

УДК 681.518:004.75

**Пашенко І.А. магістр спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка
Науковий керівник: Корнієнко В.І., д.т.н., професор, завідувач кафедри безпеки
інформації та телекомунікацій**

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ОЦІНКА ВИНИКНЕННЯ ПОМИЛКИ ПІД ЧАС ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У РОЗПОДІЛЕНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

Побудова розподілених автоматизованих систем управління (АСУ) пов'язане з рішенням питань організації збору, зберігання, обробки і автоматичної передачі різних об'ємів. Автентичність переданої інформації - одна з найважливіших характеристик, що визначають якість інформаційного обміну, і один з показників якості обслуговування. Достовірність переданої інформації визначається як якістю каналу зв'язку, так і методами (протоколами) використовуваними для передачі інформації.

Для оцінки невідомої ймовірності використовується, як правило, коефіцієнт помилок по одиничним елементам (кодовим комбінаціям). Однак його застосування доцільно лише на каналах з розподілом помилок, близьким до незалежного. Оцінка стану каналів, що характеризуються групуванням помилок елементів (що призводить до взаємозв'язку спотворень переданих блоків інформації), характеру для нього методу стає явно неадекватною і веде до значних помилок контролю.

Сьогодні для передачі даних (ПД) широко використовується стек протоколів TCP / IP. Практика показує, що використання протоколу TCP/IP без засобів підвищення достовірності в каналах низької якості неефективно [1]. Значний обсяг «кванту» інформації, - блок TCP/IP - стає непотрібною розкішшю. А більшою обсяг службової інформації в заголовку збільшує ймовірність її спотворення. Підсумком є неможливість передачі інформації за допомогою TCP/IP за такими каналами без застосування спеціальних засобів.

Найбільш очевидним виходом з цієї ситуації, при використанні для ПД стіка протоколів TCP/IP, може бути додаткове використання засобів підвищення якості каналу. Але реалізація алгоритмів в такій апаратурі здійснюється на апаратному рівні, що робить такі прилади порівняно дорогими.

Ще одним способом підвищення якості ПД є використання протоколу, що має меншу надмірність і можливість відновлення переданого потоку.

Одним з відомих і добре пророблених протоколів ПД є протокол X.25/2. Аналіз протоколів, що використовують методи відновлення інформаційного потоку (X.25/2 і TCP/IP) показав схожість їх алгоритмів відновлення.

Стан *П* передаючого процесу процедури X.25 характеризується або передачею блоків з «новою» інформацією від джерела, або повторної передачі «старих» е.. передачею при відсутності вхідного потоку. У TCP аналогічному виступає підґрунтя основного стану ESTABLISHED, коли TCP веде обмін даними через з'єднання [2].

Стан *В* передаючого процесу процедури X.25 характеризується діями з усунення невизначеності, що виникла в результаті неприйняття команди підтвердження або команди запиту інформаційного блоку протягом деякого часу (тайм-аут T1). У цьому стані передача інформаційних блоків не проводиться. Воно виникає в результаті впливу помилок на блоки в каналі зв'язку. Одне з підходів основного стану ESTABLISHED TCP передбачає процедури з усунення невизначеності і викликається такими ж причинами.

Стан *Пр* - характеризується також відсутністю передачі інформаційних даних у результаті прийому блоку зупинки передачі. *Пр* виникає в результаті дефіциту пам'яті на віддаленій станції ланки ПД.

Стан *Пм* приймального процесу характеризується діями по обробці і видачі прийнятого без помилок з каналу зв'язку блоку одержувачу, або готовності до цього. й станції. Одне з підходів ESTABLISHED передбачає такі дії [2].

Стан *Б* прийомного процесу протоколу X.25 характеризується діями по ініціації повторення інформаційних блоків, прийнятих з помилками. У стані *Б* видача одержувачу інших правильно прийнятих блоків не дозволяється. У випадку односторонньої передачі, приймальний TCP в стані ESTABLISHED також посилає службовий блок передавального TCP, що ініціює повторну передачу.

При дефіциті пам'яті на приймальній стороні передавальний TCP також зупиняє передачу і повторює її періодично через певний час. Дефіцит пам'яті на передавальній стороні повністю блокує передачу за допомогою TCP/IP [2].

Виходячи з ідентичності станів для процедур X.25 і TCP/IP, можна зробити висновок про застосування у відношенні останнього виразів для ефективності передачі інформації протоколу X.25.

З метою виявлення можливостей здійснення ПД на каналах низької якості з допомогою процедур X.25/2 каналу рівня і TCP/IP (далі TCP/IP) мереж проведемо оцінку ефективності процесу ГД.

Імовірність виявлення помилки в блоці (кадрі) довжиною V в каналі зв'язку з ймовірністю помилки на біт і коефіцієнтом групування α згідно моделі Пуртова визначається з вираження.

$$P_{oo} = \begin{cases} P_{оп} V^{1-\alpha}, P_{оп} V^{1-\alpha} < 1 \\ \rightarrow 1, P_{оп} V^{1-\alpha} \geq 1 \end{cases}.$$

При повторенні спотворених блоків збільшується затримка передачі або, що те саме, знижується ефективна швидкість.

Вираження для відносної ефективної швидкості передачі для процедур синхронного протоколу, засноване на математичній моделі процедур протоколу X.25:

$$R_k = \frac{K_p(\lambda)}{(K_o+1)(1-P_{oo})^{-2}-K_o} + K_p(1-P_{oo})(1-P_p)P_{пм}(\lambda),$$

K_o - кількість блоків даних, повторюваних по сигналу запиту (не більше розміру вікна);

K_p - коефіцієнт надмірності;

Коефіцієнт K_p у виразі для R_k визначає ступінь зниження ефективності передачі за рахунок надмірності, що формується в блоці (службова інформація протоколу або заголовок блоку).

Аналіз показав, що залежність відносної ефективної швидкості передачі R_k від довжини блоку даних V являє собою куполоподібну форму, що має виражений максимум. Якісно таку форму залежності R_k від V можна пояснити таким чином. Ефективність передачі визначається двома основними факторами: наявністю в блоці службової інформації та ураженням блоків помилками, що призводять до повторної передачі. У разі першого чинника, що більше довжина блоку, то ефективніше передачі, так як менше частка службової інформації в блоці. Для другого фактору - зі збільшенням довжини блоку збільшується ймовірність помилки в ньому (і, отже, ймовірність повторної передачі), що призводить до зниження ефективності передачі. У діапазоні малих довжин блоку ефективність передачі знижується за рахунок першого фактору, в діапазоні великих - за рахунок другого.

Список використаних джерел:

1. Abdulelah, Aymen & Rashid, Sami & Abdulkarem, Abdulkarem & Talab, Mohammed & Abbas, Abdulkareem. (2023). A comparison study of TCP/IP and named data networking protocol. AIP Conference Proceedings. 020014. 10.1063/5.0188275.
2. Sales, Bernard. (1991). TCP / IP-X.25 / OSI Interoperation: from the Medium Term to the Long Term.. Computer Networks and ISDN Systems. 23. 171-176.