

зования является расход на единицу продукции (при анализе данного показателя в целом по предприятию) на единицу полезного эффекта (при анализе по отдельным машинам, технологическим процессам и т. п.).

В лесозаготовительном производстве объемы механизации основных работ в двенадцатой пятилетке возрастут в 2—2,5 раза, что приведет к повышению потребления материальных ресурсов. Снижение удельных норм расхода топливно-энергетических и материальных ресурсов может быть достигнуто как за счет использования внутренних резервов предприятий (усиление режима экономии, совершенствование структуры производства и т. п.), так и в результате применения более совершенной техники и технологии*.

3. Улучшение использования вторичных древесных ресурсов.

Широкое потребление вторичных древесных ресурсов (т. е. отходов лесозаготовок и деревообработки и отходов потребления изделий из древесины) является одним из основных путей интенсификации лесного производства.

Решение этих вопросов на лесозаготовительных предприятиях требует обеспеченности необходимой техникой для утилизации отходов, поиска потребителей данной продукции. При этом должна быть усилена экономическая заинтересованность предприятий в использовании отходов производства. Эта заинтересованность должна обеспечиваться получением прибыли от переработки отходов.

В перспективе лесозаготовительное производство должно ориентироваться прежде всего на создание и применение безотходных технологий: вывозку деревьев с кроной, производство немерных балансов, технологической щепы и т. п.

Поступила 7 августа 1987 г.

УДК 621.39 : 681.3

МОДЕЛЬ СЕТИ ОБМЕНА ДАННЫМИ АСУ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫМ ОБЪЕДИНЕНИЕМ

В. С. КОСТЕНКО

СевНИИП

Абоненты АСУ лесопромышленным объединением (АСУО) с помощью сети обмена данными (СОД) соединяются в региональную информационно-вычислительную сеть. Без оптимально построенной СОД невозможно эффективное функционирование АСУО в целом.

В литературе анализу комбинированных сетей, подобных СОД АСУО, посвящено незначительное число работ по отдельным аспектам их функционирования, например [5]. Поэтому возникает задача разработать математическую модель такой сети.

В нашей статье рассмотрена СОД АСУО, дано описание модели сети как системы массового обслуживания (СМО), предложена методика оценки пропускной способности нижних уровней иерархии сети.

В общем случае модель СОД относится к моделям массового обслуживания, так как процессы прохождения потоков сообщений через узлы коммутации носят случайный характер и аналогичны процессам в СМО.

* Кожин В. М., Кондратюк В. А. Эффективность использования материальных ресурсов // Лесн. журн.—1986.— № 1.— С. 109—112.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Систему в целом изучать достаточно сложно из-за трудности формального описания процессов, протекающих в сети. Поэтому, используя принцип декомпозиции [8], разобьем общую сеть на N элементарных подсистем, таких, как показано на рис. 1.



Рис. 1. Элементарная СМО: $\lambda_{вх}$ — интенсивность входящего потока; μ_i — интенсивность обслуживания в системе; θ — длина очереди на обслуживание; $\lambda_{вых}$ — интенсивность выходного потока

Прохождение сообщения от отправителя a_i (терминал) до получателя a_j (ВЦ) в СОД АСУО можно разбить на ряд этапов, каждый из которых определенным образом влияет на процесс доставки информации. Значит, модель сети будет представлять собой композицию моделей участков сети, что упростит задачу построения модели СОД.

Согласно концепции построения сети (рис. 2), сообщение проходит следующие участки: от терминала к концентратору, от концентраторов к узлам и затем передача сообщений по связанной сети узлов.

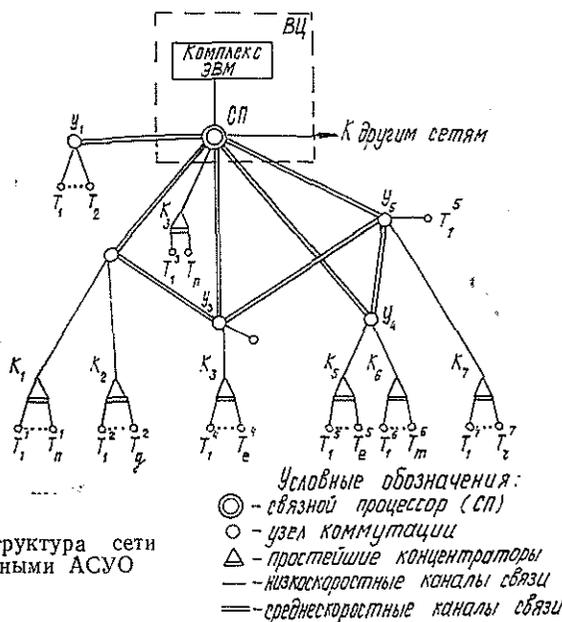


Рис. 2. Структура сети обмена данными АСУО

Информация, возникающая на нижнем уровне управления, поступает в сеть и от терминалов передается в концентратор, который осуществляет статистическое уплотнение потока сообщений от группы терминалов. На этом участке сообщение, при отсутствии тупиковых ситуаций, обязательно будет обслужено.

Анализ информационных потоков [2] показал, что на вход сети поступают пуассоновские потоки с интенсивностями λ_i , $i = \overline{1, \omega}$, где ω —

число ветвей от терминалов T_i к концентратору K_j , а длины сообщений распределены по нормальному закону. Ветви, соединяющие терминалы T_i и концентратор K_j , одноканальные. Значит, в качестве модели участка терминал — концентратор принимаем СМО с одноканальными ветвями и неограниченным временем (очередью) ожидания (в обозначениях Кендалла СМО типа $M/G/1$).

На следующем этапе потоки сообщений передаются по одноканальным ветвям от концентратора K_j к узлу $У_k$, к каждому из которых подключается группа концентраторов. Вследствие ограниченного объема буферной памяти в концентраторе образуется очередь на обслуживание (передачу) сообщений. Наличие очередей приводит к изменению характера потока, который перерождается в поток с последствием. Значит, этот участок может быть интерпретирован одноканальной СМО с ограниченным временем (очередью) ожидания (СМО типа $M/M/1/\theta$).

Далее потоки сообщений передаются по связанной сети, образованной узлами коммутации $У_k$. В узлах $У_k$, помимо обычных функций концентратора: ввода, компоновки сообщений и вывода — осуществляется фрагментация сообщений на пакеты. А наличие между узлами обходных путей доставки информации позволяет использовать динамическое управление потоками данных. Значит, этот участок СОД является сетью с коммутацией пакетов.

Поскольку узлы $У_k$ соединены между собой и ВЦ многоканальными ветвями и имеют ограниченную буферную память, то этот участок (связанная сеть) может быть представлен многоканальной СМО с ограниченным временем (очередью) ожидания, на вход которой поступают пуассоновские потоки, время обслуживания (длины сообщений) распределено по этому же закону [2].

Таким образом, объединяя три рассмотренных участка, получим модель сети обмена данными АСУО как систему массового обслуживания, приведенную на рис. 3.

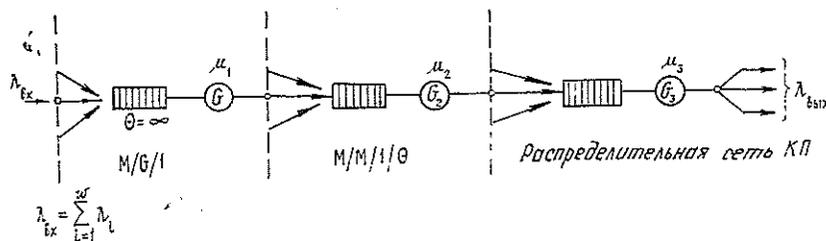


Рис. 3. Модель сети обмена данными АСУО

В большинстве работ (например [1]), посвященных исследованию систем обмена данными, в качестве предпочтительного критерия оптимальности сети используется среднее время задержки \bar{T} сообщений, т. е. при заданных входных потоках и наличии ряда ограничений решается задача минимизации характеристики \bar{T} .

Для рассматриваемой же СОД АСУО в качестве показателя эффективности сети предпочтительнее выбрать пропускную способность СОД, под которой понимается передача максимального объема информации с требуемым качеством за определенный интервал времени. Это обусловлено тем, что в АСУ передаются большие файлы информации в интересах решения задач управления, а также дистанционным вводом заданий.

Задача определения пропускной способности СОД декомпозируется на частные задачи нахождения пропускной способности участков сети: 1 — терминал — концентратор; 2 — концентратор — узел; 3 — связанной сети (участок узел — ГВМ).

Рассмотрим первые две части методики, так как разработке методики оценки связанной сети посвящена отдельная работа [3]. Поскольку модели первых двух участков (СМО типа М/Г/1 и М/М/1/Θ) достаточно хорошо изучены (например [4, 6]), то эти участки рассмотрим совместно.

Как отмечено выше, на вход сети поступают потоки сообщений с интенсивностями $\lambda_i, i = \overline{1, \omega}$, где ω — число терминалов в группе. Эти потоки являются пуассоновскими, а длины сообщений распределены по нормальному закону.

В целом модель этих двух участков можно представить в виде, показанном на рис. 4.

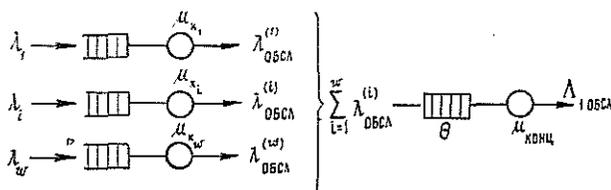


Рис. 4. Модель участка терминал—узел

Зададим качество обслуживания допустимым временем доставки T_d , тогда показателем оптимальности обслуживания будет вероятность своевременного обслуживания сообщений за время $t \leq t_d$, т. е.

$$F = P_{\text{ты}}(t \leq t_d).$$

Чтобы найти вероятность своевременной передачи сообщений по ветви P_{β} , будем рассматривать поток в ветви как поток отказов, приводящий к блокировке канала на время обслуживания.

Тогда вероятность P_{β} найдем по формуле полной вероятности

$$P_{\beta} = P(B)P(A/B), \tag{1}$$

где $P(B)$ — вероятность безотказной работы канала на участке;
 $P(A/B)$ — условная вероятность события A , состоящего в обслуживании сообщения при выполнении гипотезы B .

Для одноканальной СМО вероятность безотказной работы канала определяется формулой

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

где x — интенсивность восстановления канала на участке;
 c — интенсивность отказа канала на участке.

Поскольку нас интересует вероятность своевременного обслуживания каждого i -го потока ($i = \overline{1, \omega}$), то модель участка (рис. 4) заменим эквивалентной, на вход которой поступают те же потоки сообщений λ_i , а интенсивность обслуживания будет μ_c . Эта интенсивность является функцией входящего потока $\lambda_i, i = \overline{1, \omega}$, интенсивности обслуживания в канале μ_{ki} и интенсивности обслуживания в концентраторе $\mu_{\text{конц}}$, т. е.

$$\mu_c = f(\lambda_i, \mu_{ki}, \mu_{\text{конц}}).$$

Величина μ_c может быть определена из выражения

$$\mu_c = \frac{1}{\overline{T}_k + \overline{T}_{ож}}, \quad (3)$$

где \overline{T}_k — среднее время обслуживания (передачи) в канале;

$\overline{T}_{ож}$ — среднее время ожидания в очереди концентратора.

Среднее время обслуживания в канале (время передачи)

$$\overline{T}_k = \frac{1}{\mu_k}, \quad (4)$$

а среднее время ожидания в очереди концентратора при произвольном законе распределения времени обслуживания (длин сообщений) находят по известной формуле [7]

$$\overline{T}_{ож} = \frac{\lambda}{2} \frac{D[l]}{1-\rho}, \quad (5)$$

где λ — интенсивность входящего потока;

$\rho \equiv \frac{\lambda}{\mu}$ — коэффициент использования ветви;

$D[l]$ — дисперсия длины сообщения.

Подставляя выражения (4) и (5) в (3), получим выражение для определения интенсивности обслуживания в системе:

$$\mu_c = \frac{1}{\frac{1}{\mu_k} + \frac{\lambda}{2} \frac{D[l]}{1-\rho}} = \frac{2\mu_k(1-\rho)}{2(1-\rho) + \mu_k\lambda D[l]}. \quad (6)$$

Условная вероятность обслуживания сообщений является вероятностью обслуживания в одноканальной СМО и находится по формуле

$$P(A/B) = 1 - P_{отк}, \quad (7)$$

где $P_{отк}$ — вероятность получения произвольным сообщением отказа в обслуживании.

Если сообщение поступило в СМО в момент времени t , то $P_{отк} = r_1(t)$, где $r_1(t)$ — вероятность того, что обслуживающий прибор занят.

Для нахождения вероятности $P(A/B)$ воспользуемся известной в теории массового обслуживания формулой нахождения вероятности отказа [6]

$$P_{отк} = \left(\frac{\lambda}{\mu_c}\right)^{\theta} \frac{1 - \lambda/\mu_c}{1 - (\lambda/\mu_c)^{\theta} + 1}, \quad (8)$$

где μ_c определяется выражением (6).

Подставляя выражение (8) в (7), найдем вероятность $P(A/B)$:

$$P(A/B) = 1 - \left(\frac{\lambda}{\mu_c}\right)^{\theta} \frac{1 - \lambda/\mu_c}{1 - (\lambda/\mu_c)^{\theta} + 1}. \quad (9)$$

Зная вероятности $P(A)$ и $P(A/B)$, легко найти вероятность своевременной передачи сообщений по ветви:

$$P = (1 - P_{отк}) \frac{z}{z + c} \exp(-c). \quad (10)$$

Обслуженный поток по всем ветвям на участке

$$\Lambda_{\text{обсл}} = \sum_{i=1}^w \sum_{\beta=1}^w \lambda_i P_{\beta}. \quad (11)$$

Величина $\Lambda_{\text{обсл}}$ и будет пропускной способностью участка терминал — узел.

Пример. Пусть на вход участка, состоящего из четырех ветвей, поступают потоки с интенсивностями: $\lambda_1 = 0,1$ сооб./с; $\lambda_2 = 0,12$ сооб./с; $\lambda_3 = 0,08$ сооб./с; $\lambda_4 = 0,05$ сооб./с, длины сообщений распределены по нормальному закону; дисперсии длин сообщений $D_1[l] = 76,9$; $D_2[l] = 31,6$; $D_3[l] = 12,9$; $D_4[l] = 12,01$.

Для простоты расчетов полагаем, что интенсивности обслуживания в каналах одинаковы $\mu_{ki} = \mu_k = 1$, время наработки на отказ 10 ч, время восстановления 2 ч, объем буферной памяти концентратора $\theta = 3$ сообщения.

По формуле (2) находим вероятность безотказной работы канала

$$P = \frac{0,0014}{0,0014 + 0,000028} e^{-0,000028} = 0,979.$$

По формуле (10) определяем вероятность своевременной передачи по ветвям β_i , $i = 1,4$, предварительно вычислив по формуле (6) интенсивность обслуживания $\mu_{\beta i}$, $i = 1,4$ для каждого потока. Результаты расчетов сведены в таблицу.

Номер ветви	1	2	3	4
$\mu_{\beta i}$	0,6	0,55	0,42	0,32
$P_{отгk}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$
$P(A/B)$	0,999	0,993	0,995	0,997
$P_{\beta i}$	0,978	0,972	0,974	0,976

По формуле (11) находим обслуженный поток $\Lambda_{тобсл}$, величина которого является пропускной способностью участка терминал — узел:

$$\Lambda_{тобсл} = \sum_{i=1}^4 \sum_{\beta=1}^4 \lambda_i P_{\beta i} = 0,978 \cdot 0,1 + 0,12 \cdot 0,972 + 0,08 \cdot 0,974 + 0,05 \cdot 0,976 = 0,339 \text{ сооб./с.}$$

Вывод

Полученное аналитическое выражение определяет потенциальную характеристику сети. А так как она выражается одним числом, то это дает возможность сравнивать различные варианты нижнего уровня иерархии СОД и выбрать оптимальный. Объединив эту методiku с методикой оценки пропускной способности связанной сети [3], получим единую методiku оценки пропускной способности СОД АСУО.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями.— М.: Мир, 1979.— 600 с. [2]. Костенко В. С. Информационные потоки в АСУ лесопромышленным объединением // Лесн. журн.— 1987.— № 3.— С. 109—113.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Костенко В. С., Присяжнюк С. П. Методика оценки пропускной способности сети обмена данными в АСУ объединением // Лесн. журн.— 1988.— № 1.— С. 112—116.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Матвеев В. Ф., Ушаков В. Г. Системы массового обслуживания.— М.: МГУ, 1984.— 240 с. [5]. Присяжнюк С. П. Методы оперативного управления системой обмена данными.— М., 1985.— 137 с. [6]. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения.— М.: Сов. радио, 1971.— 520 с. [7]. Шварц М. Сети ЭВМ. Анализ и проектирование.— М.: Радио и связь, 1981.— 336 с. [8]. Шнепс М. А. Системы распределения информации. Методы расчета.— М.: Связь, 1979.— 314 с.

Поступила 17 февраля 1987 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*232

СОЗДАНИЕ КУЛЬТУР СОСНЫ
БИОГРУППАМИ ИЗ ДВУХ РАСТЕНИЙ

М. Н. ПРОКОПЬЕВ, М. В. РОГОЗИН

Естественно-научный институт
Пермского государственного университета

Равномерность размещения растений по площади — основное преимущество лесных культур перед естественными насаждениями. В той или иной мере рубки ухода в культурах призваны повышать ее, однако ориентировка на равномерное размещение вступает в противоречие с требованием оставлять лучшие растения. Противоречие разрешимо при посадке растений био группами с оставлением в них спустя некоторое время только одного лучшего растения.

В квартале 68 Пермского лесничества Пермского лесхоза были обнаружены культуры сосны, созданные по двум вариантам. В первом варианте размещение растений было принято био группами по два растения с расстоянием между ними 0,25 м при расстоянии между центрами био групп в рядах 1,1 м и между рядами 2,2 м. Во втором варианте проведена обычная рядовая посадка семян по схеме 2,0 × 0,49 м. В 15-летнем древостое проведены рубки ухода с оставлением только одного лучшего растения в био группах и по низовому способу во втором варианте. Культуры 29-летнего возраста имеют относительную полноту 1,19 и 1,33, запас 292 и 327 м³/га, число деревьев в господствующей части 2 360 и 2 870 шт./га соответственно в варианте био группами и при обычной посадке (см. таблицу).

Результаты выращивания культур сосны
из био групп и при обычной рядовой посадке

Показатели	Вариант	
	1 (био группы)	2 (посадка рядами)
Схема размещения посадочных мест, м	2,2 × 1,1	2,0 × 0,49
Первоначальная густота посадки, шт./га:		
био групп	4 130	—
растений	8 260	9 350
Возраст древостоя, лет	29	29
Общее число живых деревьев, шт./га	2 920	4 190
Число деревьев в господствующей части насаждения, шт./га	2 360	2 760
	<u>12,8</u>	<u>11,4</u>
Средний диаметр, см	16,0	15,1
	<u>14,3</u>	<u>13,8</u>
Средняя высота, м	15,0	14,7
	<u>37,9</u>	<u>42,5</u>
Абсолютная полнота, м ² /га	24,3	20,2
	<u>1,19</u>	<u>1,33</u>
Относительная полнота	0,76	0,63
	<u>292</u>	<u>327</u>
Запас стволовой древесины, м ³ /га	156	139

Примечание. В числителе даны показатели для всего древостоя; в знаменателе — показатели 1 000 самых крупных деревьев.

С позиций дальнейшего выращивания наибольший интерес представляет перспективная часть древостоя, которая формируется примерно из 1 000 шт./га самых крупных деревьев и впоследствии образует полог спелого древостоя [2]. В первом варианте