

4 Оптимальный период  $\tau$  проведения регламентных работ для минимизации  $C_s$ . Корень уравнения (4)  $\tau_0$  – оптимальный периодом профилактики по критерию  $C_s$ .

$$\tau \sum_{i=1}^m c_i t_i HP_i(\tau) - \sum_{i=1}^m c_i t_i H_i(\tau) - cpTP = 0 \quad (4)$$

В формуле (4)  $c_i$  – экономические потери за единицу времени при аварийных ремонтах  $i$ -го элемента;  $cp$  – экономические потери за единицу времени при проведении плановых профилактик.

Для нахождения  $C_s$  при известном  $\tau_0$  применяется выражение

$$C_s = \sum_{i=1}^m c_i t_i HP_i(\tau_0). \quad (5)$$

**Выводы.** Для нахождения оптимальных периодов профилактики по различным критериям удобно использовать вычислительный аппарат Given-Find математической программы MathCAD. MathCAD также пригоден и для нахождения преобразования Лапласа различных выражений. Оптимальные периоды профилактик позволяют оптимизировать различные критерии.

УДК 621.394.5

## МЕТОД РАСЧЕТА ОБОРУДОВАНИЯ СЕТЕЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Ю. А. КУШНЕРОВА

*Белорусский государственный университет транспорта*

Структура сети связи и методы ее расчета в значительной мере определяются техническими характеристиками применяемого станционного и линейного оборудования. Появление на сети общетеchnологической телефонной связи железнодорожного транспорта цифровых систем коммутации большой емкости с высокой пропускной способностью коммутационного поля и с мощной, легко наращиваемой производительностью системы управления, универсальных по назначению и интегральных по обслуживанию, с широкими возможностями выноса абонентского оборудования существенно изменили сложившиеся десятилетиями принципы построения сетей связи. Поэтому необходимы разработки новых концепций построения сети и новых методов расчета ее пропускной способности, особенно с учетом начавшейся интеграции и интеллектуализации сети, активного развития сетей подвижной и спутниковой связи, широкого распространения локальных сетей различного назначения.

При проектировании сетей телефонной связи определяют оптимальное число обслуживающих устройств – линий, каналов связи и коммутационных приборов автоматических телефонных станций (АТС), которое при заданном качестве обслуживания абонентов обеспечивает минимальные затраты на строительство и эксплуатацию сети. Как и любой другой поток случайных событий, поток телефонных вызовов характеризуется интенсивностью, представляющей собой среднее число занятий телефонного оборудования в единицу времени. Под величиной поступающей телефонной нагрузки понимают произведение

$$Y = N \bar{c} \bar{t}, \quad (1)$$

где  $N$  – число источников нагрузки;  $\bar{c}$  – среднее число вызовов, поступающих в час наибольшей нагрузки (ЧНН) на АТС от одного абонента;  $\bar{t}$  – средняя длительность одного занятия.

При этом значения  $\bar{c}$ ,  $\bar{t}$  являются табулированными и приводятся во многих литературных источниках. Все абоненты предполагаются одинаковыми, т. е. производящими в среднем одно и то же число вызовов. При этом многие важнейшие свойства телефонной нагрузки оказываются вне основной расчетной формулы (1). К числу таких свойств, в частности, относятся неравнозначность результатов отдельных соединений, качества обслуживания и поступления потока вызовов. Кроме того, не учитывается специфика развития сетей связи железнодорожного транспорта, не всегда учитывается процентное соотношение структурного состава абонентов. С интеграцией ресурсов связи и услуг на железнодорожном транспорте изменился характер нагрузки, значительно увеличилась доля передачи данных в общем объеме сетевого трафика. Изменение параметров нагрузки сети общетехнологической телефонной связи может быть обусловлено также технологией работы железной дороги и ее подразделений, а также социально-экономическими факторами. Все эти факторы необходимо учитывать при расчете оборудования АТС.

Наличие внутренних закономерностей в потоках вызовов также существенно влияет на величину и характер изменения телефонной нагрузки. Основные расчетные формулы проектирования коммутационного оборудования, связывающие потери сообщения, нагрузку и число соединительных линий, получены в предположении о простейшем характере потока поступающих вызовов. Вероятность поступления вызовов такого потока за отрезок времени определяется формулой Пуассона, в связи с этим простейший поток называют также пуассоновским. Это означает, что поток обладает свойствами стационарности, ординарности и отсутствием последействия. Реальные потоки не обладают ни одним из этих свойств. Как показывают разнообразные исследования, поток вызовов, поступающих на АТС, носит явно выраженный нестационарный характер. Интенсивность потока существенно зависит от времени суток, дня недели и даже времени года. Однако внутри суток всегда можно выделить одночасовые промежутки времени, в течение которых поступающий поток близок к стационарному.

Согласно основному определению телефонной нагрузки все абоненты предполагаются равнозначными. Однако практика проектирования телефонных станций показала, что при проектировании городских, сельских телефонных сетей и сетей телефонной связи железнодорожного транспорта различаются абоненты административно-хозяйственного и квартирного секторов, таксофонов и коммутаторных установок, включенных в АТС.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что телефонная нагрузка АТС характеризуется целой группой взаимосвязанных факторов, и количество вызовов, поступающих от одного абонента, существенно колеблется около математического ожидания. Такое же заключение справедливо при рассмотрении величины длительности занятий коммутационной системы при обслуживании одного вызова и длительности разговора, в частности. При отсутствии результатов статистических наблюдений за параметрами нагрузки можно использовать их средние табулированные значения для АТС. Однако на основе вышеизложенных аргументов это будет неверно:

– во-первых, практика работы железнодорожного транспорта свидетельствует о различном процентном соотношении в структурном составе абонентов, различиях в колебаниях интенсивности нагрузки в течение суток, по дням недели, числам месяца, кварталам и др. по сравнению с городскими телефонными сетями;

– во-вторых, в связи с изменением характера трафика телефонных сетей, связанного с созданием интегральных сетей связи на базе применения цифровой техники, расширением вида услуг, значительным увеличением доли передачи данных в общем объеме сетевого трафика и ряда других факторов значения  $\bar{c}$  и  $\bar{t}$  не будут соответствовать ранее рекомендованным.

Следовательно, величины количества вызовов, поступающих от одного абонента, и длительности занятий коммутационной системы при обслуживании одного вызова, следует рассматривать как случайные, т. е. при расчете оборудования необходимо применять методику на основе вероятностного подхода.