двох незалежних змінних та S – коефіцієнт сезонності, який дорівнює дванадцятьом періодам.

`UnitingClass` – класом призначеним для поєднання функціональних можливостей класу `PeriodOfTime` та класу `ModelCreationForecast`, та збереження глобальних статистичних даних та результатів розрахунків. Містить такі атрибути:

`statistic` – список елементів, які представляють собою статистику на попит на даний вид товарів типу `double`;

`forecast` – список елементів, які представляють собою прогнозування на попит на даний вид товарів типу `double`;

`periods` – список елементів, призначених для зберігання інформації про прогнозовану статистику попиту у зручному для вирішення задачі управління резервами вигляді, типу `PeriodOfTime`;

`optVariants` – список елементів, призначених для зберігання результатів вирішення завдання управління резервами типу `VariantOfDecision`.

Клас реалізує наступні функції:

CreatePeriodsFromDemand – призначений для перетворення даних прогнозу в послідовність змінних типу PeriodOfTime з послідовності змінних типу double;

GetMostAdequacyModel – призначений для визначення найадекватнішої серед реалізованих моделі прогнозування, або для генерування виключення NotAnAdequacyModelException, якщо не вдалося знайти моделі відповідної адекватності;

GetListOfOptVariant – для вирішення задачі управління резервами і зберігання результатів у список елементів типу VariantOfDecision на основі списку елементів типу PeriodOfTime.

2.4 Проєктування системи управління базами даних (БД)

Є два основних підходи до проєктування систем БД, а саме: низхідний і висхідний. Для висхідного підходу робота починається з найнижчого рівня атрибутів (властивості суті і зв'язків), які ґрунтуючись на аналізі зв'язків, які є між ними, групуються у відносини, які представляють собою типи суті і зв'язку між ними. Нормалізація передбачає відповідну ідентифікацію необхідних атрибутів з наступним створенням нормалізованих таблиць, на основі функціональних залежностей між ними.

Висхідний підхід найбільше придатний для проєктування простих БД з досить не великою кількістю певних атрибутів. Однак, при проєктуванні БД з великою кількістю атрибутів, використання даного підходу істотно ускладнюється, оскільки встановити серед яких всі існуючі функціональні залежності достатньо важко. Так як концептуальна так і логічна моделі даних призначені для складних БД можуть містити від сотень до тисяч атрибутів, важливим є вибір підходу, який би допоміг спростити етап проєктування. Крім того, на

початкових стадіях формулювання вимог до даних для великої БД часто важко встановити всі необхідні атрибути, які потрібно включити в моделі даних.

Використання низхідного підходу є кращою стратегією для проєктування складних БД. При використанні цього підходу спочатку розробляються моделі даних (МД), які містять кілька високо-рівневих сутностей і зв'язків. Після цього проводяться серія низхідних уточнень низько рівневих сутностей, зв'язків та атрибутів, які до них відносяться. В концепції моделі «сутність-зв'язок» демонструється низхідний підхід. Тут робота розпочинається з виявлення сутностей і зв'язків між ними, при чому за принципом найбільшого інтересу замовника.

Основною метою МД є вивчення значення (семантики) даних і спрощення процедури опису вимог до них. Необхідно при створенні МД отримати відповіді на запитання про окрему сутність, зв'язки та атрибути. Отримані відомості допоможуть розробникам в розкритті особливостей семантики корпоративних даних, які є незалежно від того, відзначені вони у формальній МД чи ні. Фундаментальними інформаційними об'єктами будь-якого підприємства є сутності, зв'язки та атрибути. Однак поки вони не будуть належно описані в документації, їх реальний сенс залишатиметься не зовсім зрозумілим.

Для демонстрації розробником розуміння тих вимог до даних, які існують на підприємстві можуть використовуватися МД. Більш продуктивному спілкуванню користувача та розробника сприятиме наявність МД. Однак, це можливо у випадку, якщо обидві сторони ознайомлені з системою позначень, яка використовується для створення моделі.

Оптимальна ж МД повинна відповідати таким критеріям:

- структурна достовірність – відповідності способу визначення і організації інформації на даному підприємстві;
- простота – зручність у вивченні моделі не лише професіоналами в галузі розробки інформаційних систем, а й звичайними користувачами;
- виразність – здатність представити відмінності даними, зв'язки між ними та обмеження;
- відсутність надмірності – вимкнення зайвої інформації таким чином, щоб будь-яка частина даних представлялась лише раз;
- можливість сумісного використання – відсутність належності до певного особливого застосування або технології та можливість використання МД для різних застосувань і технологій;
- розширюваність – мінімальна дія на роботу вже існуючих застосувань при здатності розвивати та включати нові вимоги;
- цілісність – узгодженість зі способом використання і керування інформацією усередині підприємства;
- схематичне уявлення – можливість представляти моделі з використанням наочних схематичних позначень.

Концептуальним проєктуванням БД називається перший етап процесу проєктування їх. Його суттю є створення концептуальної МД для аналізованої частини організації чи підприємства. Таку МД створюють на базі інформації, яка записана в специфікаціях вимог користувачів. Концептуальне проєктування БД ніяким чином не залежить від типу вибраної цільової системи управління БД, набору створюваних прикладних програм, використанні мови програмування, типу обраної обчислювальної платформи, чи будь-яких інших особливостей фізичної реалізації. Під час розробки саме концептуальна МД піддається тестуванню та перевіряється на відповідність вимогам користувача. Безпосереднім джерелом

інформації для етапу логічного проєктування БД є створена концептуальна МД підприємства.

Другим етапом проєктування БД є логічне проєктування. Його метою є створення логічної МД для піддослідної частини організації чи підприємства. Створена на попередньому етапі концептуальна МД, уточняється і перетворюється на логічну модель, в якій в свою чергу враховуються особливості обраної моделі організації даних в цільовій системі управління БД.

Логічна модель даних, на відміну від концептуальної, яка не залежить від будь-яких фізичних аспектів реалізації, створюється на основі вибраної моделі організації даних при використанні цільової системи управління БД. Іншими словами, тут вже потрібно знати, яка саме система управління БД використовуватиметься в якості цільової: реляційна, мережева, ієрархічна чи об'єктно-орієнтована. Однак, на цьому етапі ігнорується решта характеристик вибраної системи управління БД.

Під час розробки процесом передбачено постійне тестування та перевірка на відповідність вимогам користувачів логічної МД, для перевірки правильності якої використовують метод нормалізації. Цей метод гарантує, що відношення, виведені з існуючої МД, не матимуть надмірної кількості даних, що може спровокувати порушення процесу оновлення фізичної реалізації даних.

Третім і останнім етапом створення проєкту БД, коли проєктувальник приймає рішення про способи реалізації баз, що розробляються є безпосередньо фізичне проєктування. На попередньому етапі проєктування вже було визначено логічну структуру БД (описує відношення та обмеження по заданій прикладній області). Хоч ця структура і не залежить від конкретної цільової системи управління БД, вона створюється з врахуванням

вибраної моделі зберігання даних, наприклад реляційної, мережевої або ієрархічної. Однак, беручись до фізичного проектування БД, спочатку потрібно обрати конкретну цільову систему управління БД, з чим фізичне проектування тісно пов'язане. Існує постійний зворотний зв'язок між логічним та фізичним проектуванням. Він виникає внаслідок того, що рішення, які приймаються з метою підвищення продуктивності системи на етапі фізичного проектування, можуть впливати на структуру логічної МД.

Опис способу фізичної реалізації логічного проєкту БД, зазвичай, є основною ціллю фізичного проектування її. У випадку реляційної МД на увазі мається наступне:

- на основі інформації створити набір реляційних таблиць та обмежень для них, у представленні у вигляді глобальної логічної МД;
- оптимальну продуктивність СУБД забезпечується визначенням конкретних структур зберігання даних і методів доступу до них;
- розробка засобів системи, що створюється.

Таким чином, ітераційний процес, який має початок, проте не має завершення, а також складається з нескінченного ряду уточнень називається проектуванням БД. Перш за все його потрібно розглядати в якості процесу пізнання. Коли проєктувальник починає розуміти особливості роботи підприємства та значимість і сенс оброблюваних даних, а засобами вибраної МД виражає це розуміння, він зможе зрозуміти й те, які уточнення потрібні в інших частинах проєкту. Концептуальне і логічне проектування БД відіграє особливо важливу роль в загальному процесі успішного створення системи. Якщо на описаних етапах не вдається отримати повне уявлення про діяльність підприємства, задача визначення всіх необхідних призначених для користувача уявлень або забезпечення захисту бази даних стає надто складною або й навіть не реальною. А визначення способів фізичної

реалізації чи досягнення прийнятної продуктивності системи може виявитися надто важким завданням. Проте, однією з ознак вдалого проєктування БД є здатність її адаптації до змін, а отже є сенс затратити ресурси підготовки найоптимальнішого проєкту.

Під час розробки реляційної моделі бази даних враховувались наступні бізнес-правила:

- однакова вартість за зберігання для всіх товарів одного виду;
- один постачальник відповідає одному виду товарів;
- товар потрібно вважати новим, як тільки у постачальника змінюється на нього ціна;
- вид товарів вважається новим, якщо для нього змінюється вартість зберігання, оформлення поставки, втрат від дефіциту або постачальник;
- обов'язкове виконання замовлення;
- постійна тривалість періоду.

До сутностей розробленої БД входять:

Global Type Of Articles – перелік унікальних видів товарів. До атрибутів належать ідентифікаційний номер та назва підвиду товарів.

Type Of Articles – перелік всіх видів товару. Якщо для виду товару змінюється вартість зберігання, оформлення поставки, чи інше, то, відповідно до бізнес-правил, то такий вид товару буде вважатися іншим. Відноситься він буде до того ж глобального виду, але матиме свої власні параметри. До атрибутів відносяться: `id_globalTypeOfArticle` (ідентифікаційний номер глобального виду товарів), `costOfStorage` (вартість зберігання одиниці товару), `costOfDelivery` (вартість оформлення поставки), `lossesAtDeficit` (затрати від дефіциту одиниці товару), `id_supplier` (порядковий номер постачальника).

Periods – дає змогу зберегти перелік періодів, до якого входять як минулі, так и майбутні періоди.

GlobalArticles – перелік унікальних товарів: name (для кожного товару зберігається назва), id_globalTypeOfArticle (ідентифікаційний номер глобального виду товару), description (додаткова інформація).

Articles – перелік усіх товарів. Відповідно до бізнес-правил, якщо змінюється вартість за товар, то після цього він буде вважатися іншим, тобто буде стосуватися того ж глобального товару, проте матиме власні параметри. До атрибутів відносяться: ідентифікаційний номер товару, id_GlobalArticles (порядковий номер глобального товару), price (ціна).

DemandOnATypeOfArticles – реалізація між сутностями Articles та Periods відношення «багато до багатьох». Зберігає значення попиту value за вказаний вид товару за вказаний період.

DemandOnAArticles – реалізація між сутностями TypeOfArticles та Periods відношення «багато до багатьох». Зберігає значення попиту value на вказаний вид товару за вказаний період.

Orders – перелік замовлень, у якому в кожному замовленні вказані value (об'єм), date (дата оформлення), id_articles (ідентифікаційний номер товару), id_periods (період до початку якого замовлення має бути виконане).

Suppliers – збереження переліку постачальників. Для кожного постачальника зберігається його id_suppliers (ідентифікаційний номер), name (назва) та description (додаткова інформація).

Реляційна модель бази даних представлена на рис. 2.2.

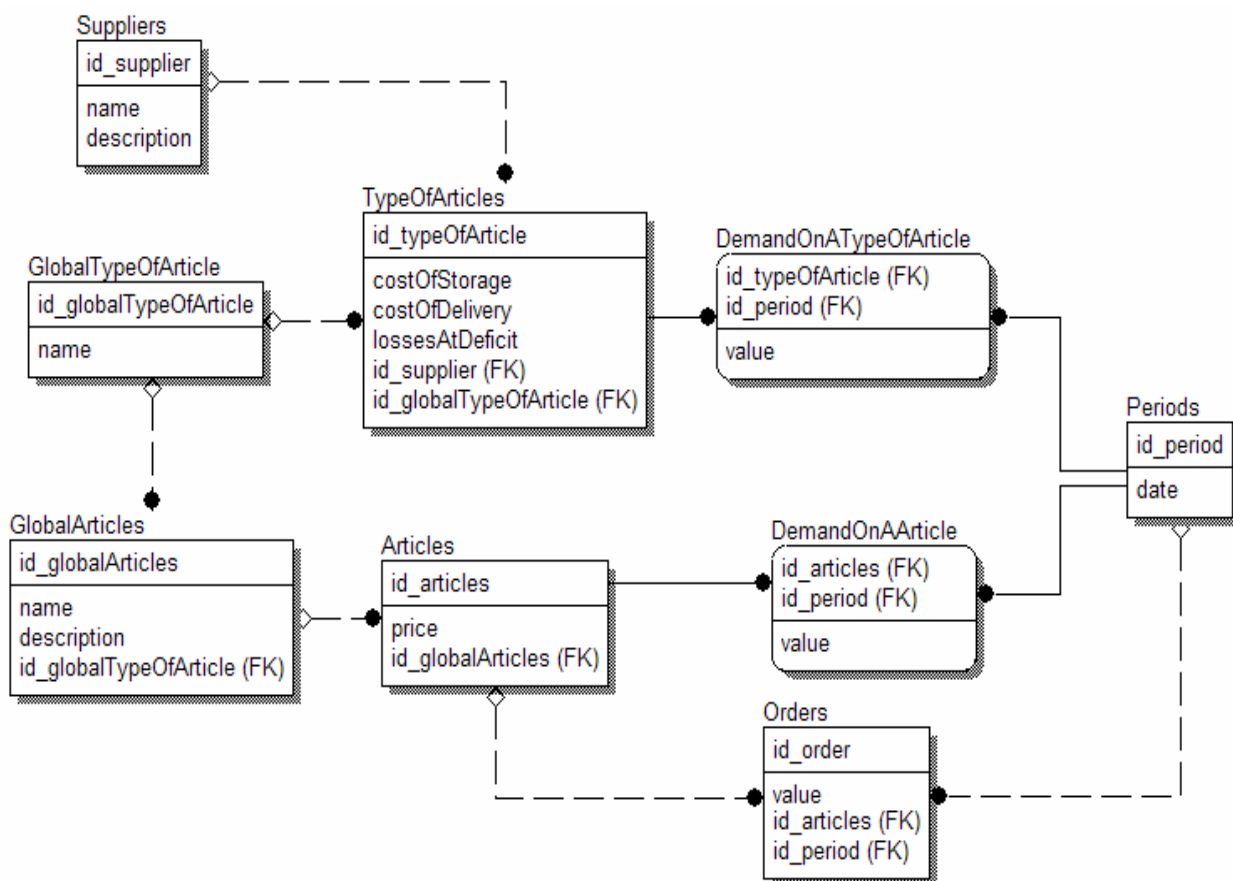


Рисунок 2.2 – Реляційна модель БД

2.5 Опис інтерфейсу користувача

Інформаційне вікно – це вікно в якому є інформація про програму з’явиться після запуску програми. Якщо на ньому клікнути, то воно повинне зникнути. Крім цього, в йогоє функція автоматичного «прибирання» після хвилини його появи.

Після того як воно зникне, з’явиться наступне – вікно для вибору виду товару, яке дозволить завантажити БД, та обрати той перелік товарів, які потрібно опрацювати на предмет вирішення завдання управління резервами. Вікно вибору видів товару наведене на рис. 2.3.

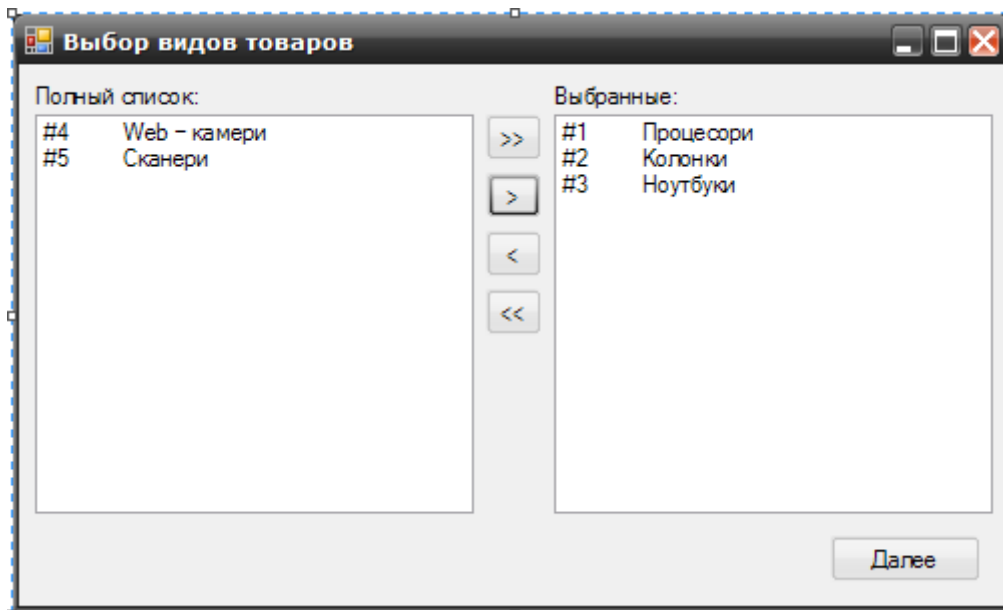


Рисунок 2.3 – Вікно вибору виду товару

Після того як потрібні види товару вибрано, потрібно перейти далі, натиснувши кнопку «Далі». Після цього з'явиться вікно для налаштування процесу прогнозування (рис. 2.4). Тут, для кожного виду товару є інформація і можна ознайомитись з вартістю зберігання одиниці товару, вартістю на оформлення замовлення, затратами пов'язаними з дефіцитом та числове значення, на яке має бути кратнім об'єм замовлення. Поле «Модель прогнозування» дає змогу вибрати модель, по якій будуватиметься прогноз. Поле «Кількість періодів» дозволить зазначити, на яку кількість періодів потрібно зробити прогноз. Кнопка «Обрати види товарів» дозволить повернутися до вікна, яке було попередньо. Кнопка «Побудувати прогноз» дозволить перейти на наступний етап.

Якщо двічі клікнути на назву підвиду товарів, то появиться вікно (див. рисунок 2.5), яке надасть інформацію по статистиці за обраним видом товарів.

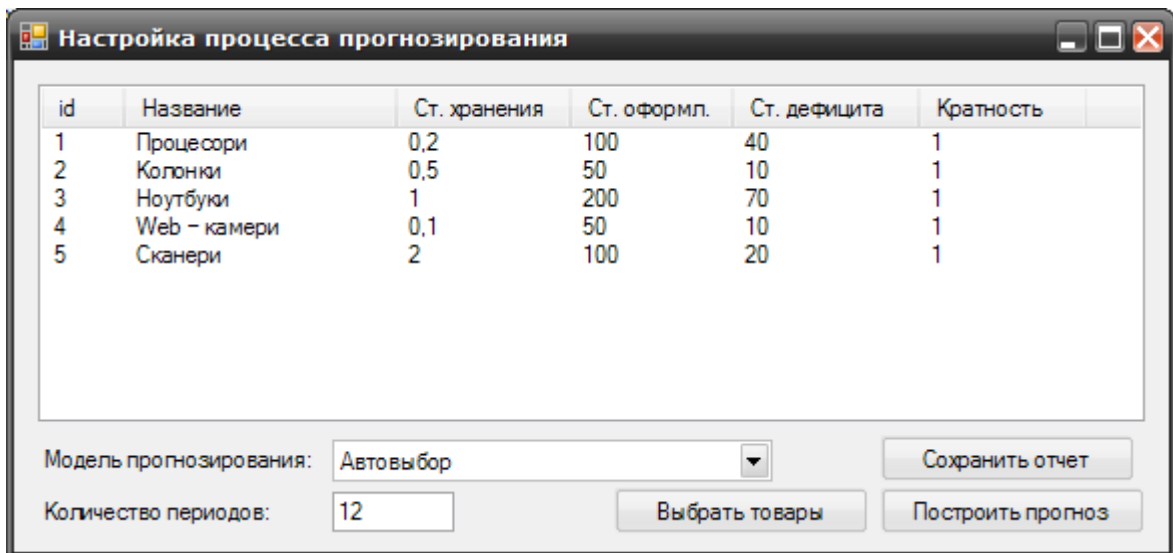


Рисунок 2.4 – Вікно для налаштувань процесу прогнозування

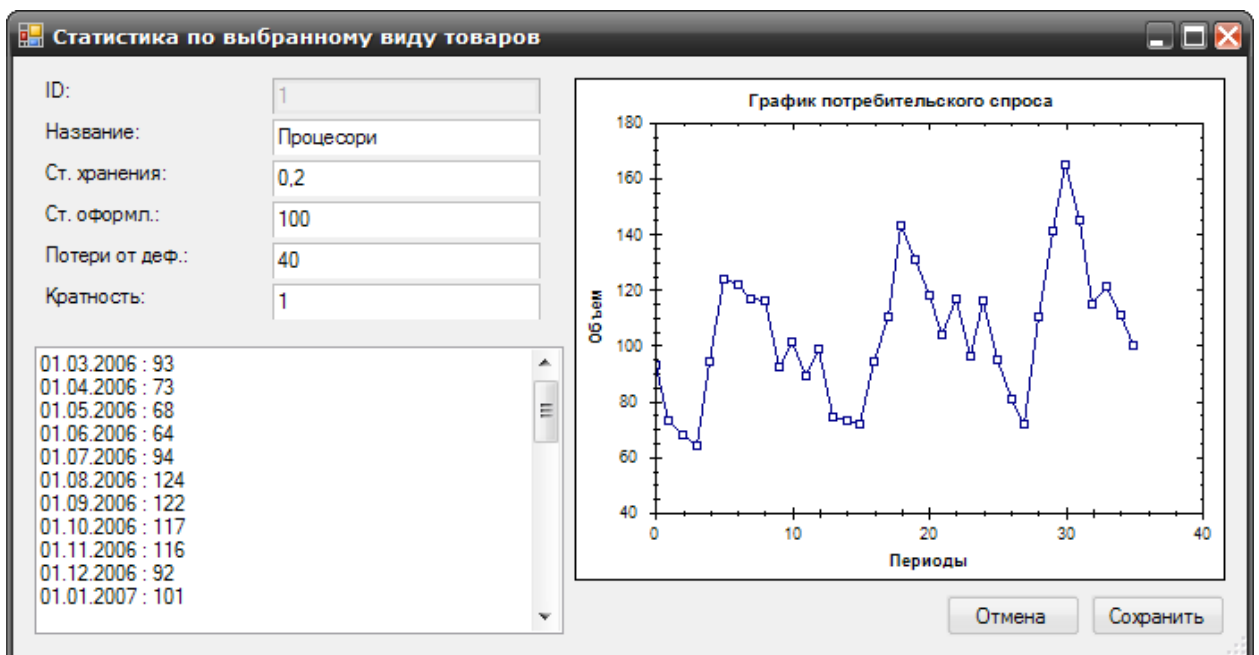


Рисунок 2.5 – Вікно з деталізацією по обраному виду товару

Після здійснення налаштування процесу прогнозування, потрібно натиснути кнопку «Побудувати прогноз» після чого з'явиться вікно, «Прогноз споживацького попиту» (див. рис. 2.6).

Воно містить інформацію про модель прогнозування, яка використовувалась для кожного виду товару.

Поле «Модель управління запасами» дозволить обрати модель, яка на наступному етапі, буде вирішене завдання управління резервами. Якщо клікнути два рази на назві виду товару, тоді з'явиться вікно (рис. 2.7), яке міститиме інформацію про прогнозований споживацький попит на обраний вид товарів.

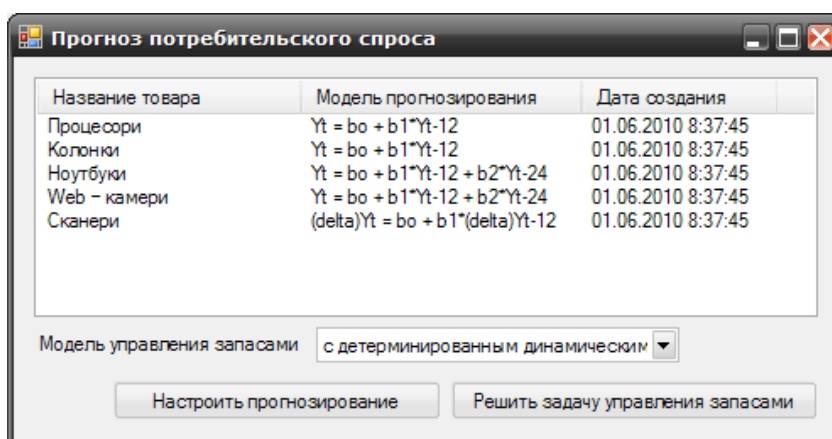


Рисунок 2.6 – Інформативне вікно. Інформує про модель прогнозування на кожний з видів товару

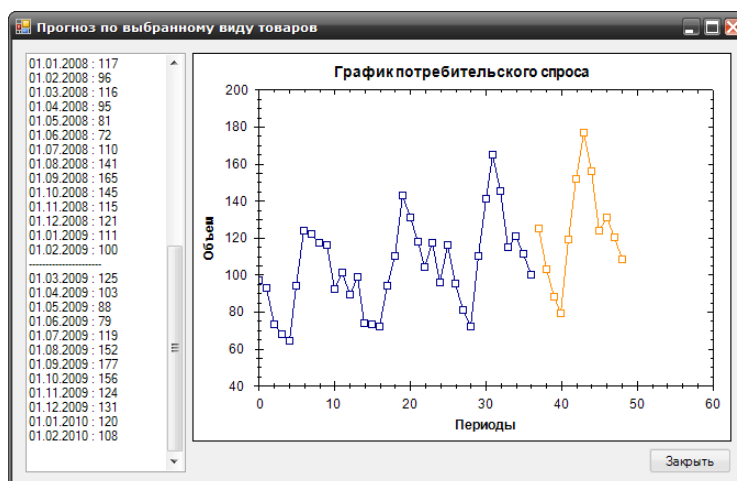
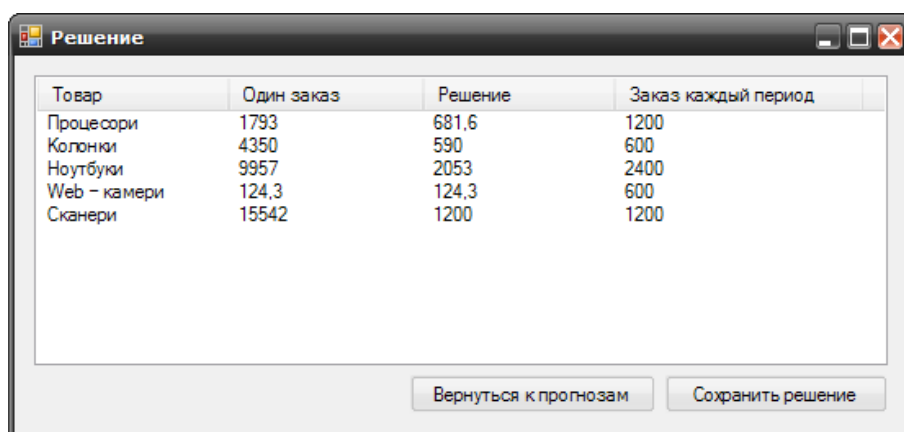


Рисунок 2.7 – Інформаційне вікно. Представляє прогнозований споживацький попит на обраний вид товарів

Кнопка «Вирішення задачі управління резервами» дозволить перейти до наступного кроку, який полягає у вирішенні завдання управління резервами. Після натискання цієї кнопки, відповідно до вибраної моделі, запуститься алгоритм для вирішення задачі управління резервами з застосуванням методу динамічного програмування. Залежно від об'ємів інформації, зокрема об'єму товарів та кількості періодів, процес займе певний час. Після завершення з'явиться вікно як на рисунку 2.8, яке про інформує про затрати фірми після застосування різних стратегій управління резервами.

Колонка «Одне замовлення» інформує про сумарні затрати фірми, для випадку одного замовлення. Колонка «Вирішення» показує трати, якщо замовлення зроблено відповідно до програмного рішення. Вкладка «Замовлення на кожний період» інформує про сумарні трати для випадку замовлення для кожного періоду.

Кнопка «Повернутися до прогнозів» дасть змогу повернутись до попереднього етапу. Кнопка «Зберегти вирішення» дозволить зберегти звіт про отримане рішення в HTML форматі.

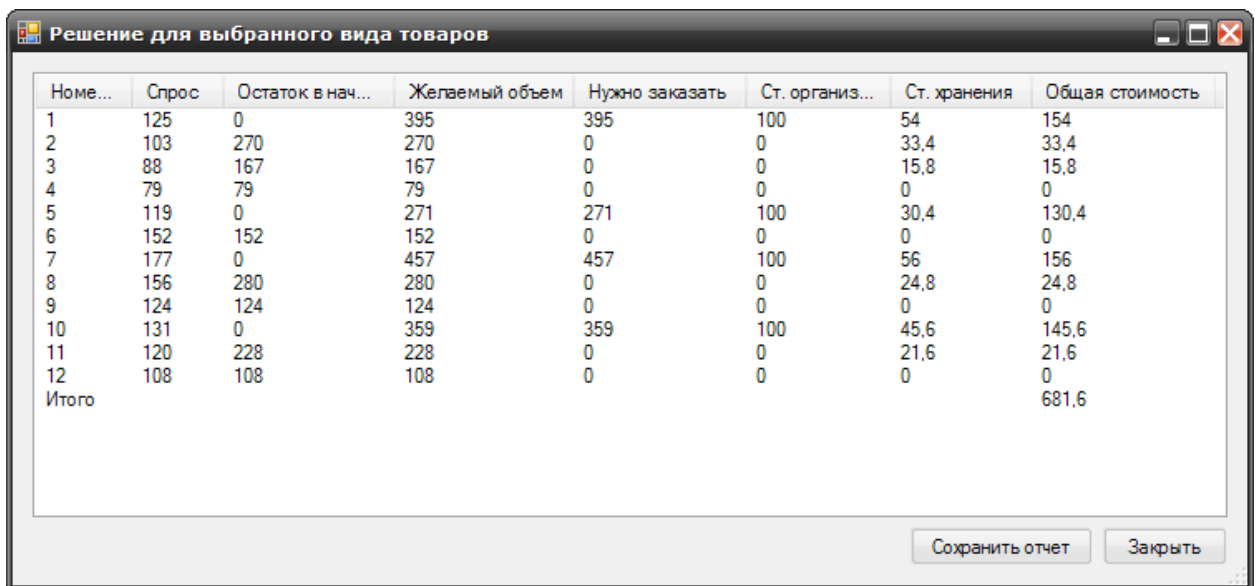


Товар	Один заказ	Решение	Заказ каждый период
Процессоры	1793	681,6	1200
Колонки	4350	590	600
Ноутбуки	9957	2053	2400
Web - камеры	124,3	124,3	600
Сканеры	15542	1200	1200

Рисунок 2.8 – Вікно з затратами фірми для різних стратегій управління резервами

Якщо клікнути два рази на назву виду товару, з'явиться вікно (рис. 2.9) з детальною інформацією про рішення, а саме з:

- номером періода;
- прогнозованим попитом на даний період;
- залишком товару на початок періоду;
- об'ємом товару, до якого потрібно «довести» резерв;
- об'ємом товару під замовлення;
- вартістю на організацію постачання;
- вартістю за зберігання надлишку;
- загальними затратами для кожного з періодів, та загальні завитрати за всі періоди.



Номер...	Спрос	Остаток в нач...	Желаемый объем	Нужно заказать	Ст. организ...	Ст. хранения	Общая стоимость
1	125	0	395	395	100	54	154
2	103	270	270	0	0	33,4	33,4
3	88	167	167	0	0	15,8	15,8
4	79	79	79	0	0	0	0
5	119	0	271	271	100	30,4	130,4
6	152	152	152	0	0	0	0
7	177	0	457	457	100	56	156
8	156	280	280	0	0	24,8	24,8
9	124	124	124	0	0	0	0
10	131	0	359	359	100	45,6	145,6
11	120	228	228	0	0	21,6	21,6
12	108	108	108	0	0	0	0
Итого							681,6

Рисунок 2.9 – Вікно з деталізацією об'єму поставок

Таким чином, розроблено інтерфейс програмного вирішення, який інтуїтивно зрозумілий та не вимагає спеціальних додаткових знань чи навиків для користувача.

2.6 Результати чисельних розрахунків

2.6.1 Опис чисельного прикладу

Для перевірки економічного ефекту, від використання обраних математичних моделей управління резервами, виконано чисельні розрахунки. Вхідні дані, по яким здійснюються проводяться розрахунки, отримано від комерційної фірми «Net Craft Computers».

«Net Craft Computers» продає електронне устаткування. Тут товар від виробника постачається безпосередньо до центрального складу, а звідти і до пунктів роздрібної реалізації. Не задіяне на складі місце здається під оренду. Замовлення нової партії товару від виробників виконується не частіше ніж раз на місяць. Всі товари поділені на п'ять видів, і кожний вид має підвиди:

1) комп'ютерна техніка та комплектуючі:

- процесор;
- материнська плата;
- оперативна пам'ять;
- відео карта;
- монітор;
- жорсткий диск;
- приводи (CD, DVD);
- корпуси для комп'ютерів.

2) портативна техніка:

- ноутбуки;
- комплектуючі для ноутбуків;
- комунікатори;
- електронні книги.

3) мультимедіа:

- Web – камери;
- TV – тюнери;
- звукові карти;
- MP3 плеєра.

4) акустичні системи:

- колонки;
- навушники.

5) оргтехніка:

- сканери;
- принтери;
- витратні матеріали.

Наводити числові розрахунки на всі підвиди товарів недоцільно. Тому використано по одному під виду, від кожного виду товару. Статистичні дані продажу наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Статистичні дані продажу

Періоди	Підвиди товарів				
	Процесори	Колонки	Ноутбуки	Web – камери	Сканери
01.03.2006	93	96	96	9	88
01.04.2006	73	82	82	10	59
01.05.2006	68	61	72	14	61
01.06.2006	64	65	85	14	60
01.07.2006	94	90	97	10	62
01.08.2006	124	117	101	14	104
01.09.2006	122	122	107	6	104
01.10.2006	117	123	114	6	112
01.11.2006	116	122	134	6	108
01.12.2006	92	85	152	5	93
01.01.2007	101	109	89	8	106
01.02.2007	89	93	89	9	98
01.03.2007	99	102	103	11	93
01.04.2007	74	84	94	12	60
01.05.2007	73	65	84	15	66

Продовження таблиці 2.1

Періоди	Підвиди товарів				
	Процесори	Колонки	Ноутбуки	Web – камери	Сканери
01.06.2007	72	73	93	16	67
01.07.2007	94	91	96	12	62
01.08.2007	110	104	108	13	93
01.09.2007	143	144	110	7	122
01.10.2007	131	139	125	5	126
01.11.2007	118	125	139	6	110
01.12.2007	104	96	153	5	105
01.01.2008	117	125	112	10	122
01.02.2008	96	101	104	10	106
01.03.2008	116	120	110	12	110
01.04.2008	95	107	93	12	77
01.05.2008	81	73	98	15	73
01.06.2008	72	73	103	15	67
01.07.2008	110	107	110	13	73
01.08.2008	141	133	118	16	118
01.09.2008	165	166	133	10	140
01.10.2008	145	153	152	6	139
01.11.2008	115	122	145	8	107
01.12.2008	121	112	154	6	122
01.01.2009	111	119	110	10	116
01.02.2009	100	105	98	10	111
01.03.2009	118	139	119	15	124
01.04.2009	114	116	113	10	83
01.05.2009	93	86	108	17	76
01.06.2009	79	83	126	14	72
01.07.2009	119	116	125	16	90
01.08.2009	148	143	137	15	114
01.09.2009	167	167	150	11	138
01.10.2009	154	164	174	7	155
01.11.2009	126	139	159	9	117
01.12.2009	132	118	192	12	122
01.01.2010	117	114	142	11	117
01.02.2010	107	109	119	11	99

Параметри, необхідні для розрахунків сумарних витрат представлені у таблиці 2.2:

Таблиця 2.2 - Параметри, необхідні для розрахунків сумарних витрат

Назва підвиду товарів	Вартість за зберігання, грн./од.	Вартість за оформлення поставок, грн.	Витрати по недостачам, грн./од.
Процесори	0,2	100	40
Колонки	0,5	50	10
Ноутбуки	1	200	70
Web – камери	0,1	50	10
Сканери	2	100	20

2.6.2 Здійснення розрахунків

Вирішення завдання управління резервами, як правило, складається з двох етапів:

- 1) побудова прогнозу на попит;
- 2) визначення оптимального об'єму замовлень на кожний період.

З використанням розробленого програмного рішення, далі представлю прогнозування на попит на вказані підвиди товару. Щоби в майбутньому була можливість порівняти моделі управління резервами, прогноз виконуватиметься на основі даних в період з 01.03.2006 по 01.02.2009 р.р.

В таблиці 2.3 наведено найадекватнішу модель прогнозу відповідно до конкретного підвиду товару.

Таблиця 2.3 – Відповідність моделей прогнозування підвидам товарів

Назва підвиду товару	Модель прогнозування, що виявилась найадекватнішою
Процесори	$Y_t = b_0 + b_1 * Y_{t-12}$

Колонки	$Y_t = b_0 + b_1 * Y_{t-12}$
Ноутбуки	$Y_t = b_0 + b_1 * Y_{t-12} + b_2 * Y_{t-24}$
Web – камери	$Y_t = b_0 + b_1 * Y_{t-12} + b_2 * Y_{t-24}$
Сканери	$\Delta Y_t = b_0 + b_1 * \Delta Y_{t-12}$

Отримане прогнозування наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Прогнозування попиту

Період	Вид товарів				
	Процесори	Колонки	Ноутбуки	Web – камери	Сканери
01.03.2009	125	130	121	13	127
01.04.2009	103	116	112	12	85
01.05.2009	88	80	114	16	81
01.06.2009	79	80	120	17	76
01.07.2009	119	116	127	15	81
01.08.2009	152	143	138	16	122
01.09.2009	177	178	148	11	141
01.10.2009	156	164	177	8	140
01.11.2009	124	132	165	9	112
01.12.2009	131	121	187	8	125
01.01.2010	120	129	142	11	120
01.02.2010	108	114	119	12	103

Після побудови прогнозування, потрібно визначити оптимальний об'єм замовлення на кожний період. Для цього реалізовано дві моделі:

- 1) модель з детермінованим динамічним попитом;
- 2) модель з вірогідним нестационарним попитом.

Таблиця 2.5 – Оптимальні об’єми замовлень товару, отримано при застосуванні моделі з детермінованим динамічним попитом

Період	Види товару				
	Процесори	Колонки	Ноутбуки	Web – камери	Сканери
01.03.2010	395	130	233	148	115
01.04.2010	0	116	0	0	85
01.05.2010	0	160	234	0	81
01.06.2010	0	0	0	0	76
01.07.2010	271	116	265	0	81
01.08.2010	0	143	0	0	122
01.09.2010	457	178	325	0	141
01.10.2010	0	164	0	0	140
01.11.2010	0	132	352	0	112
01.12.2010	359	121	0	0	125
01.01.2011	0	129	261	0	120
01.02.2011	0	114	0	0	115

Таблиця 2.6 – Оптимальні об’єми замовлень товарів, отримані з використанням моделі з вірогідним нестационарним попитом

Періоди	Види товарів				
	Процесори	Колонки	Ноутбуки	Web – камери	Сканери
01.03.2010	420	153	253	148	127
01.04.2010	0	116	0	0	85
01.05.2010	0	155	234	0	81
01.06.2010	0	0	0	0	76
01.07.2010	271	121	265	0	81
01.08.2010	0	143	0	0	122
01.09.2010	457	178	325	0	141
01.10.2010	0	164	0	0	140
01.11.2010	0	132	352	0	112
01.12.2010	333	121	0	0	125
01.01.2011	0	220	241	0	120
01.02.2011	0	0	0	0	103

2.6.3 Аналіз результатів

Задача управління запасами вирішена, необхідно визначити яка із моделей управління запасами, для даного випадку, виявилась більш доцільною. Для цього необхідно розрахувати, які затрати матиме організація за результатами для кожної з моделей.

Розрахунок сумарних витрат підприємства на зберігання процесорів та оформлення замовлень на процесори, якщо керуватись результатами розрахунків за допомогою моделі із детермінованим динамічним попитом, представлені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок витрат підприємства на процесори, при використанні моделі із детермінованим динамічним попитом

Період	Попит, од.	Об'єм замовлень, од.	Витрати на зберігання, грн.	Витрати на оформлення поставок, грн.	Втрати від дефіциту, грн.	Сумарні витрати за період, грн.
01.03.2009	118	395	277	200	0	477
01.04.2009	114	0	163	0	0	163
01.05.2009	93	0	70	0	0	70
01.06.2009	79	0	0	0	630	630
01.07.2009	119	271	152	200	0	352
01.08.2009	148	0	4	0	0	4
01.09.2009	167	457	294	200	0	494
01.10.2009	154	0	140	0	0	140
01.11.2009	126	0	14	0	0	14
01.12.2009	132	359	241	200	0	441
01.01.2010	117	0	124	0	0	124
01.02.2010	107	0	17	0	0	17
Разом						2926

Сумарні затрати підприємства за зберігання процесорів та оформлення відповідного замовлення, при застосуванні моделі із детермінованим динамічним попитом, буде рівним 2926 грн.

Розрахунок сумарних витрат підприємства на зберігання процесорів та оформлення замовлень на процесори, якби воно керувалось результатами розрахунків за допомогою моделі із вірогідним нестаціонарним попитом, представлені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок витрат підприємства на процесори, при використанні моделі із вірогідним нестаціонарним попитом

Період	Попит, од.	Об'єм замовлень, од.	Витрати на зберігання, грн.	Витрати на оформлення поставок, грн.	Втрати від дефіциту, грн.	Сумарні витрати за період, грн.
01.03.2009	118	420	302	200	0	502
01.04.2009	114	0	188	0	0	188
01.05.2009	93	0	95	0	0	95
01.06.2009	79	0	16	0	0	16
01.07.2009	119	271	168	200	0	368
01.08.2009	148	0	20	0	0	20
01.09.2009	167	457	310	200	0	510
01.10.2009	154	0	156	0	0	156
01.11.2009	126	0	30	0	0	30
01.12.2009	132	333	231	200	0	431
01.01.2010	117	0	114	0	0	114
01.02.2010	107	0	7	0	0	7
Разом						2437

Сумарні затрати підприємства за зберігання процесорів та оформлення замовлень на процесори, при застосуванні моделі із вірогідним нестаціонарним попитом, дорівнювали би 2437 грн.

Таблиця 2.9 – Сумарні затрати за зберігання товарів та оформлення замовлення

Моделі управління запасами	Процесори, грн.	Колонки, грн.	Ноутбуки, грн.	Web – камери, грн.	Сканери, грн.	Всього, грн.
Модель з детермінованим динамічним попитом	2926	808	2107	124,3	1672	7637,3
Модель з вірогідним нестационарним попитом	2437	605	2307	124,3	1452	6925,3

Сумарні витрат підприємства за зберігання та оформлення замовлення на інші підвиди товарів розраховуються аналогічно. В таблиці 2.9 представлені дані про сумарні витрати на зберігання товарів та оформлення замовлень всіх підвидів товарів.

Модель із вірогідним нестационарним попитом показала себе краще, ніж модель з детермінованим динамічним попитом при управлінні запасами процесорів, колонок та сканерів. При управлінні запасами ноутбуків кращою виявилась модель із детермінованим динамічним попитом. При управлінні запасами web-камер обидві моделі дали однакові результати.

Витрати на управління резервами при використанні моделі із вірогідним нестационарним попитом становлять на 712 грн. менше, ніж при використанні моделі із детермінованим динамічним попитом. Отже, можна зробити висновок, що, при описаних вхідних даних і описаних методах прогнозування, використання моделі із вірогідним нестационарним попитом є більш доцільним, ніж використання моделі з детермінованим динамічним попитом.

ВИСНОВКИ

Таким чином метою представленої дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр» є потреба в розробці програмного забезпечення, яке оптимізує процес управління резервами при умові централізованого системного постачання.

Для досягнення поставленої мети потрібно розглянуто існуючі діючі математичні моделі керування резервами та визначено, які з них буде найбільш доцільно використати для керування резервами в умовах централізованого системного постачання.

За вхідні дані для обраної моделі керування запасом обрано прогнозування попиту на товари чи послуги. Детально проаналізовано та розглянуто існуючі методи прогнозу, а також визначено які з них найдоцільніші для використання для середньосрокового прогнозу попиту на великий асортимент та кількість видів та підвидів товару.

Крім того розроблено оптимальне алгоритмічне забезпечення самого процесу прогнозування, а також процесу керування запасами у відповідності до обраних і найефективніших математичних моделей.

Також, користуючись розробленим алгоритмічним забезпеченням розроблено варіант програмного рішення процесу управління (керування) запасами в умовах централізованого системного постачання.

Використано технології для оптимального вирішення поставленого завдання, що полягає у реалізації програмного рішення на платформі Microsoft .NET Framework 3.5, що містить велику кількість нових функцій, в основу яких покладено платформи .NET Framework 2.0 та .NET Framework 3.0, та включає пакети оновлення таких платформ, зокрема .NET Framework 2.0 та .NET Framework 3.0. Платформа містить нові функції в низці технічних напрямків, які

додані у вигляді нових збірок, до дасть змогу уникнути порушення структури. За мову програмування обрано С# в середовищі Microsoft Visual Studio 2008. З метою доступу до баз даних обрано до використання технологію ADO.NET. У якості сервера баз даних – сервер MS SQL 2008.

Дипломна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, списку літератури та додатків.

Роботу апробовано в рамках VII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології», м. Тернопіль, 2019 р. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя (м. Тернопіль, 11-12 грудня 2019 року), 2019.