

Уровень рассматриваемых помех является функцией величины асимметрии гармоник тягового тока, протекающих в рельсах под приемными локомотивными катушками и в местах подключения к рельсам приемной аппаратуры РЦ. В свою очередь под катушками АЛС величина этой асимметрии определяется величиной асимметрии входных сопротивлений рельсовых нитей для гармоник тягового тока, утекающих вперед по ходу поезда. На входном для тягового тока конце РЦ асимметрия тягового тока подчиняется подобной зависимости. На выходном конце РЦ рассматриваемая зависимость намного сложнее и является функцией распределения продольных и поперечных сопротивлений вдоль рельсовых нитей как однопроводных для тягового тока электрических линий.

При проведении исследований распределения величин продольных и поперечных сопротивлений рельсовых линий в условиях эксплуатации было выявлено, что асимметрия тягового тока оказывается больше асимметрии данных сопротивлений. Анализ процесса формирования асимметрии тягового тока показал, что появление асимметрии продольных и/или поперечных сопротивлений рельсовых нитей вызывает также появление асимметрии магнитных сопротивлений этих нитей. Это может приводить к увеличению асимметрии тягового тока в два и более раза. Анализ процесса изменения асимметрии тягового тока и вдоль рельсовой линии, и во времени дополнительно усложняется тем, что величина асимметрии зависит также от электрического сопротивления сплошных рельсов, которое варьирует при изменении величины тягового тока в них и при изменении температуры окружающей среды.

С ростом частоты гармоники тягового тока амплитуда её уменьшается, поэтому ошибочно считалось, что более высокие гармоники тягового тока мало влияют на РЦ и АЛС. Однако величина напряжения помех, наводимого в приемных локомотивных катушках, растет пропорционально частоте тока помехи. В рельсовых нитях, обладающих индуктивным сопротивлением, с ростом частоты токи гармоник быстрее затухают вдоль них. Однако даже в длинных РЦ при приближении поезда к месту установки их аппаратуры растет уровень помех и от высших гармоник, так как расстояние между источником помех и приемниками РЦ уменьшается.

Проведенные в условиях эксплуатации исследования показали также, что эффективность ослабления помех фильтрами, используемыми в аппаратуре РЦ и АЛС, часто оказывается недостаточной, особенно при движении тяжеловесных поездов и при сгущении потока поездов. Для решения указанной проблемы был разработан ряд конструктивных решений и организационных мероприятий, позволяющих или существенно, или заметно повысить устойчивость работы аппаратуры РЦ и АЛС при действии рассматриваемых помех.

УДК 656.25.071.8

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛИЧЕСТВА РЕМОНТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ ДИСТАНЦИЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ**

*Д. Н. ШЕВЧЕНКО, И. Н. КРАВЧЕНЯ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*В. К. ГОЛИК*

*Белорусская железная дорога, г. Минск*

В настоящее время на Бел. ж.д. эксплуатируется более 150 типов аппаратуры сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), среди которых 640 тысяч реле, фильтры, усилители, генераторы и проч. Ремонт и периодическая проверка аппаратуры СЦБ выполняется в ремонтно-технических участках (РТУ СЦБ) дистанций сигнализации и связи (ШЧ).

Большая номенклатура аппаратуры СЦБ и жесткие требования к своевременности ее проверки заставляют в РТУ СЦБ каждого из 15 ШЧ Бел. ж.д. содержать большой штат квалифицированных электромехаников (ШН) и электромонтеров (ШЦМ). Современные тенденции оптимизации численности сотрудников предприятий вынуждают искать новые более эффективные способы организации работы. Один из таких вариантов – объединение РТУ СЦБ различных ШЧ в единое самостоятельное подразделение. Оно имеет ряд очевидных преимуществ:

1 Минимизация штата, количества аппаратуры СЦБ, находящихся в технологическом запасе РТУ СЦБ (обменный фонд), количества оборудования, энерго- и трудозатрат на проверку и ремонт аппаратуры СЦБ за счет использования специальных стенов. РТУ СЦБ должны специализиро-

ваться на небольшом количестве аппаратуры, имея для этого специальные средства автоматизации. При этом следует перенаправлять потоки аппаратуры в те РТУ СЦБ, которые обеспечивают минимальные сроки проверки и ремонта.

2 Единое управление и система повышения квалификации.

3 Улучшение качества проверки и ремонта аппаратуры СЦБ в связи с большей специализацией персонала и использования специального оборудования.

4 Равномерная загрузка работников РТУ СЦБ в связи с возможностью перераспределения потоков проверяемой аппаратуры между ШЧ.

5 Новое объединенное подразделение РТУ СЦБ будет заинтересовано в закупке специальных стендов для автоматизации работ. Срок окупаемости таких стендов будет невелик. В настоящее время ШЧ не покупают подобных стендов, ввиду их большого срока окупаемости в масштабах одной дистанции.

Наряду с достоинствами объединение РТУ СЦБ имеет ряд недостатков:

1 Рассредоточенная структура.

2 Необходимость эффективного управления потоками проверяемой и ремонтируемой аппаратуры для минимизации транспортных расходов и обеспечения равномерной загрузки работников.

3 Увеличение затрат на транспортировку аппаратуры СЦБ.

4 Нестабильность работы структуры на начальном этапе.

Для обоснования возможности оптимизации штата сотрудников РТУ СЦБ предлагается математическая модель массового обслуживания, реализованная в пакете автоматизации имитационного моделирования GPSS World. При этом на примере трех ШЧ Гомельского отделения Бел. ж.д. были реализованы две следующие стратегии обслуживания: 1) по принадлежности (существующая, когда каждый РТУ СЦБ обслуживает только аппаратуру своего ШЧ); 2) по специализации (предлагаемая, когда проверяемая аппаратура направляется в ближайший РТУ СЦБ, который специализируется на ее обслуживании).

Результаты моделирования (таблица 1) показали, что существующий штат РТУ СЦБ различных ШЧ (работающих по существующей стратегии) не оптимизирован. Многие участки работают с перегрузкой. Для нормализации коэффициента загрузки требуется (в рамках отделения) четыре дополнительных сотрудника. За счет перехода от стратегии обслуживания аппаратуры СЦБ «по принадлежности» к ШЧ к новой стратегии обслуживания «по специализации» можно выровнять и несколько снизить коэффициент загрузки работников. Для нормализации коэффициента загрузки требуется всего два дополнительных сотрудника.

Таблица 1 – Результаты имитационного моделирования

	Фактически		Оптимально	
	количество	к-т загрузки	количество	к-т загрузки
Существующая стратегия (обслуживание по принадлежности)				
ШЧ-9	ШН	14	1	0,901
	ШЦМ	5	0,998	0,776
	Всего	19	0,9995	23 (+4) 0,8630
ШЧ-11	ШН	16	0,787	14 0,9
	ШЦМ	6	0,823	6 0,823
	Всего	22	0,7968	20 (-2) 0,8769
ШЧ-12	ШН	13	0,969	14 0,9
	ШЦМ	5	0,915	6 0,762
	Всего	18	0,9540	20 (+2) 0,8586
ИТОГО по стратегии 1			Требуется 4 работника	
Предлагаемая стратегия (обслуживание по специализации)				
ШН	43	0,921	44	0,9
ШЦМ	16	0,938	17	0,883
Всего	59	0,9256	61 (+2)	0,8953
ИТОГО по стратегии 2			Требуется 2 работника	

С учетом прочих преимуществ объединение РТУ СЦБ нескольких ШЧ достаточно целесообразно. Предложенная математическая модель учитывает вероятностный характер потока отказов аппаратуры и времени ее проверки и ремонта. Она может использоваться как для определения нормативного штата РТУ СЦБ, так и для его оптимизации при изменении структуры подразделений РТУ СЦБ, автоматизации технологических процессов или некоторых его этапов.