

УДК 630.377

М. Е. Семенюк, аспирант (БГТУ);
А. С. Федоренчик, канд. техн. наук, доцент, проректор по учебной работе (БГТУ)

СПОСОБ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО УЧЕТУ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье рассмотрен способ электронной передачи данных по учету древесины, позволяющий обеспечить дистанционную передачу информации между структурными подразделениями лесозаготовительного предприятия различного иерархического уровня. Приведена методика оценки пропускной способности для двух нижних участков иерархии сети, в которой учитываются разнотипность каналов передачи данных, процесс ожидания сообщения при отсутствии связи в сети, произвольное время на обработку, процесс ожидания сообщения в очереди концентратора на последующую обработку сети электронной передачи данных.

In article the way of electronic data transmission under the account of the wood is considered, allowing to provide remote transfer of the information between structural divisions forest enterprises, a various hierarchical level. The technique of an estimation of throughput for two bottom sites of hierarchy of a network where are taken into account different types of data links, process of expectation of the message is resulted at absence of communication in networks, any time for processing, process of expectation of the message in turn of the concentrator on the subsequent processing of a network of electronic data transmission.

Введение. Широкое внедрение во многие сферы автоматизированных систем управления различных уровней и классов сопряжено с необходимостью совместного использования в составе каждой из таких систем большого числа вычислительных средств. В связи с этим перед АСУ возникают более сложные задачи, связанные с обеспечением переработки все возрастающих и усложняющихся объемов информации, ее оперативной передачи, реализацией различных режимов работы, обеспечением необходимой надежности, живучести, адаптации к реальным условиям функционирования, обеспечением оптимальной работы сети территориально распределенных структурных подразделений предприятия.

Предлагаемый способ электронной передачи данных по учету древесины обеспечивает дистанционную передачу информации между структурными подразделениями предприятия различного иерархического уровня (лесосека, лесничество, лесхоз) на основе создания объединенной сети электронной передачи данных, совмещающей в себе беспроводную мобильную сеть, проводную телефонную сеть общего пользования с совместным подключением к сети Internet.

Важнейшими элементами сети электронной передачи данных являются информационно-вычислительные пункты, оснащенные стационарными и переносными мини-ЭВМ, эффективное функционирование которых обеспечивает эффективность системы в целом [1].

Сеть электронной передачи данных является комбинированной сетью, построенной на базе существующих разнотипных каналов связи с использованием различного оборудования.

Одним из основных требований, предъявляемых к такого рода сетям передачи данных, является требование по обеспечению эффективного использования ресурсов сети, а для исследуемой сети это требование заключается в эффективном использовании ее пропускной способности [2].

Это объясняется тем, что сеть электронной передачи данных должна обеспечивать своевременную и качественную доставку значительных объемов данных для решения задач управления производственной деятельностью, а также предоставить пользователям возможность дистанционного ввода данных об учетной лесопродукции и последующей оперативной передачи в места обработки. Поэтому в сети необходимо полностью использовать ее пропускную способность.

Анализ пропускной способности сетей является сложной, многоаспектной задачей. В этой связи актуальной является задача разработки математических методов анализа обмена данными в сети электронной передачи данных, выработки практических рекомендаций по усовершенствованию функционирования сетей.

Основная часть. В работе [3] рассмотрен общий вид структуры сети электронной передачи данных, согласно которой прохождение информации от отправителя до получателя разбито на три участка с указанием основных структурных элементов на каждом из участков. Дано общее описание процессов прохождения информации в рамках функционирования сети электронной передачи данных в условиях лесхоза. Предложена модель сети электронной передачи данных, учитывающая иерархическую структуру

лесозаготовительного предприятия, объем и периодичность передаваемой информации между субъектами иерархии предприятия. Модель включает в себя пункты возникновения, обработки и хранения первичной информации о заготовленной и отпущенной лесопроодукции, сеть разнотипных каналов связи, по которым движутся потоки информации, и позволяет учитывать такие особенности движения потоков информации, как время ожидания сообщения при отсутствии сигнала в сети, время хранения сообщений, время нахождения сообщений в очереди, время нахождения сообщений в обработке.

Важнейшим показателем процессов движения информации в сети передачи данных является скорость передачи. Скорость передачи данных по каналу связи измеряется количеством битов информации, передаваемых за секунду. Скорость передачи данных зависит от типа и качества каналов связи, типа используемых модемов и других факторов.

Для любого канала при заданных ограничениях существует предельная скорость передачи, которая называется пропускной способностью канала.

Под пропускной способностью понимается передача максимального объема информации с требуемым качеством за определенный интервал времени [4].

В теории движения информации рассматривают теоретическую и реальную пропускную способность. Теоретическая пропускная способность определяется скоростью передачи данных. Реальная пропускная способность зависит от ряда факторов, среди которых и способ передачи, и качество канала связи, и условия его эксплуатации, и структура сообщений.

Тогда представим процесс обмена информацией в условиях лесхоза в виде следующей формализованной структурной сети (рис. 1).

Согласно концепции функционирования сети электронной передачи данных, на вход сети от группы терминалов (лесосека, погрузочный пункт, склад, примыкающий к дорогам общего пользования), где выполняются функции организации получения первичной информации о заготовленной древесине, поступают потоки сообщений с интенсивностью передачи данных при приеме заготовленной древесины $\lambda_{вхп} = \sum_{i=1}^n \lambda_{in}$ и

отпуске заготовленной древесины $\lambda_{вхо} = \sum_{i=1}^n \lambda_{io}$, где n – число терминалов в группе.

Вторым элементом первого участка сети является концентратор (Веб-сервер), выполняющий функции статического уплотнения по-

тока сообщений от группы терминалов, их хранения. На этом участке концентратор характеризуется неограниченным временем ожидания сообщения $\theta_k = \infty$, а сеть электронной передачи информации – интеграцией узлов передачи данных бескабельной и узлов приема данных проводной сети с одноканальной связью и низкой скоростью передачи данных.

На втором участке потоки сообщений, хранящиеся в концентраторе в виде сформированных баз данных, по мере освобождения абонентской ЭВМ на обработку данных в узле коммуникации (лесничество) передаются с интенсивностями подачи данных на приемке и отпуске древесины $\lambda_{п}^1$ и $\lambda_{о}^1$. Абонентская ЭВМ обрабатывает поступающую информацию интенсивностью μ_1 . При значительном объеме накопленной информации в концентраторе, с учетом упорядоченного запроса на передачу сообщений, значительной интенсивности подачи сообщений и возможном недостатке времени на обработку данных перед узлом коммуникации информация, накопленная в концентраторе, может находиться в очереди на обслуживание. В этом случае второй участок будет характеризоваться ограниченным временем ожидания сообщения в очереди $\theta_k = \min$.

Третий участок характеризуется двухсторонними многоканальными связями между узлами коммуникации и головным сервером предприятия.

По окончании обработки сообщений и формирования единой базы в узле коммуникации по каналу связи потоки информации передаются интенсивностью λ_2 в центральный узел коммуникации на сервер предприятия.

Вследствие высокой оперативности решения задач управления время нахождения сообщения в очереди на обработку должно быть минимальным $\theta_{цв} = \min$.

В направлении центральный узел коммуникации – узел коммуникации (лесхоз – лесничество) с интенсивностью λ_3 передается справочная информация, необходимая для корректировки текущих заданий на заготовку и управления производственных подразделений нижнего звена.

Методику определения пропускной способности для данной модели будем рассматривать по каждому участку прохождения информации: 1 – терминал – концентратор; 2 – концентратор – узел коммуникации; 3 – узел коммуникации – центральный узел коммуникации.

Вследствие того, что на двух нижних участках пакеты сообщений передаются по односторонним одноканальным каналам сети, рассмотрим эти участки совместно.

Модель этих участков сети можно представить в следующем виде (рис. 2).

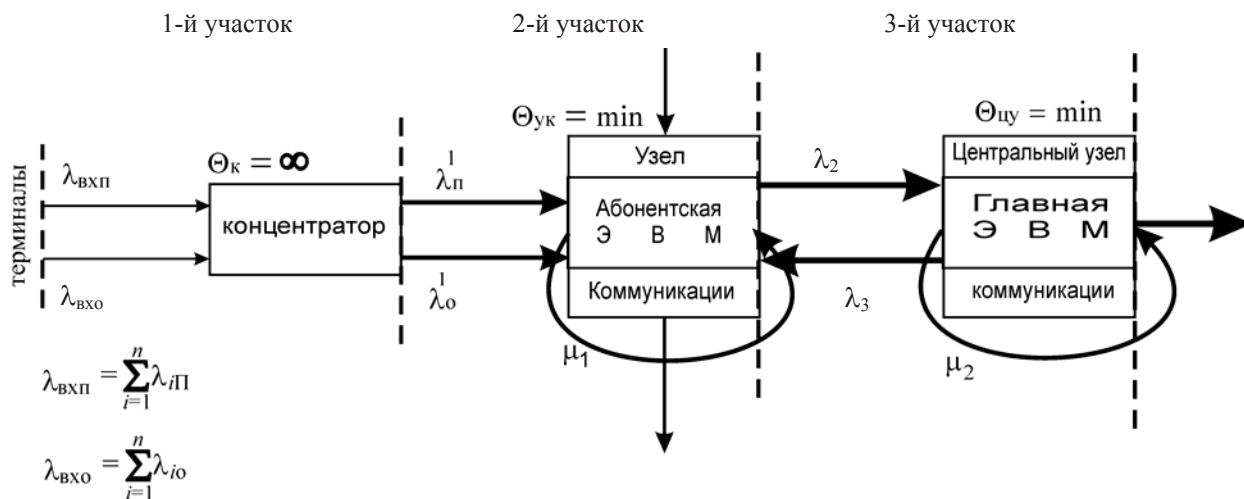


Рис. 1. Модель сети передачи данных

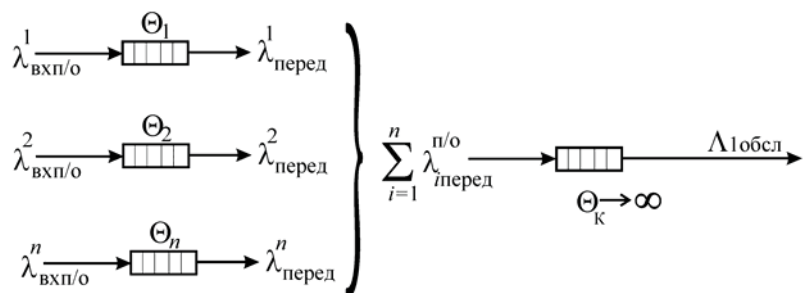


Рис. 2. Модель сети передачи данных для участков терминал – концентратор – узел коммуникации

Для дальнейшего математического описания модели сети электронной передачи данных нами был принят ряд ограничений:

- ✓ узлы, концентраторы абсолютно надежны;
- ✓ в каналах связи отсутствуют помехи
- ✓ производится полный прием сообщений;
- ✓ пуассоновский поток входящих сообщений;
- ✓ начиная со второго участка – экспоненциальное распределение времени обслуживания;

Методика оценки пропускной способности сети электронной передачи данных на участке терминал – концентратор – узел коммуникации начинается с нахождения вероятности своевременной передачи сообщений по ветви. В этом случае поток сообщений в ветви будем рассматривать как поток отказов, приводящих к блокировке канала на время обслуживания. Вероятность своевременной передачи сообщений по ветви определим по формуле полной вероятности:

$$P_{\gamma} = \frac{P(H)}{P(A/H)}, \tag{1}$$

где $P(H)$ – вероятность безотказной работы канала на участке терминал – концентратор; $P(A/H)$ – условная вероятность события A , состоящего в обслуживании сообщения при выполнении гипотезы H ;

Для сети с одноканальной связью вероятность безотказной работы канала определяется по следующей зависимости:

$$P = P(H) = \frac{\alpha}{\alpha + c} \exp(-c), \tag{2}$$

где α – интенсивность восстановления канала на участке; c – интенсивность отказа канала на участке;

Условная вероятность обслуживания сообщения является вероятностью обслуживания в одноканальной системе массового обслуживания, которая находится по выражению

$$P(A/H) = 1 - P_{\text{отк}}, \tag{3}$$

где $P_{\text{отк}}$ – вероятность получения произвольным сообщением отказа на обслуживание;

Поскольку нас интересует вероятность обслуживания каждого входящего в сеть потока сообщений, то заменим модель участка терминал – концентратор – узел коммуникации эквивалентной (рис. 3).



Рис. 3. Эквивалентная модель участка сети терминал – концентратор – узел коммуникации

В эквивалентной модели интенсивность обслуживания μ_c является функцией входящего потока λ_i , $i=1, m$, времени задержки сообщений в канале связи, интенсивности передачи сообщения в канале и времени ожидания в концентраторе.

Интенсивность обслуживания в такой системе можно определить из выражения

$$\mu_c = \frac{1}{\bar{T}_{з.к} + \bar{T}_{п.к} + \bar{T}_{ож.к}}, \quad (4)$$

где $\bar{T}_{з.к}$ – среднее время задержки сообщений в канале связи; $\bar{T}_{п.к}$ – среднее время передачи сообщений в канале связи; $\bar{T}_{ож.к}$ – среднее время ожидания сообщений в очереди концентратора;

Среднее время задержки сообщения в канале связи:

$$\bar{T}_{з.к} = \frac{1}{\lambda_i} \bar{n}, \quad (5)$$

где \bar{n} – среднее число сообщений ожидающих отправки вследствие отсутствия сигнала в беспроводной сети.

Среднее время передачи сообщений в канале связи:

$$\bar{T}_{п.к} = \frac{1}{\lambda_k}, \quad (6)$$

где λ_k – интенсивность передачи сообщений при появлении сигнала в беспроводной сети.

Среднее время ожидания сообщения в концентраторе определяется:

$$\bar{T}_{ож.к} = \frac{\lambda_i}{2} \cdot \frac{D[I]}{1-\rho}, \quad (7)$$

где $D[I]$ – дисперсия длины сообщения; ρ – коэффициент использования ветви;

Подставляя выражения (5), (6), (7) в (4), получим выражение для определения интенсивности обслуживания в системе

$$\mu_c = \frac{2 \cdot \lambda_i \cdot \lambda_k (1-\rho)}{2(1-\rho) \cdot \bar{n} \cdot \lambda_k + 2 \cdot \lambda_i (1-\rho) + \lambda_i^2 \cdot \lambda_k \cdot D[I]}. \quad (8)$$

Для определения вероятности обслуживания $P(A/B)$ воспользуемся известной формулой в теории массового обслуживания для одноканальной системы массового обслуживания с ограниченной очередью нахождения вероятности отказа [5].

$$P_{отк} = \left(\frac{\lambda_i}{\mu_c} \right)^\Theta \left[\frac{1 - \frac{\lambda_i}{\mu_c}}{1 - \left(\frac{\lambda_i}{\mu_c} \right)^{\Theta+1}} \right]. \quad (9)$$

Подставляя выражение (9) в (3), определим вероятность $P(A/B)$, найдем вероятность своевременной передачи сообщений по ветви γ .

$$P_\gamma = (1 - P_{отк}) \frac{\alpha}{\alpha + c} \exp^{-c}. \quad (10)$$

Тогда обслуженный поток

$$\Lambda_{\text{обс}} = \sum_{i=1}^n \sum_{\gamma=1}^n \lambda_i P_\gamma. \quad (11)$$

Выводы. В статье решена задача по разработке методики оценки пропускной способности для сети электронной передачи данных. Получено аналитическое выражение для анализа пропускной способности двух участков сети, позволяющее учитывать разнотипность каналов передачи данных, процесс ожидания сообщения при отсутствии связи в сети, произвольное время на обработку, процесс ожидания сообщения в очереди концентратора на последующую обработку.

Литература

1. Внедрение системы приемки, учета и контроля движения готовой лесопродукции с применением компьютеров и регистраторов: отчет / ГЛХУ «Волковвысский лесхоз»; исп. А. М. Божко. – Волковвыс, 2006. – 27 с.
2. Душин, В. К. Теоретические основы информационных процессов и систем: учебник / В. К. Душин. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2003. – 348 с.
3. Семенюк, М. Е. Создание единого информационного пространства для комплексной автоматизации лесозаготовительного процесса / М. Е. Семенюк, А. С. Федоренчик // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2009. – Вып. XVII. – С. 19–23.
4. Хохлов, А. Е. Основы информатики: конспект лекций / А. Е. Хохлов. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. – 103 с.
5. Костенко, В. С. Модель сети обмена данными АСУ лесопромышленным объединением / В. С. Костенко // Лесная промышленность. – 1988. – № 2. – С. 108–118.

Поступила 01.04.2010