



**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ СЕТЕЙ
СВЯЗИ И СЕТЕЙ ЭВМ**

Минск—1990

Ордена Трудового Красного
Знамени Белорусский
государственный университет
имени В.И.Ленина

Витебский технологический
институт легкой
промышленности

Белорусское республиканское
правление союза НИО СССР

Комитет БРП союза НИО
по прикладной математике
и вычислительной технике

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
СЕТЕЙ СВЯЗИ И СЕТЕЙ ЭВМ

Витебск, январь-февраль 1990

УВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Секция: "СИСТЕМЫ И СЕТИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ"

Абдурахманов Ф.П.	160	Китаева А.В.	49
Алексеев В.М.	29	Клименок В.И.	50
Алиев Т.И.	5, 7	Ковалев Е.А.	52
Алиев Ш.С.	5	Компаниец Р.И.	66
Андреев А.Н.	9	Кортаев И.А.	51
Андропов В.М.	10	Коршков Ф.Д.	56
Анисимов В.В.	12, 13	Кувыкина Е.В.	57
Апанасович В.В.	14	Кустов В.Н.	58
Атаджанов Х.Л.	13	Лаппо П.М.	60
Афанасов В.В.	153	Лебедев Е.А.	62
Афанасьев-Гостьев О.И.	15	Липецких А.Г.	155
Балина Е.И.	22	Литвиненко А.Е.	64
Барабанова В.И.	17	Ломако А.Г.	66, 127
Брехов О.М.	20	Лукашук Л.И.	68
Бродецкий Г.Л.	22	Лукьянец А.В.	69
Бураковский В.В.	23	Лунева Н.В.	42
Бурлаков М.В.	25, 69	Люперольский А.М.	124
Буценко Ю.П.	22	Малинковский Ю.В.	71
Гагин А.А.	27	Мамедов Ф.Г.	73
Гезалов Э.Б.	73	Мамедов Э.Н.	73
Глазова О.Н.	29	Матальцкий М.А.	75, 77
Гнатовский В.Н.	25	Медведев А.Е.	78
Гольшева Н.М.	145	Медведев Г.А.	47, 80
Гордиенко Е.И.	31	Медриш М.А.	82, 84
Горцев А.М.	32, 34, 36	Мезенцев С.В.	86
Гуревич И.М.	38, 40	Морозов Е.В.	88
Длужневский В.В.	66	Морару В.А.	20
Дудин А.Н.	42	Мостинский Р.С.	34
Дудчак Е.Н.	126	Муравьева Л.А.	7
Дьячковская Н.А.	68	Назаров А.А.	90
Железко Ю.И.	120	Нежелская Л.А.	93
Жизневский Г.А.	122	Николаева Г.В.	95
Зайченко Ю.П.	25	Ослин Б.Г.	97
Закусило О.К.	45	Пикина Н.Б.	98
Зефиоров С.Л.	29	Пирогов К.И.	100
Зув Н.М.	46	Полетавкин Ю.М.	36
Калмычков А.И.	47	Поттосина С.А.	101
Катаева С.С.	32	Прегер М.Л.	102

Преображенская А.М.	105	Сущенко С.П.	131
Пяткова С.И.	106	Таташев А.Г.	133, 135
Ревинский В.В.	108	Терпугов А.Ф.	49
Романов А.П.	78, 110	Тимофеев Е.А.	137
Романова Т.С.	118	Тихоненко О.М.	108, 139, 141
Рудинская С.Р.	100	Трусов В.С.	143
Рыков В.В.	112	Турбанский В.И.	98
Саксонов Е.А.	77, 113	Федоткин М.А.	145
Сапожков А.И.	80, 114	Фосс С.Г.	147
Сахобов О.	116	Халаф Э.	149
Семенченко Ю.А.	118	Хомичков И.И.	151
Семенюта А.Н.	120	Хомоненко А.Д.	153, 155
Серегина В.С.	121	Чекменев В.А.	157
Сон А.В. I	161	Чекменева Т.Д.	157
Спивак Л.Р.	54, 129	Чекменева Н.И.	147
Спирин А.Ю.	69	Чечельницкий А.А.	159
Сигалов Г.Г.	122, 124	Чугреев О.С.	160, 161
Синицын И.П.	126	Чуркин В.В.	126
Слесарев А.Ю.	127	Шетиков Г.И.	17

**Секция: "МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ"**

Адамович В.И.	164	Конторович И.М.	169
Будай Л.И.	164	Лабуда В.А.	164
Гопка А.В.	164, 165	Пискунович В.П.	169
Гринцевич С.В.	167	Семененя В.А.	167, 170

Ответств

Подписано к печати: 16.01.90 АТ - 02509

Объем 10,8 печ.л.физ., 10,4 уч.изд.л. Формат 60 x 24/16

Тираж 150 экз. Заказ № 37 . Бесплатно.

Отпечатано на ротапринтере БГУ им. В.И.Ленина
220080, Минск, Бобруйская, 7.

АНАЛИЗ СКВОЗНОЙ ЗАДЕРЖКИ ПАКЕТА В МНОГОЗВЕННОМ ТРАКТЕ
СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Одним из наиболее значимых показателей качества обслуживания абонентов сети обмена данными является задержка информации пользователя в сквозном тракте передачи. Важным аспектом эффективной организации процесса транспортировки данных является вопрос выбора длительности тайм-аута ожидания подтверждения на сквозную доставку информации удаленным абонентам.

В данной работе предложен подход к анализу влияния длительности тайм-аута приема квитанции на операционные характеристики процесса передачи данных. Рассматривается многозвенный тракт передачи данных длины D , выраженной в количестве межузловых связей. Предполагается, что каждое звено тракта управляется старт-стопной процедурой обмена и имеет одинаковые длительности цикла передачи пакета t от начала вывода его в линию связи до момента получения квитанции. С вероятностью R_d , $d = \overline{1, D}$ в каждом звене происходит искажение информационного пакета и согласно управляющей процедуре осуществляется их повторная передача. Считается, что число повторных передач неограничено. Тогда время безошибочной передачи пакета по d -му межузловому соединению является случайной величиной, кратной длительности цикла t и распределенной по геометрическому закону с параметром $1 - R_d$. Отсюда следует, что вероятность сквозной передачи информационного пакета вдоль тракта за $k \geq D$ интервалов длительностью t определится следующим образом:

$$P_D(k) = \prod_{d=1}^D (1 - R_d) \sum_{d_1=0}^{S_1} R_1^{d_1} \dots \sum_{d_{D-2}=0}^{S_{D-2}} R_{D-2}^{d_{D-2}} \sum_{d_{D-1}=0}^{S_{D-1}} R_{D-1}^{d_{D-1}} R_D^{k-D}, \quad S_d = k - D - \sum_{i=1}^{d-1} d_i.$$

Последовательно выполняя суммирование в данном соотношении, получаем:

$$P_D(k) = \prod_{d=1}^D (1 - R_d) \sum_{d=1}^D R_d^{k-1} / \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq d}}^D (R_d - R_i).$$

Отсюда при $k=D$ приходим к ожидаемому результату: $P_D(D) = \prod_{d=1}^D (1-R_d)$.
 Во многих практических случаях для тракта передачи выполняется равенство $R_d = R$, $d = \overline{1, D}$. При данной условии вероятность $P_D(k)$ преобразуется к $P_D(k) = \binom{k-1}{D-1} (1-R)^{D-1} R^{k-D}$.

Время элементарного цикла сквозной передачи данных складывается из времени доставки пакета удаленному абоненту и времени получения квитанции отправителем информации. При неполучении квитанции за время сквозного тайм аута отправитель передает пакет повторно. Полагая, что квитанции переносятся в информационных пакетах встречного потока, а число сквозных повторных передач неограничено, для среднего времени сквозной передачи, выраженного в количестве интервалов длительности t , получаем:

$$T_D = \frac{1}{P_{2D}} \left\{ n - \sum_{d=1}^{2D} \frac{(n-2D)R_d^{2D-1} - (n-(2D-1))R_d^{2D} + R_d^n}{1-R_d} \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq d}}^{2D} \frac{1-R_i}{R_d-R_i} \right\}, P_{2D} = \sum_{k=2D}^n P_{2D}(k),$$

где n — размер тайм аута в интервалах длины t . При $n=2D$ $T_D = 2D / \prod_{d=1}^{2D} (1-R_d)$. Неограниченная длительность тайм аута ($n \rightarrow \infty$) дает значение задержки

$$T_D = 2D + \sum_{d=1}^{2D} \frac{R_d^{2D}}{1-R_d} \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq d}}^{2D} \frac{1-R_i}{R_d-R_i}.$$

Для случая статистически однородного тракта передачи ($R_d = R$, $d = \overline{1, 2D}$) средняя сквозная задержка принимает вид:

$$T_D = \frac{1}{(1-R)P_{2D}} \left\{ 2D - \sum_{d=0}^{2D-1} (1-R)^d R^{n-d} (2D-d) \binom{n}{d} \right\}.$$

Отсюда нетрудно видеть, что $n=2D$ дает $T_D = 2D / (1-R)^{2D}$, а $n \rightarrow \infty$ приводит к $T_D = 2D / (1-R)$.

Анализ показывает, что разрыв во времени процесса сквозной передачи пакета по многоканальному тракту имеет сходные черты с транспортировкой мультипакетного сообщения по тракту, состоящему из одного участка передачи. При этом сквозная задержка сообщения из N однородных пакетов определяется выражением:

$$T_N = \frac{1}{(1-R)P_{N+1}} \left\{ N+1 - \sum_{i=0}^N (1-R)^i R^{n-i} (N+1-i) \binom{n}{i} \right\}.$$

Данная задержка для длительности тайм аута $n=N+1$ и $n \rightarrow \infty$ соответственно составит: $T_N = (N+1) / (1-R)^{N+1}$ и $T_N = (N+1) / (1-R)$.