

В заключение отметим, что приведенные в работе упрощенные стратегии поиска неисправности (1) и (2) могут быть уточнены за счет определения условной вероятности отказа в зависимости от результата предыдущей проверки и учета вероятности ошибки второго рода.

Литература

1. Бестугин А.Р. Контроль и диагностирование телекоммуникационных сетей / А.Р. Бестугин, А.Ф. Богданова, Г.В. Стогов. – СПб: Политехника, 2003. – 174 с.
2. Автоматический поиск неисправностей / А.В. Мозгалевский, Д.В. Гаспаров, Л.П. Глазунов, В.Д. Ерастов; под редакцией А.В. Мозгалевского. – М.: Машиностроение, 1967, 264 с.
3. Виленкин С.Я. Статистические методы исследования систем автоматического регулирования / С.Я. Виленкин. – М: Сов. радио, 1967, 184 с.

УДК 621.391

Аношков В.М., к.т.н.; Ружинський В.Г., к.т.н. (ВАТ «Укртелеком»)

ОПТИМІЗАЦІЯ ЧАСУ ЗАЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ КАНАЛІВ ПРИ ОЧІКУВАННІ ВІДПОВІДІ ВХІДНОГО АБОНЕНТА У ТЕЛЕФОННІЙ МЕРЕЖІ

Аношков В.М., Ружинський В.Г. Оптимізація часу зайняття інформаційних каналів при очікуванні відповіді вхідного абонента у телефонній мережі. У статті наведено розрахунок мінімально допустимої тривалості таймеру очікування відповіді вхідного абонента у телефонній мережі. Наведено результати розрахунку тривалості цього таймеру в залежності від кількості інформаційних каналів між телекомунікаційними системами. Застосування результатів розрахунку забезпечить ефективне використання інформаційних каналів при заданому рівні якості обслуговування.

Ключові слова: ТЕЛЕФОННА МЕРЕЖА, ЯКІСТЬ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ТАЙМЕР ВІДПОВІДІ

Аношков В.М., Ружинский В.Г. Оптимизация времени занятия информационных каналов при ожидании ответа входящего абонента в телефонной сети. В статье приведен расчет минимально допустимой длительности таймера ответа вызываемого абонента телефонной сети. Приведены результаты расчета длительности этого таймера в зависимости от количества информационных каналов между телекоммуникационными системами. Применение результатов расчета обеспечит эффективное использование информационных каналов при заданном уровне качества обслуживания.

Ключевые слова: ТЕЛЕФОННАЯ СЕТЬ, КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ТАЙМЕР ОТВЕТА

Anoshkov V.M., Ruzhynskiy V.H. Optimization of information channels holding time during waiting of called subscriber's answer in telephone network. Calculations of minimum admissible called subscriber's answer timer duration in telephone network are proposed in the article. Results of calculations of this timer duration depending on quantity of information channels between telecommunication systems are proposed. Results of calculations applying will have provided effective use of information channels with given quality of service.

Keywords: TELEPHONE NETWORK, QUALITY of SERVICE, ANSWER TIMER

Постановка задачі. Основна задача телефонної мережі загального користування – забезпечення якісного обслуговування абонентів при ефективному використанні мережних ресурсів. Одним з основних ресурсів телефонної мережі є інформаційні канали між телекомунікаційними системами. Для ефективного використання інформаційних каналів необхідно мінімізувати тривалість їх непродуктивного зайняття. Одна з причин непродуктивного зайняття каналів – очікування відповіді абонента, якого викликають (вхідного абонента). Тривалість таймеру очікування відповіді T для абонентів телефонної мережі фіксованого зв'язку може встановлюватись у межах від 60 до 180 с [1]. При збільшенні тривалості таймеру T збільшується коефіцієнт ефективності спроб встановлення з'єднань, однак при цьому збільшуються втрати спроб встановлення з'єднань через

зайнятість інформаційних каналів. Отже, задача полягає в визначенні мінімально допустимої тривалості таймеру T , яка забезпечить необхідну якість обслуговування та ефективно використання інформаційних каналів.

Розрахунок мінімально допустимої тривалості очікування відповіді. Мінімумально допустиму тривалість таймеру T визначимо як мінімальну тривалість, при якій імовірність того, що вхідний абонент не відповість протягом інтервалу часу від 0 до T , не більше ймовірності того, що за цей інтервал часу надійде хоча б один виклик при всіх зайнятих інформаційних каналах між телекомунікаційними системами.

За результатами експериментальних досліджень розподіл тривалості очікування відповіді підпорядковується експоненціальному закону:

$$P(T < t) = 1 - e^{-t/T_{oc}}, \quad (1)$$

де T_{oc} – середня тривалість очікування відповіді, яка, за результатами експериментальних досліджень, становить 9 с для абонентів телефонної мережі фіксованого зв'язку.

З урахуванням формули (1) імовірність того, що вхідний абонент не відповість протягом інтервалу часу від 0 до T визначається так:

$$P(T > t) = e^{-t/T_{oc}}. \quad (2)$$

Результати розрахунків згідно формули (2) для різних значень T наведено в табл. 1.

Табл. 1

T, c	60	65	70	75	80	85	≥ 90
$P(T > t)$	0,0013	0,0007	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001	0

За даними табл. 1 максимальне значення таймеру T доцільно обмежувати величиною 90 с.

Імовірність надходження k викликів за інтервал часу t для найпростішого потоку з параметром λ підпорядковується закону Пуасона [2]:

$$p_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}. \quad (3)$$

Зауважимо, що в формулі (3) $\lambda = \frac{Y}{T_3}$, де Y – інтенсивність навантаження інформаційних

каналів, а T_3 – середня тривалість зайняття інформаційного каналу при обслуговуванні одного виклику. Тоді, згідно з формулою (3), імовірність того, що за інтервал часу від 0 до T надійде хоча б один виклик визначається так:

$$p_{i \geq 1}(T) = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(YT/T_3)^i}{i!} e^{-\frac{YT}{T_3}} = 1 - e^{-\frac{YT}{T_3}}. \quad (4)$$

Для розрахунків покладемо значення T_3 : 82 с – для місцевих, 62 с – для міжміських, 103 с – для міжнародних з'єднань [3]. Результати розрахунків згідно формули (4) для різних значень T і Y наведено в табл. 2.

За даними табл. 2 для місцевих і міжміських з'єднань при $Y \geq 12$ Ерл, а для міжнародних з'єднань при $Y \geq 17$ Ерл, $p_{i \geq 1} = 1$ і не залежить від значення таймеру T .

Імовірність того, що в момент часу t в повнодоступному пучку ємністю v каналів, який працює в режимі з втратами та обслуговує навантаження інтенсивністю Y , зайняті всі канали визначається за формулою Ерланга [2]:

$$p_v = \frac{Y^v / v!}{\sum_{j=0}^v (Y^j / j!)} \quad (5)$$

Результати розрахунків згідно формули (5) для різних значень Y і v наведено в табл. 3. За даними таблиці при інтенсивності навантаження одного інформаційного каналу $Y/v \leq 0,4$ Ерл імовірність $p_v = 0$. З іншого боку, при $v \geq 270$ $p_v = 0$ ця імовірність не залежить від інтенсивності навантаження за умови $Y/v \leq 0,8$ Ерл.

Табл. 2

Імовірність $p_{\geq 1}$						
Y, Ерл	T, с					
	60	65	70	75	80	90
Місцеві з'єднання						
5	0,9742	0,9810	0,9860	0,9897	0,9924	0,9959
6	0,9876	0,9914	0,9940	0,9959	0,9971	0,9986
7	0,9940	0,9961	0,9975	0,9983	0,9989	0,9995
8	0,9971	0,9982	0,9989	0,9993	0,9996	0,9998
9	0,9986	0,9992	0,9995	0,9997	0,9998	0,9999
10	0,9993	0,9996	0,9998	0,9999	0,9999	1
11	0,9997	0,9998	0,9999	1	1	1
≥ 12	1	1	1	1	1	1
Міжміські з'єднання						
5	0,9921	0,9947	0,9965	0,9976	0,9984	0,9993
6	0,9970	0,9981	0,9989	0,9993	0,9996	0,9998
7	0,9989	0,9994	0,9996	0,9998	0,9999	1
8	0,9996	0,9998	0,9999	0,9999	1	1
9	0,9998	0,9999	1	1	1	1
10	0,9999	1	1	1	1	1
≥ 11	1	1	1	1	1	1
Міжнародні з'єднання						
5	0,9457	0,9574	0,9666	0,9738	0,9794	0,9873
6	0,9697	0,9773	0,9831	0,9873	0,9905	0,9947
7	0,9831	0,9879	0,9914	0,9939	0,9956	0,9978
8	0,9905	0,9936	0,9956	0,9970	0,9980	0,9991
9	0,9947	0,9966	0,9978	0,9986	0,9991	0,9996
10	0,9970	0,9982	0,9989	0,9993	0,9996	0,9998
11	0,9984	0,9990	0,9994	0,9997	0,9998	0,9999
12	0,9991	0,9995	0,9997	0,9998	0,9999	1
13	0,9995	0,9997	0,9999	0,9999	1	1
14	0,9997	0,9999	0,9999	1	1	1
15	0,9998	0,9999	1	1	1	1
16	0,9999	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1

Імовірність того, що за інтервал часу від 0 до T надійде хоча б один виклик при всіх зайнятих інформаційних каналах між телекомунікаційними системами визначається так:

$$p = p_{\geq 1}(T) p_v. \quad (6)$$

З урахуванням даних табл. 2 і 3 значення p у формулі (6) визначається p_v (див. табл. 3). Мінімально допустимі значення таймеру T, за результатами порівняння даних таблиць 1 і 3, наведено в табл. 4.

Табл. 3

Імовірність p_v					
v	Y/v, Ерл				
	$\leq 0,4$	0,5	0,6	0,7	0,8
30	0	0,0002	0,0026	0,0136	0,0401
60	0	0	0,0001	0,0017	0,0134
90	0	0	0	0,0003	0,0053
120	0	0	0	0	0,0023
150	0	0	0	0	0,0010
180	0	0	0	0	0,0005
210	0	0	0	0	0,0002
240	0	0	0	0	0,0001
≥ 270	0	0	0	0	0

Табл. 4

T, с					
v	Y/v, Ерл				
	$\leq 0,4$	0,5	0,6	0,7	0,8
30	90	75	60	60	60
60			80		
90			90		
120		90	75	60	
150					
180					
210					
240					
270					
≥ 270					

Висновки. За результатами теоретичних розрахунків визначено мінімально допустиму тривалість таймеру очікування відповіді абонента, якого викликають (див. табл. 4), в залежності від інтенсивності навантаження одного інформаційного каналу та кількості інформаційних каналів між телекомунікаційними системами. Отримані теоретичні результати можуть використовуватись операторами телекомунікацій для підвищення ефективності використання інформаційних каналів телефонної мережі.

Література

1. Abnormal conditions – Special release arrangements // Recommendation ITU-T Q.118. – Geneva, 1997. – 8 с.
2. Лившиц Б.С. Теория телетрафика / Б.С. Лившиц, А.П. Пшеничников, А.Д. Харкевич. – М.: Связь, 1979. – 240 с.
3. Ружинський В.Г. Визначення інтенсивності сигнального навантаження мережі спільноканальної сигналізації № 7 / В.Г. Ружинський // Зв'язок. – 2006. – №2(62). – С. 10-12.

УДК 654:679.76

Фендрі Мохамед Аймен, асп. (*Національний технічний університет України "КПІ"*)

ЛІНІЙНІ СИГНАЛИ У ВОСП МІСЬКИХ ТЕЛЕФОННИХ МЕРЕЖ

Фендрі Мохамед Аймен. Лінійні сигнали у ВОСП міських телефонних мереж. Розглянуті основні чинники, що визначають вибір сигналу передачі для волоконно-оптичних міських телефонних мереж. Приведені усереднені енергетичні спектри характерних сигналів передачі.

Ключові слова: ВОЛОКОННО-ОПТИЧНА МЕРЕЖА, УСЕРЕДНЕНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СПЕКТР

Фендри Мохаммед Аймен. Линейные сигналы в ВОСП городских телефонных сетей. Рассмотрены основные факторы, определяющие выбор сигнала передачи для волоконно-оптических городских телефонных сетей. Приведены усредненные энергетические спектры характерных сигналов передачи.

Ключевые слова: ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СЕТЬ, УСРЕДНЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР

Fendri Mohamed Aimen. Line signals in fiber optics transmission system of city telephone networks. Basic factors, determining the choice of transmission signal for fiber optics transmission system of city public-call networks, are considered. The average power spectrums of characteristic transmission signals are resulted.

Keywords: FIBER OPTICS NETWORKS, AVERAGE POWER SPECTRUMS

Введение. Оптическое волокно, как среда передачи, а также оптоэлектронные компоненты фотоприёмника и оптического передатчика накладывают ограничивающие требования на характеристики цифрового сигнала, поступающего в линейный тракт. Это вызывает необходимость помещения между оборудованием стыка и линейным трактом ВОСП формирователя сигнала. Входная информация, которую необходимо передать по волокну представляется последовательностью символов (чаще всего двоичных) определенного алфавита. Для согласования структуры последовательности со средой передачи необходимо выполнить процесс перекодирования и формирования сигнала (иногда называемом формат модуляции).

Целью данной работы является обоснование и выбор наиболее целесообразного формата модуляции для городских телефонных сетей.

Основная часть. Выбор формата модуляции оптической системы передачи сложная и важная задача. На выбор сигнала оказывают влияние следующие основные факторы [1]:

1) Нелинейность модуляционной характеристики и температурная зависимость излучаемой оптической мощности лазера, которые приводят к необходимости использования двухуровневых сигналов [2].

2) Форма усредненного энергетического спектра сигнала, который должен иметь минимальное содержание низкочастотных и высокочастотных компонент. Передача спектра сигнала в ограниченной полосе частот эквивалентна вычитанию непропускаемых частотных