

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ В ІНТЕГРОВАНІЙ МІЖВІДОМЧІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

В.А. Алексєєв, С.А. Ільїн, В.С. Терещенко

Інститут програмних систем НАН України
03187, Київ, проспект Академіка Глушкова, 40,
тел. / факс: 526 4228, E-mail: alecseev@isofts.kiev.ua

Аналізуються технології обміну інформацією в інтегрованій міжвідомчій інформаційній системі шляхом моделювання ін формаційних процесів по операціях, фазах та етапах їхньої реалізації та обґрунтовуються основні проектні рішення щодо архітектури таких систем.

The technologies of information interchange in the integrated interdepartmental information system are analyzed by simulation of information processes on operations, to phases and stages of their implementation and the main design solutions on architecture of such systems are proved.

Вступ

В останній час велика увага приділяється задачам формального опису архітектури автоматизованих інформаційних систем різного ступеня розгалуженості як етапу їхнього проектування, зокрема, проектування інтегрованих міжвідомчих інформаційних систем.

Проектування програмної системи (програмного продукту, програмного забезпечення), як визначено у міжнародному стандарті ISO/IEC 12207:1995-0801 “Information Technology – Software Life Cycle Processes” та гармонізованому з ним Державному стандарті України – ДСТУ 3918-1999 “Процеси життєвого циклу програмного забезпечення” [1], є рядом дій процесу розроблення системи, що входить до складу основних процесів життєвого циклу програмного забезпечення. До таких дій з всього переліку зазначеного процесу можна віднести:

- проектування архітектури системи;
- проектування архітектури програмного забезпечення;
- розроблення детального проекту програмного забезпечення.

Зрозуміло, що дії з проектування базуються на діях з аналізу як системних вимог, так і вимог до програмного забезпечення [1, стор.14] відповідних стадій моделі життєвого циклу програмних систем [2].

Перетворення вимог до розробки в послідовність проектних рішень щодо способів реалізації вимог: формування загальної архітектури програмної системи та принципів її прив’язки до конкретного середовища функціонування; визначення детального складу модулів кожної з архітектурних компонент і є проектуванням програмної системи [3, стор.18] по етапах:

- архітектурного проектування – визначення головних структурних особливостей системи;
- концептуального проектування – уточнення розуміння й узгодження деталей вимог;
- детального проектування – визначення подробиць функціонування та зв’язків для всіх компонентів системи;
- технічного проектування – відображення вимог середовища функціонування та розробки системи, визначення усіх конструкцій та композицій компонент [3, стор.267].

Одному з етапів проектування – детальному проектуванню інтегрованої міжвідомчої інформаційної системи, тобто, визначенню подробиць функціонування та зв’язків для всіх її компонентів через моделювання процесів обміну інформацією в ній і присвячена дана робота.

1. Архітектура інтегрованої міжвідомчої інформаційної системи

Інтегрована міжвідомча інформаційна система (ІМІС) створюється шляхом об’єднання інформаційних ресурсів баз даних (БД), відомчих інформаційних систем (ВІС) через відповідні відомчі підсистеми ІМІС, спеціально створені для забезпечення автоматизованого доступу до ВІС шляхом застосування систем інформаційної взаємодії. Концептуальні схеми таких систем різного ступеня деталізації неодноразово наводились у публікаціях, наприклад [4 - 6]. Один з варіантів концептуальної схеми архітектури ІМІС показано на рис. 1.

Така ІМІС складається з наступних основних компонентів:

- відомчих підсистеми ІМІС (ІМІС-ВП), що безпосередньо взаємодіють з ВІС, які є абонентами ІМІС, та отримують від них, як від відправників, інформаційні транспортні файли (ТФ) для пересилки у вигляді електронних документів (ЕД) через центральну підсистему ІМІС та відповідні канали зв’язку іншим абонентам – одержувачам;

- центральної підсистеми ІМІС (ІМІС-ЦП) для керування ІМІС-ВП, отримання від них електронних документів ВІС-відправників, перетворення за необхідністю їхніх форматів (для узгодження форматів відправників та одержувачів), накопичення і маршрутизації інформаційних об'єктів та пересилання їх до ІМІС-ВП ВІС-одержувачів через відповідні канали зв'язку;
- інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) для забезпечення пересилання електронних документів між ІМІС-ЦП та ІМІС-ВП каналами зв'язку.

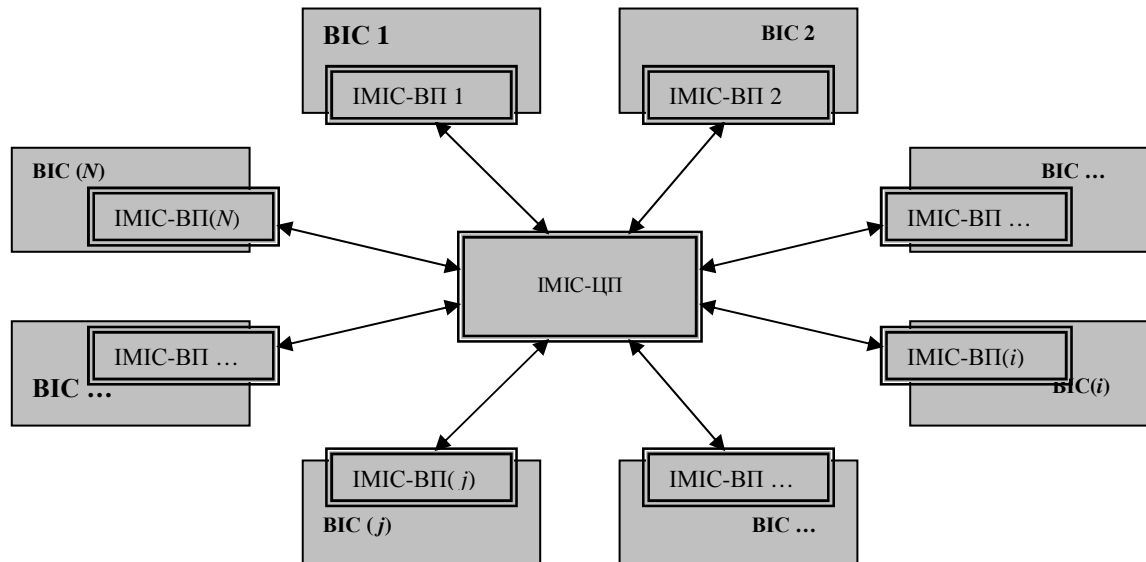


Рис.1. Концептуальна схема архітектури ІМІС

Електронний документ (document electronic) – сукупність даних у пам'яті ЕОМ, які призначені для сприйняття людиною за допомогою відповідних програмних і апаратних засобів [7] або документ, інформація в якому зафіксована у вигляді електронних даних, включаючи обов'язкові реквізити документа [8, стаття 5], що забезпечує електронний цифровий підпис. Без електронного підпису електронний документ не є документом, а є лише інформаційним об'єктом. Накладанням електронного підпису завершується створення електронного документа [8, стаття 6]. Електронний підпис є обов'язковим реквізитом електронного документа, який використовується для ідентифікації автора та/або підписувача електронного документа іншими суб'єктами електронного документообігу. Суб'єкти електронного документообігу – автор, підписувач, адресат та посередник, які набувають передбачених законом або договором прав і обов'язків у процесі електронного документообігу [8, стаття 1]. Таким чином, абоненти ІМІС (відповідні ВІС) є водночас, суб'єктами електронного документообігу, що здійснюється в ІМІС між ІМІС-ВП через ІМІС-ЦП та ІТС. Посередник – фізична або юридична особа, яка в установленому законодавством порядку здійснює приймання, передавання (доставку), зберігання, перевірку цілісності електронних документів для задоволення власних потреб, або надає відповідні послуги за дорученням інших суб'єктів електронного документообігу [8, стаття 1]. Цьому визначенню у повній мірі відповідає ІМІС-ЦП. А всі ВІС є абонентами ІМІС. Абонент, користувач (client, user) – особа чи організація, що має право на отримання послуг, які надаються будь-якою інформаційною системою [9]. Абонент (user abonent) – особа (група осіб, підприємство), яка має право користуватися послугами автоматизованої установи [7].

Це, так би мовити, основні вимоги, які й визначають крупноблочну архітектуру і технології функціонування ІМІС, що витікають з проектних рішень на етапі концептуального проектування. На подальших етапах формулювання та деталізації проектних рішень архітектура, програмне забезпечення та технології інформаційного обміну в системі будуть уточнюватись та деталізуватись. Причому визначальною стороною, яка буде диктувати необхідність такої деталізації, стануть саме технології інформаційного обміну, їхні потреби у програмному та технічному забезпеченні, вимоги до них з боку законодавчих та нормативних актів, досягнень світового досвіду в сучасних інформаційних технологіях.

2. Інформаційні технології в ІМІС

Виходячи з концепції побудови ІМІС передбачається використання таких видів інформаційного обміну:

- регламентна передача “повідомлень” (технологія $T = 1$) – заздалегідь обумовленої інформації у відповідності до узгодженого регламенту – визначених правил створення інформаційного об'єкта: впорядкованої сукупності даних БД, періодичності передачі, терміну, обсягу, формату тощо;
- обмін інформацією за схемою “запит-відповідь” (технологія $T = 2$) в межах заздалегідь обумовленого інформаційного простору (сукупності даних БД) ВІС-кореспондента;

- обмін технологічною інформацією (технологія $T = 3$).

Технологія регламентної передачі даних за схемою “повідомлення” з ВІС(i) до ВІС(j), де $i \in \{1, \dots, N\}$, $j \in \{1, \dots, N\}$, $i \neq j$, а N – кількість ВІС і ІМІС-ВП, передбачає застосування таких інформаційних об’єктів:

- ТФ-повідомлення (ТФ-П) – набір даних визначеної структури, що формується засобами ВІС(i) для оновлення інформаційних ресурсів у БД ВІС(j) та пересилається до ІМІС-ВП(i);
- ЕД-повідомлення (ЕД-П) – це ТФ-П, завірений ЕЦП засобами підсистеми ІМІС-ВП(i) і пересилається каналами зв’язку ІТС до ІМІС-ЦП;
- ТФ-квитанція про отримання повідомлення (ТФ-КОП) – це файл визначеної структури, що формується засобами ІМІС-ВП(j);
- ЕД-квитанція про отримання повідомлення (ЕД-КОП) – це ТФ-КОП, завірений ЕЦП засобами підсистеми ІМІС-ВП(j), що пересилається до ІМІС-ВП(i);
- ТФ-квитанція про результати завантаження повідомлення (ТФ-КЗП) – це файл визначеної структури, що формується засобами ВІС(j) і пересилається до ІМІС-ВП(j);
- ЕД-квитанція про результати завантаження повідомлення (ЕД-КЗП) – це ТФ-КЗП, завірений ЕЦП засобами підсистеми ІМІС-ВП(j), що пересилається до ІМІС-ВП(i).

Технологія обміну інформацією за схемою “запит-відповідь” між ВІС(i) та ВІС(j), передбачає застосування інших інформаційних об’єктів:

- ТФ-запит (ТФ-З) – це ТФ з набором критеріїв пошуку визначеної структури, що формується засобами підсистеми ІМІС-ВП(i);
- ЕД-запит (ЕД-З) – це ТФ-З, завірений ЕЦП засобами підсистеми ІМІС-ВП(i);
- ТФ-відповідь на запит (ТФ-В) – набір даних визначеної структури, що формується засобами ВІС(j). ТФ-В включає також інформацію щодо якості отриманого ЕД-З;
- ЕД-відповідь (ЕД-В) на запит – це ТФ-В, завірений ЕЦП засобами підсистеми ІМІС-ВП(j) для передачі засобами ІМІС від ІМІС-ВП(j) до ІМІС-ВП(i) для надання інформації, знайденої у БД ВІС(j) у відповідності до критеріїв пошуку, заданих у ЕД-З;
- ТФ-квитанція на відповідь (ТФ-КВ) – набір даних визначеної структури, що формується засобами підсистеми ІМІС-ВП(i) і свідчить про якість отриманого ЕД-В;
- ЕД-квитанція на відповідь (ЕД-КВ) – це ТФ-В, завірений ЕЦП засобами підсистеми ІМІС-ВП(i), що пересилається до ІМІС-ВП(j).

При обміні технологічною інформацією між ВІС(i) та ВІС(j) необхідно, як правило, застосовувати лише два інформаційних об’єкта:

- ТФ-обміну технологічною інформацією (ТФ-Т) – набір даних, що містить масив відомостей інформаційних баз даних, класифікаторів та кодифікаторів, іншої технологічної інформації, необхідної для підтримки функціонування ІМІС;
- ЕД-обміну технологічною інформацією (ЕД-Т) – це ТФ-Т, завірений ЕЦП засобами ІМІС-ВП.

Для забезпечення безпеки інформації та ідентифікації відправника пересилання її через ІТС повинно бути у вигляді електронних документів незалежно від застосованої технології. А тому транспортні файли перед експортуванням через ІТС треба перетворювати на електронні документи. Для збереження конфіденційності інформації такі електронні документи можуть бути зашифровані. Перелічені операції повинні мати місце як в ІМІС-ВП, так і в ІМІС-ЦП. В останньому випадку це відбувається через те, що формат БД абонента-відправника (значення класифікаторів) та формат БД абонента-одержувача можуть бути не узгоджені, а це вимагає провести операції по перетворенню ТФ одного формату в інший у ІМІС-ЦП під час маршрутизації перед тим знявши ЕЦП з ЕД, а після перетворення знову наклавши ЕЦП на ТФ. Для узгодження та перетворення форматів в ІМІС-ЦП необхідно мати БД відповідності між значеннями класифікаторів БД ВІС(i) та БД ВІС(j). Таким чином, для обробки інформаційних об’єктів і в ІМІС-ВП і в ІМІС-ЦП необхідно передбачити відповідні програмно-апаратні засоби: АРМ для ІМІС-ВП та файловий сервер для ІМІС-ЦП.

Для підтримки дієздатності системи у будь-який час і недопущення відмови у видачі інформації, а, тим більш, її втрати, в ній повинна бути передбачена можливість відстрочки передачі електронних документів при тимчасовій недоступності приймаючої сторони. ЕД при цьому можуть тимчасово зберігатися та накопичуватися у спеціально передбачених програмно-апаратних засобах – шлюзових серверах кожної ІМІС-ВП абонента-відправника. Термін зберігання (відстрочки) визначається терміном відновлення доступу до приймаючої сторони.

ІТС повинна забезпечувати доставку ЕД-П, ЕД-КОП, ЕД-КЗП, ЕД-З, ЕД-В та ЕД-КВ до шлюзових серверів ІМІС-ВП абонентів-отримувачів. В ІМІС-ВП повинно відбутися перетворення ЕД на ТФ та передача до ВІС. Подальше завантаження ТФ до БД ВІС має виконуватися за допомогою програмних засобів, спеціально розроблених для цього суб’єктами ІМІС.

3. Етапи інформаційного процесу в межах визначених технологій в ІМІС

Структура ІМІС, а саме: наявність в ній відомчих підсистем ІМІС-ВП, інтегрованих з відповідними ВІС абонентів ІМІС, та центральної підсистеми ІМІС-ЦП потребує реалізації кожної з вищенаведених технологій

інформаційного обміну в кілька етапів. Інформаційний процес P у залежності від прийнятого рівня абстракцій можна описувати як множину інформаційних процесів P_T у кожній з визначених технологій, за кожним з етапів P_{TE} , ті, у свою чергу, як множину інформаційних процесів за кожною з фаз $P_{TE\Phi}$ і далі до множини операцій $P_{TE\Phi O}$ або подій:

$$P = \bigcup_T P_T = \bigcup_T \bigcup_E P_{TE} = \bigcup_T \bigcup_E \bigcup_\Phi P_{TE\Phi} = \bigcup_T \bigcup_E \bigcup_\Phi \bigcup_O P_{TE\Phi O},$$

де символ (\bigcup) означає на агрегацію певної кількості інформаційних процесів у інформаційний процес більш високого рангу.

Для подальшого опису інформаційних процесів внесемо формалізовані позначки деяких компонентів ІМІС. З їхнього переліку вилучимо ІТС, бо вона тільки надає свої канали зв'язку не вносячи функціональних навантажень у інформаційний процес. Позначимо ВІС – A ; ІМІС-ВП – B ; ІМІС-ЦП – C .

При $T = 1$, тобто у випадку, коли при вирішенні задач j -ої ВІС задіяні великі масиви інформації i -ої ВІС, причому ця інформація повинна набути форму, прийнятну для задач j -ої ВІС, інформаційний процес $P_{T=1}$ відбувається за 3 етапи (E):

- $P_{TE=1}$ – інформаційний процес на етапі ($E = 1$) регламентної передачі впорядкованого, у відповідності до заздалегідь узгодженого регламенту, набору інформаційних даних у вигляді “файла-повідомлення” (ТФ-П/ЕД-П) з ВІС(i) до ВІС(j), що можна описати ланцюжком послідовно активованих компонентів ІМІС $[A_i \mapsto B_i \mapsto C \mapsto B_j \mapsto A_j]$;

- $P_{TE=2}$ – інформаційний процес на етапі ($E = 2$) передачі квитанції (ТФ-КОП/ЕД-КОП) про отримання ЕД-П з ІМІС-ВП(j) до ВІС(i), що можна описати ланцюжком $[B_j \mapsto C \mapsto B_i \mapsto A_i]$;

- $P_{TE=3}$ – інформаційний процес на етапі ($E = 3$) передачі квитанції (ТФ-КЗП/ЕД-КЗП) про результати завантаження ТФ-П у БД ВІС(j) з ВІС(j) до ВІС(i), що можна описати ланцюжком $[A_j \mapsto B_j \mapsto C \mapsto B_i \mapsto A_i]$.

При $T = 2$, тобто, у випадку, коли для задач i -ої ВІС необхідно використання окремих фрагментів інформації j -ої ВІС, інформаційний процес $P_{T=2}$ також відбувається за 3 етапи:

- $P_{TE=1}$ – інформаційний процес на етапі ($E = 1$) передачі впорядкованого у відповідності до узгодженого формату “файла-запиту” (ТФ-З/ЕД-З) з ВІС(i) до ВІС(j), що можна описати ланцюжком $[A_i \mapsto B_i \mapsto C \mapsto B_j \mapsto A_j]$;

- $P_{TE=2}$ – інформаційний процес на етапі ($E = 2$) передачі впорядкованого у відповідності до заздалегідь узгодженого формату “файла-відповіді” (ТФ-В/ЕД-В) з ВІС(j) до ВІС(i), що можна описати ланцюжком $[A_j \mapsto B_j \mapsto C \mapsto B_i \mapsto A_i]$;

- $P_{TE=3}$ – інформаційний процес на етапі ($E = 3$) передачі квитанції (ТФ-КВ/ЕД-КВ) з ІМІС-ВП(i) до ВІС(j) за результатами завантаження у БД ВІС(i) інформаційного об'єкта “файл-відповідь”, що можна описати ланцюжком $[B_i \mapsto C \mapsto B_j \mapsto A_j]$.

При $T = 3$, тобто при обміні технологічною інформацією для підтримки функціонування ІМІС:

- $P_{TE=1}$ – інформаційний процес на етапі ($E = 1$) передачі технологічної інформації у вигляді “файла-обміну” (ТФ-Т або ЕД-Т) з ВІС(i) до ІМІС-ЦП, що можна описати ланцюжком $[A_i \mapsto B_i \mapsto C]$.

Аналіз ланцюжків послідовно активованих компонентів показує, що, не дивлячись на різноманітність етапів, всі їх можна звести лише до одного виду процесу передачі інформаційних об'єктів: до $[A_i \mapsto B_i \mapsto C \mapsto B_j \mapsto A_j]$ та його скорочених варіантів – $[B_j \mapsto C \mapsto B_i \mapsto A_i]$ і $[A_i \mapsto B_i \mapsto C]$. Зрозуміло, що направленість процесу на його характер не впливає, тому індексація компонентів, що беруть участь у процесі, не є критичною, але їх кількість має важливе значення, тому що операції інформаційного процесу P_{TE} логічніше за все групувати за фазами (Φ), кожна з яких відбувається в межах одного програмно-апаратного засобу активного компонента, і тривалість яких визначається терміном між тактами, що ініціюють інформаційні процеси $P_{TE\Phi}$ за фазами, де кількість фаз визначатиметься значеннями показників T та E .

Це логічне розбиття на фази зроблено для фізичного розриву інформаційного потоку за засобами компонентів, щоб була можливість для часового узгодження інтервалів протікання інформаційного процесу. Для досягнення цієї мети краще застосувати шлюзовий сервер, тим більше, що його необхідність у ІМІС-ЦП та кожній ІМІС-ВП вже достатньо обгрунтована. До цього програмно-апаратного засобу ІМІС-ВП можна занести

інформаційний об'єкт, де він міг би бути в режимі чекання, доки його не імпортує ІМІС-ЦП або ВІС, що зв'язана з цією ІМІС-ВП, тобто компоненти, що функціонально є вищими за рангом.

Якщо опис технологій здійснювати у кілька ступіней, щодесь нагадують завії спіральної моделі життєвого циклу програмного продукту [2, 3], на кожній з яких опис буде чим далі все більш детальний, то це, так би мовити, послідовне наближення до кінцевого результату приведе не тільки до виявлення деталей ходу інформаційного процесу, а й, що важливіше, до впевненого виявлення повного набору програмних засобів, що необхідно для підтримки саме цього інформаційного процесу. І не тільки в межах окремого етапу, а, навіть, за кожною фазою та операцією. Розглянемо більш детально моделювання процесу такого виду на прикладі регламентної передачі даних у вигляді "повідомлень".

4. Моделювання фаз інформаційного процесу передачі "повідомлень"

Регламентна передача даних ($T = 1$) між суб'єктами ІМІС у вигляді "повідомлення" з ВІС(i) до ВІС(j) може бути реалізована у відповідності до операцій інформаційного процесу, згрупованих за фазами у кожному етапі. Інформаційний процес у всіх фазах ініціюється одночасно за попередньо обумовленим проміжком часу (за тактами), але відбувається у будь-якій фазі тільки тоді, коли відбувся інформаційний процес у попередній фазі. Це обов'язкова умова. Саме її опис починатиме перелік операцій за кожною фазою. Це перегукується з трактуванням в [10] про запис $x \rightarrow P$, який зазначає той факт, що подія x є першою у описі поведінки інформаційного об'єкта, подальша поведінка якого задається процесом P . Неформально цей запис можна розуміти, наприклад, як активізацію процесу P або як перехід об'єкта в інший стан під впливом події x . У відповідності з цим $x \rightarrow P$ також являє собою процес, що дає можливість визначення процесів.

Інформаційний процес $P_{TE} = \bigcup_{\phi=1}^{11} P_{TE\phi}$ для $T = 1$, $E = 1$ складається з 11 фаз, що можна записати як:

$P_{TE} = P_{TE\phi=1} \mapsto \dots \mapsto P_{TE\phi=11}$, де символ (\mapsto) вказує на каузальний зв'язок між попередньою та наступною фазою, тобто, на те, що наступна фаза інформаційного процесу не може відбутися поки не відбулась попередня або не склалися необхідні умови, не зважаючи на появу тактового сигналу.

Опис технологій інформаційного обміну між абонентами ІМІС будемо розглядати як сукупність описів станів інформаційного об'єкта, причому кожний стан, в свою чергу, будемо розглядати як результат операції, що є направленою функцією трьох складових: попереднього стану інформаційного об'єкта, програмних засобів, що реалізують цю функцію, та набору правил за якими провадитиметься така реалізація.

Обмін інформацією з тої чи іншої технології можна розглядати як ланцюг подій в інформаційному процесі, які переводять його з одного стану в інший. Інформаційний процес у фазі $P_{TE\phi} = \bigcup P_{TE\phi\theta}$ складається з низки каузально зв'язаних подій, яку, в свою чергу, можна розглядати як операцію (акцію) над інформаційним об'єктом (транспортним файлом або електронним документом), що відбувається у тому чи іншому компоненті системи для досягнення поставленої мети. Таким чином, опис операції повинен відповідати на питання – що й де відбувається або повинно відбутися, як свого роду імператив (imperative) – розпорядження до акції. А опис стану інформаційного процесу повинен відповідати на питання – до чого ця подія привела або приведе? Який результат проведеної операції? Що у що перетворено і куди переслано?

Виходячи з цього формат опису операцій приймемо наступним. Ідентифікатор операції (наприклад, *form* – формування, *hold* – зберігання тощо) та дві групи параметрів в дужках, що зазначають стан інформаційного процесу до операції (n) і після (p):

$$\mathfrak{S} : (P_1^n, P_2^n, P_3^n) \rightarrow (P_1^p, P_2^p, P_3^p).$$

Кожна група складається з трьох параметрів:

- P_1 – інформаційний об'єкт, над яким відбувається операція (наприклад, F_{ij}^i – ТФ-П, що формується на ВІС(i) і пересилається до ВІС(j), значення класифікаторів в якому відповідають БД ВІС(i), D_{ij}^i – електронний документ, S_{ij}^i – зашифрований електронний документ);
- P_2 – активний компонент ІМІС (A_i, B_i, C, B_j, A_j), де відбувається інформаційний процес даної фази;
- P_3 – програмно-апаратний засіб активного компонента (наприклад, WS – робоча станція, $A_i \nu SP$ – підкаталог ВІС (A_i) вхідного каталогу (ν) шлюзового сервера (SP); $CwSP$ – підкаталог ЦП (C) вихідного каталогу (w) шлюзового сервера; FS – файловий сервер; SDB – сервер бази даних).

Розглянемо описи інформаційних процесів $P_{TE\phi\theta}$ за кожною з операцій у межах визначених фаз Φ для $E = 1$.

$P_{TE\phi=1} = \bigcup_{\theta=1}^5 P_{TE\phi\theta}$ складається з операцій формування ТФ-П, що відбуваються у ВІС(i) під час $\Phi = 1$:

- $P_{TE\Phi O=1} = anchan : (\Delta DB, A_i, SDB)$ – ініціювання фази інформаційного процесу за наявності змін в БД (ΔDB) ВІС(i) під час чергового такту;

- $P_{TE\Phi O=2} = form : (\Delta DB, A_i, SDB) \rightarrow (F_{ij}^i, A_i, B_i vWS)$ – операція формування з інформаційних даних

БД засобами ВІС(i) ТФ-П формату ВІС(i), тобто, із значеннями класифікаторів (K^i) БД ВІС(i) за наявності змін в БД (ΔDB) ВІС(i) під час чергового такту;

- $P_{TE\Phi O=3} = eksp : (F_{ij}^i, A_i, B_i vWS) \rightarrow (F_{ij}^i, B_i, A_i vSP)$ – операція експортування ТФ-П до підкаталога ВІС вхідного каталогу ШС ІМІС-ВП(i);

- $P_{TE\Phi O=4} = regt : (F_{ij}^i, B_i, A_i vSP)$ – реєстрація відправлення ТФ-П;

- $P_{TE\Phi O=5} = hold : (F_{ij}^i, B_i, A_i vSP)$ – операція зберігання ТФ-П до чергового такту.

На прикладі опису $P_{TE\Phi=1}$ видно, що за описом операцій у складі фази нема необхідності наводити першу групу параметрів, які описують стан інформаційного процесу до операції, оскільки цей стан є кінцевим станом попередньої операції. Тому в подальшому за таким записом будемо наводити тільки кінцевий стан процесу після операції.

$P_{TE\Phi=2} = \bigcup_{O=1}^3 P_{TE\Phi O}$ складається з операцій реєстрування ТФ-П у ШС ІМІС-ВП(i) під час $\Phi = 2$:

- $P_{TE\Phi O=1} = rego : (F_{ij}^i, B_i, A_i vSP)$ – ініціювання фази інформаційного процесу за наявності ТФ-П у підкаталозі ВІС(i) вхідного каталогу ШС ІМІС-ВП(i) під час чергового такту – операція реєстрування отримання ТФ-П на вхідному каталозі ШС ІМІС-ВП(i);

- $P_{TE\Phi O=2} = move : (F_{ij}^i, B_i, WSwSP)$ – операція переміщення ТФ-П до підкаталогу АРМ вихідного каталогу ШС ІМІС-ВП(i);

- $P_{TE\Phi O=3} = hold : (F_{ij}^i, B_i, WSwSP)$ – операція зберігання ТФ-П до чергового такту.

$P_{TE\Phi=3} = \bigcup_{O=1}^7 P_{TE\Phi O}$ складається з операцій, що відбуваються у АРМ ІМІС-ВП(i) під час $\Phi = 3$:

- $P_{TE\Phi O=1} = get : (F_{ij}^i, B_i, SPvWS)$ – ініціювання фази інформаційного процесу за наявності ТФ-П у підкаталозі АРМ вихідного каталогу ШС ІМІС-ВП(i) під час чергового такту – операція отримання ТФ-П з підкаталогу АРМ вихідного каталогу ШС ІМІС-ВП(i) до АРМ ІМІС-ВП(i);

- $P_{TE\Phi O=2} = ensig : (D_{ij}^i, B_i, SPvWS)$ – операція накладення ЕЦП ІМІС-ВП(i) на ТФ-П, тобто формування ЕД-П;

- $P_{TE\Phi O=3} = encod : (S_{ij}^i, B_i, SPvWS)$ – операція шифрування ЕД-П;

- $P_{TE\Phi O=4} = move : (S_{ij}^i, B_i, SPwWS)$ – операція переміщення ЕД-ПШ до підкаталога ШС вихідного каталогу АРМ ІМІС-ВП(i);

- $P_{TE\Phi O=5} = trans : (S_{ij}^i, B_i, WSwSP)$ – транспортування ЕД-ПШ з АРМ ІМІС-ВП(i) до підкаталога АРМ вхідного каталогу ШС ІМІС-ВП(i);

- $P_{TE\Phi O=6} = regt : (S_{ij}^i, B_i, WSwSP)$ – реєстрація відправлення ТФ-П;

- $P_{TE\Phi O=7} = hold : (S_{ij}^i, B_i, WSwSP)$ – операція зберігання ЕД-ПШ до чергового такту.

$P_{TE\Phi=4} = \bigcup_{O=1}^3 P_{TE\Phi O}$ складається з операцій реєстрування ЕД-ПШ у ШС ІМІС-ВП(i) при $\Phi = 4$:

- $P_{TE\Phi O=1} = rego : (S_{ij}^i, B_i, WSwSP)$ – ініціювання інформаційного процесу цієї фази за наявності ЕД-ПШ у підкаталозі АРМ вхідного каталогу ШС ІМІС-ВП(i) під час чергового такту – операція реєстрування отримання ЕД-ПШ на вхідному каталозі ШС ІМІС-ВП(i);

- $P_{TE\Phi O=2} = move : (S_{ij}^i, B_i, CwSP)$ – переміщення ЕД-ПШ до підкаталогу ЦП вихідного каталогу ШС ІМІС-ВП(i);

- $P_{TE\Phi O=3} = hold : (S_{ij}^i, B_i, CwSP)$ – операція зберігання ЕД-ПШ до чергового такту.

$P_{TE\Phi=5} = \bigcup_{O=1}^5 P_{TE\Phi O}$ складається з операцій реєстрування ЕД-ПШ у ШС ІМІС-ЦП при $\Phi = 5$:

- $P_{TE\Phi O=1} = imp : (S_{ij}^i, C, A_i vSP)$ – ініціювання інформаційного процесу цієї фази за наявності ЕД-ПШ у підкаталозі ЦП вихідного каталогу ШС ІМІС-ВП(i) під час чергового такту – операція імпортування ЕД-ПШ до підкаталогу ВІС(i) вхідного каталогу ШС ІМІС-ЦП;

- $P_{TE\Phi O=2} = \text{rego} : (S_{ij}^i, C, A_i vSP)$ – реєстрування отримання ЕД-ПШ на підкаталозі ВІС(i) вхідного каталогу ШС ІМІС-ЦП;

- $P_{TE\Phi O=3} = \text{move} : (S_{ij}^i, C, A_i wSP)$ – переміщення ЕД-ПШ до підкаталога ВІС(i) вихідного каталогу ШС ІМІС-ЦП;

- $P_{TE\Phi O=4} = \text{entimer} : (S_{ij}^i, C, A_i wSP)$ – включення таймера квитанції КОП про отримання ЕД-ПШ;

- $P_{TE\Phi O=5} = \text{hold} : (S_{ij}^i, C, A_i wSP)$ – операція зберігання ЕД-ПШ до чергового такту.

$P_{TE\Phi=6} = \bigcup_{O=1}^{12} P_{TE\Phi O}$ складається з операцій, що відбуваються у ФС ІМІС-ЦП під час $\Phi = 6$:

- $P_{TE\Phi O=1} = \text{get} : (S_{ij}^i, C, A_i vSF)$ – ініціювання інформаційного процесу цієї фази за наявності ЕД-ПШ у підкаталозі ВІС(i) вихідного каталогу ШС ІМІС-ЦП під час чергового такту – операція отримання ЕД-ПШ до підкаталога ВІС(i) вхідного каталогу ФС ІМІС-ЦП;

- $P_{TE\Phi O=2} = \text{rego} : (S_{ij}^i, C, A_i vSF)$ – реєстрування отримання ЕД-ПШ на вхідному каталозі ФС ІМІС-ЦП;

- $P_{TE\Phi O=3} = \text{anform} : \frac{(K^i \neq K^j, C, A_i vSF) : P_{TE\Phi O=4}}{(K^i \equiv K^j, C, A_i vSF) : P_{TE\Phi O=9}}$ – аналіз необхідності в забезпеченні відповідності

значень класифікаторів (K) БД i -ої та j -ої ВІС. Тільки в разі такої потреби, якщо $K^i \neq K^j$, перехід до операції 4, якщо ж $K^i \equiv K^j$, перехід до операції 9;

- $P_{TE\Phi O=4} = \text{decod} : (D_{ij}^i, C, A_j vSF)$ – розшифровка ЕД-ПШ у ЕД-П;

- $P_{TE\Phi O=5} = \text{desig} : (F_{ij}^i, C, A_j vSF)$ – зняття ЕЦП ІМІС-ВП(i) з ЕД-П, тобто, формування ТФ-П;

- $P_{TE\Phi O=6} = \text{conv} : (F_{ij}^j, C, A_j vSF)$ – перетворення ТФ-П із значеннями класифікаторів (K^i) БД ВІС(i) на

ТФ-П із значеннями класифікаторів (K^j) БД ВІС(j) за допомогою БД відповідності між значеннями класифікаторів БД ВІС(i) та ВІС(j);

- $P_{TE\Phi O=7} = \text{ensig} : (D_{ij}^j, C, A_j vSF)$ – накладення ЕЦП ІМІС-ЦП на ТФ-П, тобто формування ЕД-П;

- $P_{TE\Phi O=8} = \text{encod} : (S_{ij}^j, C, A_j vSF)$ – шифрування ЕД-П у ЕД-ПШ;

- $P_{TE\Phi O=9} = \text{move} : (S_{ij}^j, C, A_j wSF)$ – переміщення ЕД-ПШ до підкаталога ВІС(j) вихідного каталогу ФС ІМІС-ЦП;

- $P_{TE\Phi O=10} = \text{trans} : (S_{ij}^j, C, A_j vSP)$ – передавання ЕД-ПШ до підкаталога ВІС(j) вхідного каталогу ШС ІМІС-ЦП;

- $P_{TE\Phi O=11} = \text{regt} : (S_{ij}^j, C, A_j vSP)$ – реєстрація відправлення ЕД-ПШ;

- $P_{TE\Phi O=12} = \text{hold} : (S_{ij}^j, C, A_j vSP)$ – зберігання ЕД-ПШ до чергового такту.

$P_{TE\Phi=7} = \bigcup_{O=1}^5 P_{TE\Phi O}$ складається з операцій реєстрування ЕД-ПШ у ШС ІМІС-ЦП при $\Phi = 7$:

- $P_{TE\Phi O=5} = \text{rego} : (S_{ij}^j, C, A_j vSP)$ – ініціювання інформаційного процесу цієї фази за наявності ЕД-ПШ у ШС під час чергового такту – операція реєстрування отримання ЕД-ПШ на підкаталозі ВІС(j) вхідного каталогу ШС ІМІС-ЦП;

- $P_{TE\Phi O=2} = \text{move} : (S_{ij}^j, C, A_j wSP)$ – переміщення ЕД-ПШ до підкаталога ВІС(j) вихідного каталогу ШС ІМІС-ЦП;

- $P_{TE\Phi O=3} = \text{eksp} : (S_{ij}^j, B_j, C vSP)$ – експортування ЕД-ПШ до підкаталога ЦП вхідного каталогу ШС ІМІС-ВП(j);

- $P_{TE\Phi O=4} = \text{regt} : (S_{ij}^j, B_j, C vSP)$ – реєстрування відправлення ЕД-ПШ;

- $P_{TE\Phi O=5} = \text{hold} : (S_{ij}^j, B_j, C vSP)$ – операція зберігання ЕД-ПШ до чергового такту.

$P_{TE\Phi=8} = \bigcup_{O=1}^3 P_{TE\Phi O}$ складається з операцій реєстрування ЕД-ПШ у ШС ІМІС-ВП(j) при $\Phi = 8$:

- $P_{TE\Phi O=1} = \text{rego} : (S_{ij}^j, B_j, C vSP)$ – ініціювання інформаційного процесу цієї фази за наявності ЕД-ПШ у підкаталозі ЦП вхідного каталогу ШС ІМІС-ВП(j) під час чергового такту – операція реєстрування отримання ЕД-ПШ на вхідному каталозі ШС ІМІС-ВП(j);

- $P_{TE\Phi O=2} = \text{move} : (S_{ij}^j, B_j, C vSP) \rightarrow (S_{ij}^j, B_j, WSwSP)$ – переміщення ЕД-ПШ до підкаталога АРМ вихідного каталогу ШС ІМІС-ВП(j);

- $P_{TE\Phi=3} = hold : (S_{ij}^j, B_j, WSvSP)$ – зберігання ЕД-ПШ до чергового такту.
- $P_{TE\Phi=9} = \bigcup_{O=1}^8 P_{TE\Phi O}$ складається з операцій отримання ЕД-ПШ у ІМІС-ВП(j) при $\Phi = 9$:
- $P_{TE\Phi O=1} = get : (S_{ij}^j, B_j, SPvWS)$ – ініціювання інформаційного процесу цієї фази за наявності ЕД-ПШ у підкаталозі АРМ вихідного каталогу ШС ІМІС-ЦП під час чергового такту – операція отримання ЕД-ПШ на підкаталозі ШС вхідного каталогу АРМ ІМІС-ВП(j);
 - $P_{TE\Phi O=2} = rego : (S_{ij}^j, B_j, SPvWS)$ – реєстрування отримання ЕД-ПШ на АРМ ІМІС-ВП(j) та одночасно формування ТФ-КОП формату ВІС(j) про отримання ЕД-П на вхідному каталозі ШС ІМІС-ВП(j) (ця і подальші операції над ТФ-КОП розглядаються у складі етапу $E = 2$, як це показано на рис.2);
 - $P_{TE\Phi O=3} = decod : (D_{ij}^j, B_j, SPvWS)$ – розшифровка ЕД-ПШ у ЕД-П;
 - $P_{TE\Phi O=4} = desig : (F_{ij}^j, B_j, SPvWS)$ – зняття ЕЦП ІМІС-ВП(i) або ЕЦП ІМІС-ЦП з ЕД-П, тобто формування ТФ-П;
 - $P_{TE\Phi O=5} = move : (F_{ij}^j, B_j, SPvWS)$ – переміщення ТФ-П до підкаталога ШС вихідного каталогу АРМ ІМІС-ВП(j);
 - $P_{TE\Phi O=6} = trans : (F_{ij}^j, B_j, WSvSP)$ – передавання ТФ-П з АРМ ІМІС-ВП(j) до підкаталога ВІС вхідного каталогу ШС ІМІС-ВП(j);
 - $P_{TE\Phi O=7} = regt : (F_{ij}^j, B_j, WSvSP)$ – реєстрування відправлення ТФ-П;
 - $P_{TE\Phi O=8} = hold : (F_{ij}^j, B_j, WSvSP)$ – зберігання ТФ-П формату ВІС(j) до чергового такту;
- $P_{TE\Phi=10} = \bigcup_{O=1}^3 P_{TE\Phi O}$ складається з операцій реєстрування ТФ-П у ШС ІМІС-ВП(j) при $\Phi = 10$:
- $P_{TE\Phi O=1} = rego : (F_{ij}^j, B_j, WSvSP)$ – ініціювання інформаційного процесу цієї фази за наявності ТФ-П у підкаталозі АРМ вхідного каталогу ШС ІМІС-ВП(j) під час чергового такту – операція реєстрування отримання ТФ-П на вхідному каталозі ШС ІМІС-ВП(j);
 - $P_{TE\Phi O=2} = move : (F_{ij}^j, B_j, WSvSP) \rightarrow (F_{ij}^j, B_j, A_j wSP)$ – переміщення ТФ-П до підкаталога ВІС вхідного каталогу ШС ІМІС-ВП(j);
 - $P_{TE\Phi O=3} = hold : (F_{ij}^j, B_j, A_j wSP)$ – зберігання ТФ-П до чергового такту.
- $P_{TE\Phi=11} = \bigcup_{O=1}^2 P_{TE\Phi O}$ складається з операцій отримання ТФ-П у ВІС(j) при $\Phi = 11$:
- $P_{TE\Phi O=1} = imp : (F_{ij}^j, A_j, SDB)$ – ініціювання інформаційного процесу цієї фази за наявності ТФ-П у підкаталозі ВІС вхідного каталогу ШС ІМІС-ВП(j) під час чергового такту – операція імпортування ТФ-П формату ВІС(j) до серверу БД ВІС(j);
 - $P_{TE\Phi O=2} = load : (\Delta DB, A_j, SDB)$ – завантаження ТФ-П до БД ВІС(j) та одночасно формування ТФ-КЗП у форматі ВІС(j) за результатами завантаження ТФ-П (ця і подальші операції над ТФ-КЗП розглядаються у складі етапу $E = 3$, як це показано на рис. 2).

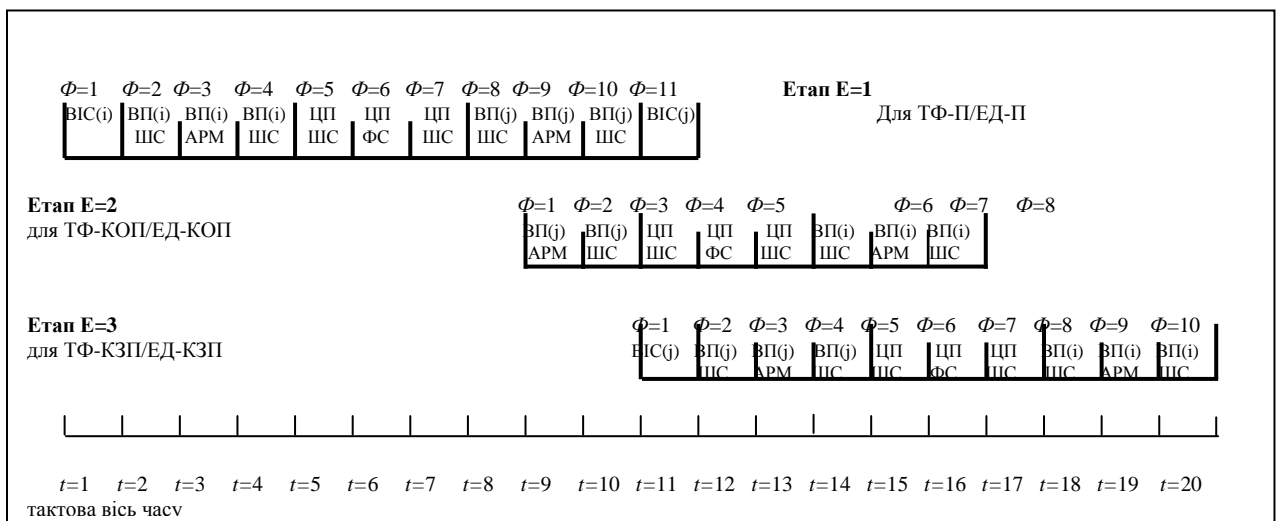


Рис. 2. Розподіл фаз інформаційних процесів $P_{TE=1}$, $P_{TE=2}$, $P_{TE=3}$ ($T = 1$) на тактовій вісі часу

Враховуючи те, що $P_{TE=2}$ та $P_{TE=3}$, тобто інформаційні процеси на етапах $E = 2$ та $E = 3$, відбуваються на наборі майже тих самих операцій, що й $E = 1$, то нема необхідності так само ретельно розглядати етапи $E = 2$ та $E = 3$, хіба що тільки ті операції, які не зустрічались на етапі $E = 1$.

Для $E = 2$:

- $P_{T=1, E=2, \Phi=8, O=3} = \text{antime} : (\dot{T} > K\ddot{T}, B_i, WSvSP)$ – аналіз показань таймера \dot{T} , якщо він більше контрольного часу $K\ddot{T}$ приходу квитанції КЗП за результатами завантаження ТФ-П, то генерування відповідного повідомлення адміністратору системи.

Для $E = 3$:

- $P_{T=1, E=3, \Phi=6, O=3} = \text{anmist} : (\ddot{S}_{ji}^j, C, A_j vSF) \rightarrow \frac{(\ddot{T}_{error}^C = \text{false}, C, A_j vSF) : P_{TE\Phi O=4}}{(\ddot{T}_{error}^C = \text{true}, C, A_j vSF) : P_{T, E=1, \Phi=6}}$ – аналіз признаку наявності

помилки ІМІС-ЦП в ЕД-П. Якщо признаку помилок нема, то перехід до наступної операції, якщо ж він існує, то відкат до фази $\Phi = 6$ етапу $E = 1$;

- $P_{T=1, E=3, \Phi=10, O=3} = \text{anmist} : (\ddot{S}_{ji}^i, B_i, WSvSP) \rightarrow \frac{(\ddot{T}_{error}^{A_i} = \text{false}, B_i, WSvSP) : P_{TE\Phi O=4}}{(\ddot{T}_{error}^{A_i} = \text{true}, B_i, WSvSP) : P_{T, E=1, \Phi=1}}$ – аналіз признаку

наявності помилок ВІС(i) в ЕД-П. Якщо признаку помилок нема, то перехід до наступної операції, якщо ж він існує, то відкат до фази $\Phi = 1$ етапу $E = 1$;

- $P_{T=1, E=3, \Phi=10, O=4} = \text{antime} : (\ddot{T} > K\ddot{T}, B_i, WSvSP)$ – аналіз показань таймера \ddot{T} , якщо він більше контрольного часу $K\ddot{T}$ приходу квитанції КЗП за результатами завантаження ТФ-П, то генерування відповідного повідомлення адміністратору системи.

Треба зазначити, що інформаційні процеси $P_{T=1, E=1, \Phi=1}$, $P_{T=1, E=1, \Phi=6}$, $P_{T=1, E=2, \Phi=4}$, $P_{T=1, E=3, \Phi=1}$, $P_{T=1, E=3, \Phi=6}$ містять операції (останні в їх переліку), що за логікою та часом відносяться до фази саме цього процесу, хоча реалізуються засобами іншої компоненти, яка стає активною після чергового тактового сигналу, тобто, в наступній фазі.

Така форма опису інформаційних процесів, що відбуваються у відповідності до наведених тут технологій обміну інформацією між суб'єктами ІМІС, важка для сприйняття. Вона утруднює виділення подібних або, навіть, ідентичних операцій по різних етапах та їхнього порівняння, що може призвести до появи небажаних помилок. Для усунення цих недоліків пропонуємо більш лаконічну, але й більш жорстку до відображення форму запису інформаційного процесу.

5. Моделювання етапу інформаційного процесу передачі "повідомлень"

Поведінку інформаційних об'єктів зручно представляти у вигляді сукупності взаємодіючих інформаційних процесів. Наведемо формальний опис інформаційних процесів та змодельуємо їхню взаємодію стосовно до задач опису архітектури інформаційних систем, використавши для цього, у деякій мірі, математичний апарат, в основу якого покладено нотацію і математичну теорію Хоара [10].

Під інформаційним процесом будемо розуміти модель поведінки інформаційного об'єкта, виражену в термінах попередньо визначених подій, які утворюють деяку скінчену множину, що зветься алфавітом процесу. В алфавіт процесу можуть входити як події, що виникають у певному контексті поведінки об'єкта, так і події, що не реалізуються ні в якому контексті. У кожному мить у моделі може відбутися тільки одна подія. Вияв подій, що не можуть бути реалізовані, можна розглядати як одну із задач дослідження інформаційного процесу.

Формальний опис інформаційного процесу в фазі складається з низки описів операцій у форматі $\mathfrak{S} : (P_1^p, P_2^p, P_3^p)$, що відбуваються упродовж цієї фази. Кожний з цих трьох параметрів від операції до операції або буде змінюватись, або ні. Таким чином вся множина можливих операцій по всіх фазах та всіх етапах може бути представлена тільки вісьмома їх типами. Це легко встановити, якщо замість параметрів стану інформаційного процесу, що не змінюються у результаті операції, проставити ризку. Це дозволяє наочно та швидко визначити, який з параметрів і в якому місці терпить зміну, а також, яка з операцій змінює інформаційний об'єкт або місце його знаходження. Такий формат запису дозволяє лаконічно й прозоро описати інформаційний процес за технологією $T = 1$ по фазах.

Інформаційний процес $P_{TE=1}$ по фазах для ($E = 1$):

$P_{TE\Phi=1} = \text{anchan} : (DB, A_i, SDB) \mapsto \text{form} : (F_{ij}^i, -, B_i wWS) \mapsto \text{eksp} : (-, B_i, A_i vSP) \mapsto \text{regt} : (-, -, -) \mapsto \text{hold} : (-, -, -);$

$P_{TE\Phi=2} = \text{rego} : (-, -, -) \mapsto \text{move} : (-, -, WSvSP) \mapsto \text{hold} : (-, -, -);$

$P_{TE\Phi=3} = \text{get} : (-, -, SPvWS) \mapsto \text{ensig} : (D_{ij}^i, -, -) \mapsto \text{encod} : (S_{ij}^i, -, -) \mapsto \text{move} : (-, -, SPwWS) \mapsto$

$\mapsto \text{trans} : (-, -, WSvSP) \mapsto \text{regt} : (-, -, -) \mapsto \text{hold} : (-, -, -);$

$P_{TE\Phi=4} = \text{rego} : (-, -, -) \mapsto \text{move} : (-, -, CwSP) \mapsto \text{hold} : (-, -, -);$

$$\begin{aligned}
 P_{TE\Phi=5} &= imp : (-, C, A_i vSP) \mapsto rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, A_i wSP) \mapsto entimer : (-, -, -) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=6} &= get : (-, -, A_i vSF) \mapsto rego : (-, -, -) \mapsto anform : \frac{(K^i \neq K^j, -, -) : P_{TE\Phi O=4}}{(K^i \equiv K^j, -, -) : P_{TE\Phi O=9}} \mapsto decod : (D_{ij}^i, -, -) \mapsto \\
 &\mapsto desig : (F_{ij}^i, -, -) \mapsto conv : (F_{ij}^j, -, -) \mapsto ensig : (D_{ij}^j, -, -) \mapsto encod : (S_{ij}^j, -, -) \mapsto move : (-, -, A_j wSF) \mapsto \\
 &\mapsto trans : (-, -, A_j vSP) \mapsto regt : (-, -, -) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=7} &= rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, A_j wSP) \mapsto eksp : (-, B_j, CvSP) \mapsto regt : (-, -, -) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=8} &= rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, WSwSP) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=9} &= get : (-, -, SPvWS) \mapsto rego : (-, -, -) \mapsto decod : (D_{ij}^j, -, -) \mapsto desig : (F_{ij}^j, -, -) \mapsto move : (-, -, SPwWS) \mapsto \\
 &\mapsto trans : (-, -, WsvSP) \mapsto regt : (-, -, -) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=10} &= rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, A_j wSP) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=11} &= imp : (-, A_j, SDB) \mapsto load : (\Delta DB, -, -).
 \end{aligned}$$

Інформаційний процес $P_{TE=2}$ по фазах для ($E = 2$):

$$\begin{aligned}
 P_{TE\Phi=1} &= form : (\dot{F}_{ji}^j, B_j, SPvWS) \mapsto ensig : (\dot{D}_{ji}^j, -, -) \mapsto encod : (\dot{S}_{ji}^j, -, -) \mapsto move : (-, -, SPwWS) \mapsto \\
 &\mapsto trans : (-, -, WsvSP) \mapsto regt : (-, -, -) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=2} &= rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, CwSP) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=3} &= imp : (-, C, A_j vSP) \mapsto rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, A_j wSP) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=4} &= get : (-, -, A_j vSF) \mapsto rego : (-, -, -) \mapsto anform : \frac{(K^i \neq K^j, -, -) : P_{TE\Phi O=4}}{(K^i \equiv K^j, -, -) : P_{TE\Phi O=9}} \mapsto decod : (\dot{D}_{ji}^j, -, -) \mapsto \\
 &\mapsto desig : (\dot{F}_{ji}^j, -, -) \mapsto conv : (\dot{F}_{ji}^i, -, -) \mapsto ensig : (\dot{D}_{ji}^i, -, -) \mapsto encod : (\dot{S}_{ji}^i, -, -) \mapsto move : (-, -, A_i wSF) \mapsto \\
 &\mapsto trans : (-, -, A_i vSP) \mapsto regt : (-, -, -) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=5} &= rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, A_i wSP) \mapsto regv : (-, -, -) \mapsto eksp : (-, B_i, CvSP) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=6} &= rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, WSwSP) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=7} &= get : (-, -, SPvWS) \mapsto rego : (-, -, -) \mapsto decod : (\dot{D}_{ji}^i, -, -) \mapsto desig : (\dot{F}_{ji}^i, -, -) \mapsto move : (-, -, SPwWS) \mapsto \\
 &\mapsto trans : (-, -, WsvSP) \mapsto regt : (-, -, -) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=8} &= rego : (-, -, -) \mapsto detimer : (-, -, -) \mapsto antime : (\dot{T} > K\dot{T}) : \dot{M}_{admin}.
 \end{aligned}$$

Інформаційний процес $P_{TE=3}$ по фазах для ($E = 3$):

$$\begin{aligned}
 P_{TE\Phi=1} &= form : (\ddot{F}_{ji}^j, A_j, B_j wWS) \mapsto eksp : (-, B_j, A_j vSP) \mapsto regt : (-, -, -) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=2} &= rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, WSwSP) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=3} &= get : (-, -, SPvWS) \mapsto ensig : (\ddot{D}_{ji}^j, -, -) \mapsto encod : (\ddot{S}_{ji}^j, -, -) \mapsto move : (-, -, SPwWS) \mapsto \\
 &\mapsto trans : (-, -, WsvSP) \mapsto regt : (-, -, -) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=4} &= rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, CwSP) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=5} &= imp : (-, C, A_j vSP) \mapsto rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, A_j wSP) \mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=6} &= get : (-, -, A_j vSF) \mapsto rego : (-, -, -) \mapsto anmist : \frac{(\ddot{T}_{error}^C = false, -, -) : P_{TE\Phi O=4}}{(\ddot{T}_{error}^C = true, -, -) : P_{T,E=1,\Phi=6}} \mapsto \\
 &\mapsto anform : \frac{(K^i \neq K^j, -, -) : P_{TE\Phi O=5}}{(K^i \equiv K^j, -, -) : P_{TE\Phi O=10}} \mapsto decod : (\ddot{D}_{ji}^j, -, -) \mapsto desig : (\ddot{F}_{ji}^j, -, -) \mapsto conv : (\ddot{F}_{ji}^i, -, -) \mapsto \\
 &\mapsto ensig : (\ddot{D}_{ji}^i, -, -) \mapsto encod : (\ddot{S}_{ji}^i, -, -) \mapsto move : (-, -, A_i wSF) \mapsto trans : (-, -, A_i vSP) \mapsto regt : (-, -, -) \mapsto \\
 &\mapsto hold : (-, -, -); \\
 P_{TE\Phi=7} &= rego : (-, -, -) \mapsto move : (-, -, A_i wSP) \mapsto regv : (-, -, -) \mapsto eksp : (-, B_i, CvSP) \mapsto hold : (-, -, -);
 \end{aligned}$$

$$P_{TE\Phi=8} = \text{rego} : (-, -, -) \mapsto \text{move} : (-, -, WSwSP) \mapsto \text{hold} : (-, -, -);$$

$$P_{TE\Phi=9} = \text{get} : (-, -, SPvWS) \mapsto \text{rego} : (-, -, -) \mapsto \text{decod} : (\ddot{D}_{ji}^i, -, -) \mapsto \text{desig} : (\ddot{F}_{ji}^i, -, -) \mapsto \text{move} : (-, -, SPwWS) \mapsto \\ \mapsto \text{trans} : (-, -, WsvSP) \mapsto \text{regt} : (-, -, -) \mapsto \text{hold} : (-, -, -);$$

$$P_{TE\Phi=10} = \text{rego} : (-, -, -) \mapsto \text{detimer} : (-, -, -) \mapsto \text{anmist} : \frac{(T_{error}^{Aj} = \text{false}, -, -) : P_{TE\Phi=4}}{(T_{error}^{Aj} = \text{true}, -, -) : P_{T,E=1,\Phi=1}} \mapsto \text{antime} : (\ddot{T} > K\ddot{T}) : \ddot{M} \text{ admin}.$$

Аналіз наявності ризик та місць розташування дозволяє зробити деякі висновки щодо характеру або типу операцій у складі інформаційного процесу. Для наочності такого аналізу замінимо ризики на “0”, а параметри на “1” та визначимо типи операцій для кожної з можливих восьми комбінацій.

$\mathfrak{S}^1 : (1, 1, 1) = \{\mathfrak{S}_1^1\} = \{\text{anchan}\}$ – стартова операція (*anchan* – аналіз наявності змін інформації БД за певний термін), присутність всіх трьох параметрів свідчить про те, що дана операція є першою в описі поведінки інформаційного об’єкта і саме вона активізує увесь інформаційний процес, як це було показано на початку 4-го розділу ($x \rightarrow P$).

$\mathfrak{S}^2 : (1, 1, 0)$ – неможлива операція.

$\mathfrak{S}^3 : (1, 0, 1) = \{\mathfrak{S}_3^3\} = \{\text{form}\}$ – операція формування, присутність першого та третього параметрів свідчить про те, що така операція змінює як сам об’єкт, так і місце його знаходження в межах одного компонента (*form* – формування).

$\mathfrak{S}^4 : (1, 0, 0) = \{\mathfrak{S}_1^4, \dots, \mathfrak{S}_8^4\} = \{\text{ensig}, \text{desig}, \text{encod}, \text{decod}, \text{anform}, \text{anmist}, \text{conv}, \text{load}\}$ – операції перетворення, присутність тільки першого параметру свідчить про те, що така операція вносить зміни в сам інформаційний об’єкт (*ensig* – накладання ЕЦП на ТФ; *desig* – знімання ЕЦП з ЕД; *encod* – шифрування ЕД; *decod* – розшифрування ЕД; *anform* – аналіз (операція умовного переходу) необхідності узгодження значень класифікаторів БД різних ВІС; *anmist* – аналіз признаку наявності помилок; *conv* – трансформування ТФ для узгодження цих значень; *load* – завантаження ТФ до БД).

$\mathfrak{S}^5 : (0, 1, 1) = \{\mathfrak{S}_1^5, \mathfrak{S}_2^5\} = \{\text{eksp}, \text{imp}\}$ – операція пересилання (*eksp* – експортування, *imp* – імпортування) між компонентами системи [7], присутність другого і третього параметрів свідчить про те, що дана операція не змінює сам інформаційний об’єкт, а тільки місце його обробки з одного компонента на інший, а разом і програмно-апаратного засобу.

$\mathfrak{S}^6 : (0, 1, 0)$ – неможлива операція.

$\mathfrak{S}^7 : (0, 0, 1) = \{\mathfrak{S}_1^7, \mathfrak{S}_2^7, \mathfrak{S}_3^7\} = \{\text{move}, \text{trans}, \text{get}\}$ – операція переміщення, присутність тільки третього параметру свідчить про зміну місця знаходження інформаційного об’єкта в межах одного компонента (*trans* – переміщення-передавання, *get* – переміщення-отримання), або навіть в межах програмно-апаратного засобу (*move* – переміщення).

$\mathfrak{S}^8 : (0, 0, 0) = \{\mathfrak{S}_1^8, \dots, \mathfrak{S}_5^8\} = \{\text{rego}, \text{regt}, \text{hold}, \text{entimer}, \text{detimer}\}$ – допоміжна операція, відсутність параметрів свідчить, що така операція не змінює жодного з них, тобто, така операція не впливає на сам процес, але забезпечує спостереження за ним (*rego* – реєстрування отримання, *regt* – реєстрування відправлення) або узгодження часових факторів (*hold* – зберігання, *entimer* – включення таймеру, *detimer* – виключення таймеру).

Комбінації $\mathfrak{S}^2 : (1, 1, 0)$ та $\mathfrak{S}^6 : (0, 1, 0)$ свідчать про помилковість запису операції і при створенні відповідних програмних засобів повинні сповіщати про це користувача для ініціювання ретельної перевірки символічного запису інформаційних процесів.

Перелічені вісім типів операцій мають місце незалежно від вибраної інформаційної технології, ні навіть від її етапу.

Такий синтаксис запису інформаційних процесів дозволяє не тільки дуже ретельно і детально відслідкувати їхню організацію і, тим самим застрахуватись від помилок, не тільки автоматично ініціювати їхні операції у необхідній послідовності за наявності відповідних програмних засобів, але й контролювати хід їхнього протікання. Якщо виникне якість їх порушення, то система таких засобів автоматично виявить збій та його місце як по фазах інформаційного процесу, так і по компонентах інформаційної системи, аж до підкаталогів. Наприклад, при такому записі можна легко перевірити правильність організації інформаційного процесу під час передачі інформаційного об’єкта з каталогу на каталог. Справа в тому, що обов’язково повинно бути чергування вхідного і вихідного каталогів незалежно від компонентів. Причому, для цього нема необхідності реалізовувати сам процес. Достатньо відповідними засобами перевірити його запис у вище наведеній нотації. Але найважливішим у такому записі інформаційного процесу є те, що це, по суті, програма цього процесу. Зупинка лише за відповідними програмними засобами, що трансформують цей запис у низку машинних команд. За наявності таких засобів з’являється можливість коригування процесу або навіть його повну зміну за рахунок внесення змін у його запис у відповідності до запропонованого в роботі синтаксису. Для цього нема необхідності змінювати програмні засоби.

Висновки

У роботі розглянуті можливі технології обміну інформацією в інтегрованій міжвідомчій інформаційній системі. По кожній з них визначено склад етапів інформаційних процесів, їх поділ на фази, промодельовано протікання інформаційних процесів в умовному часі в межах фаз і, на базі цього, визначені основні види операцій та апаратно-програмні засоби, що реалізують інформаційні процеси.

Наведені записи інформаційних операцій за відповідних програмних засобів можуть дозволити автоматизувати управління інформаційним процесами, пристосувавши до цього математичну теорію Хоара, як це зроблено в [10] щодо послідовних та паралельних процесів у задачах опису та моделювання архітектури обчислювальних пристроїв.

1. ДСТУ 3918-1999 (ISO/IEC 12207:1995) Державний стандарт України. Інформаційні технології. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення. – К.: Держстандарт України, 2000.
2. Алексеев В.А., Терещенко В.С. Развитие спиральной модели жизненного цикла программных систем // Проблемы программирования. – 2003. – № 4. – С. 34–42.
3. Бабенко Л.П., Лаврищева К.М. Основы программной инженерии: Навч. посіб. – К.: Т-во “Знання”, КОО, 2001. – 209 с.
4. Алексеев В.А., Льїн С.А., Мягкова Л.А., Терещенко В.С. Организация схем взаимодействия в интегрированной межведомственной информационной системе // Проблемы программирования. – 2003. – № 3. – С. 71–83.
5. Алексеев В.А., Терещенко В.С. Архитектура интегрированной межведомственной информационной системы как композиция ведомственных информационных систем /Материалы 4 Международной научно-практической конференции з програмування (УкрПРОГ’2004) 1-3 червня 2004 // Проблемы программирования”. – 2004. – № 2-3 (спеціальний випуск). – С. 397 – 408.
6. Алексеев В.А., Мягкова Л.А., Терещенко В.С. Синтез схемы архитектуры межведомственной информационной системы на основе анализа функций її компонентів // Управляющие системы и машины. – 2004. – № 5. – С.11–24.
7. ДСТУ 2227-93 Системи оброблення інформації. Автоматизована установа. Терміни та визначення. Держстандарт України. 1994.
8. Закон України “Про електронні документи та електронний документообіг” № 851-IV від 22.05.2003.
9. ДСТУ 3043-95 Системи оброблення інформації. Телеобробка даних і комп’ютерні мережі. Терміни та визначення. Держстандарт України. – 1995. – 36 с.
10. Погосянц Г.М. Последовательные и параллельные процессы в задачах описания и моделирования архитектуры вычислительных устройств // Системы и средства информатики. – М.: Наука, 1989. – С. 182–192.