

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

В. Н. Прищенко, Ю. Н. Саенко, А. Н. Татаринев (Санкт-Петербург)

Современные аппаратно-программные средства связи (АПСС) представляют собой сложные структурные образования, состоящие из систем, блоков и узлов, различных по принципам действия, энергетическому обмену и протекающим в них процессам. В связи с этим возникает необходимость проведения контроля разнородных физических величин (электрических, радиотехнических, оптических и др.), которые в равной мере определяют готовность АПСС.

Получение измерительной информации и достижение требуемого качества этой информации осуществляется в ходе специфического вида деятельности – метрологического обеспечения (МЛО) эксплуатации АПСС.

Техническую основу метрологического обеспечения эксплуатации АПСС операторов связи составляют средства измерений (СИ).

Допущенные ошибки в получении и обработке измерительной информации могут привести к нанесению огромного материального ущерба. Качество измерений предъявляет требование к качеству самих средств измерений, которые во многом определяются, в том числе, и организацией их технического обслуживания и ремонта в реальных условиях эксплуатации.

Как показывает практика, реальные условия эксплуатации СИ могут отличаться от заданных (нормальных или рабочих), что приводит к увеличению погрешности измерения, увеличению времени ремонта и поверки. Вследствие этого возникает вероятность невыполнения требований по своевременности, полноте и достоверности измерений.

Состав мероприятий, выполняемых в процессе эксплуатации средств измерений, можно разделить на две группы:

- основную – использование средств измерений по назначению;
- обеспечивающую – подготовка к применению, поддержание в работоспособном и готовом к использованию состоянии.

Мероприятия обеспечивающей группы составляют техническую эксплуатацию средств измерений и реализуются системой технического обслуживания и ремонта (СТО и Р) средств измерений.

Таким образом, можно с большой степенью уверенности утверждать, что готовность АПСС во многом определяется такими показателями качества СИ как точность, надежность и быстродействие. Следовательно, техническое состояние СИ (исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное) непосредственно зависит от выполнения требований по точности, надежности и быстродействию, предъявляемых к СИ.

В связи с этим представляет интерес для исследования влияние СТО и Р СИ на их показатели качества. В качестве таковых могут быть выбраны следующие: коэффициент готовности (K_r); коэффициент оперативной готовности ($K_{ог}$); коэффициент технического использования ($K_{ти}$); средняя наработка на отказ (T_o); среднее время восстановления (T_b).

Суммарное время пребывания СИ в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период, характеризует коэффициент технического использования. Коэффициент технического использования учитывает нахождение СИ в

работоспособном состоянии не только при использовании по назначению, но и его техническом обслуживании и ремонте. Другими словами, $K_{ти}$ представляет собой вероятность нахождения СИ на рабочем месте в работоспособном состоянии, поверенным и признанным годным к применению.

Готовность средств измерений к применению оценивается по результатам их поверки, которые в общем случае могут быть как истинными, так и ложными. Исходы поверок могут быть положительными и отрицательными. При положительном исходе поверки средства измерений поступают в обращение, а при отрицательном – в брак, где они находятся до направления в ремонт. В брак могут направляться также средства измерений непосредственно с мест установки, когда их неработоспособность устанавливается визуально без проведения поверочных операций. Отремонтированные средства измерений могут направляться в обращение только после положительного исхода поверочных операций.

Таким образом, в процессе эксплуатации можно выделить основные состояния, в которых может находиться средство измерений: состояние готовности; состояние скрытого отказа; состояние поверки; состояние ремонта; состояние запаса.

Сумма вероятностей нахождения i -го средства измерения в каждом из состояний представляет полную группу событий. Интенсивность переходов СИ из одного состояния в другое зависит как от внутренних свойств СИ, так и от условий эксплуатации:

- количества рабочих мест по их ремонту и поверке;
- вероятности достаточности ЗИП;
- укомплектованности метрологических и ремонтных органов обменными фондами; соответствующим технологическим оборудованием, подвижными лабораториями.

Также, существенное влияние оказывают и различие многоэшелонных структур поверочно-ремонтных органов и алгоритмы их функционирования.

Анализ процесса технической эксплуатации СИ позволяет сделать вывод о том, что при переходе от содержательного к формальному описанию процесса с учетом воздействия внешней среды в качестве математической схемы целесообразно использовать, так называемые, Q-схемы, представляющие собой системы массового обслуживания.

Ремонтные и поверочные органы определяются как системы массового обслуживания и в совокупности представляют собой сеть массового обслуживания (СеМО).

Учитывая процессы функционирования системы можно говорить о последовательно-параллельном соединении, как приборов, так и каналов обслуживания. Кроме того, данную СеМО можно классифицировать как замкнутую, многофазовую систему с ожиданием.

Возможности оценки характеристик системы с использованием аналитических моделей теории массового обслуживания являются весьма ограниченными.

Существующие в настоящее время расчетные формулы аналитических методов получены при большом числе ограничений, среди которых можно выделить наиболее существенные:

- как правило, обязательность экспоненциального распределения времени на отказ СИ и времени восстановления его работоспособности;
- исследуемые процессы марковские, исследуемые потоки событий простейшие;
- при расчетах надежности учитываются только средние значения показателей надежности.

Помимо этого, возникает необходимость перехода от разрозненных исследований влияния отдельных факторов на процесс эксплуатации СИ к системному подходу,

суть которого состоит в том, что проблема обеспечения готовности СИ изучается с разных сторон с учетом возможно большего числа факторов.

Причем, совокупность средств измерений, образующих систему (парк СИ), требует проведения дополнительных исследований, так как их функционирование подвергается ряду дополнительных воздействий, которые также необходимо учитывать в комплексе.

На работу с Q-схемами при машинной реализации моделей ориентированы многие языки имитирующего моделирования, например GPSS и др.

Специфика моделей, реализованных по способу ∂z , обуславливает необходимость наличия в них следующего состава модулей:

- модуль установки начальных условий;
- модуль выявления активного элемента, время смены состояния которого является ближайшим;
- модули имитации поведения активных элементов;
- модуль обеспечения заданной точности и окончания работы модели.

Для описания структуры моделируемой системы используются следующие матрицы:

МАТ 1 – матрица описания элементов (типа средств измерений), в которой определяются ремонтные органы, восстанавливающие данный тип СИ; поверочные органы, осуществляющие поверку данного типа СИ; количество рабочих мест для поверки и ремонта СИ;

МАТ 2 – матрица расстояний, в которой указываются расстояния между местом нахождения СИ и ремонтными и поверочными органами;

МАТ 3 – матрица маршрутизации, в которой указаны маршруты заявок на ремонт и поверку.

Обнаружение отказа СИ и определение необходимости направления его в ремонт или на поверку осуществляется согласно установленной периодичности контрольного осмотра в модуле контроля. При этом учитываются ошибки первого и второго рода при определении работоспособности СИ.

Поверка СИ осуществляется в модуле поверки. В случае определения необходимости поверки осуществляется выбор поверочного органа, способного выполнить поверку данного типа СИ. После этого СИ доставляется в i -й поверочный орган. В результате выполнения операций поверки СИ возможно два исхода: «средство измерения поверено» или «средство измерения не поверено». В случае положительного решения учитываются ошибки первого рода. Если ошибка первого рода имеет место, то поверенное СИ признается за неповеренное и, следовательно, подлежащее ремонту. В этом случае данное СИ направляется в ремонт.

При наличии ошибки второго рода, когда средство измерения со скрытым метрологическим отказом признано поверенным и годным к применению, оно возвращается к месту дислокации.

Ремонт неработоспособных или не прошедших поверку СИ осуществляется в модуле ремонта. При этом осуществляется выбор i -го ремонтного органа и после этого СИ доставляется в i -й ремонтный орган. В результате выполнения ремонтных работ возможны два исхода: ремонт выполнен или не выполнен. Если i -й ремонтный орган не способен выполнить ремонт СИ, то оно направляется в следующий $(i+1)$ -й ремонтный орган.

После выполнения ремонта средство измерения направляется на поверку, а затем к месту постоянной дислокации.

Модель предназначена не только для целей исследования вероятностных и стоимостных характеристик процесса технической эксплуатации СИ, возможно ее исполь-

зование в качестве оптимизационной при формировании рациональной структуры парка СИ с учетом эксплуатационных затрат.

Учет отличительных особенностей разработанной математической модели позволил снять ряд ограничений и допущений по сравнению с существующими моделями. В частности, предложено применение разнородных законов распределения случайных величин, их аппроксимация, комплексное влияние множества факторов, динамику технической эксплуатации СИ с учетом накопления статистики по отказам и восстановлению, различные стратегии ТО и Р, методы ремонта (агрегатный и индивидуальный), приоритетность восстановления и поверки СИ.

Литература

1. **Бакланов И.Г.** Технология измерений в современных телекоммуникациях. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1997. – 325 с.
2. **Барзилович Е.Ю.** Модели технического обслуживания сложных систем. – М.: Высшая школа, 1982. – 231 с.
3. Исследование в области надежности средств измерений. Труды метрологических институтов СССР, ВНИИМ им. Д.И.Менделеева. – Л., 1975. Вып. 173 (233). – 136 с.
4. **Коваленко И.А., Кузнецов Н.Ю.** Статистическое моделирование. Моделирование высоконадежных систем/ Надежность технических систем. Справочник. – М.: Радио и связь, 1985. – 456 с.
5. **В.А.Кузнецов, А.Н.Пашков, О.А.Подольский и др.** Основы эксплуатации средств измерений/Под ред. Р.П.Покровского. – М.: Радио и связь, 1984. – 184 с.
6. **Прищенко В.Н.** Модель для расчета показателей своевременности при восстановлении средств связи//53-я НТК НТОРЭС им. А.С. Попова. – СПб: СПб НТОРЭС, 1998. – С. 27.
7. **Советов Б.Я., Яковлев С.А.** Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 1985. – 271 с.