

## УДК 656.25(477)

В. Н. САМСОНКИН – д. т. н., профессор, Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев, samsonkin1520@gmail.com

А. Б. БОЙНИК – д.т.н., профессор, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, г. Харьков, boinik@gmail.com

А. Н. ПРОГОННЫЙ – к.т.н., доцент, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, м. Харьков, progalex55@gmail.com

## К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ДИСТАНЦИЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ

### Вступление

**Постановка проблемы.** Основными функциями дистанции сигнализации и связи железнодорожного транспорта являются обеспечение высокой эксплуатационной надежности систем железнодорожной автоматики, связанных с безопасностью движения поездов, а также установленной пропускной способности участков.

В связи с широким внедрением в указанных системах микропроцессорной техники произошло существенные их изменения, что потребовало новых знаний от обслуживающего персонала дистанций и значительное обновление технической документации.

В тоже время процессы управления работой дистанций практически изменилось незначительно, хотя и появились компьютеры и компьютерные сети, которые используются, в основном, для реализации управляющих функций, а также автоматизации рутинной работы.

Изменение состава железнодорожных компаний и формы их собственности, сокращение персонала, новые возможности автоматизации традиционных функций обслуживающего персонала ставит задачу не только модернизации технической базы, но и управленческих функций.

В последние годы выполнены три инициативные исследовательские работы по анализу использования системного подхода в управлении эксплуатацией систем железнодорожной автоматики. Основной целью этих работ являлось исследование качества

выполнения функций дистанций: исследование и систематический анализ причин отказов и преждевременного износа устройств, разработка на основании выполненного анализа мероприятий по предупреждению подобных отказов в будущем, применение единой методики обслуживания, эксплуатации и развития устройств.

Детальный анализ полученных результатов указывает на целесообразность применения системного подхода при реализации указанных функций технологического процесса дистанций.

Рассмотрение сравнительных технических характеристик трех дистанций (в дальнейшем дистанции ШЧ1, ШЧ2 и ШЧ3 свидетельствует, что они во многом подобны, как организации (табл.1).

При этом если ШЧ2 и ШЧ3 имеют практически одинаковые показатели, то ШЧ1 – на 40 % меньше практически по всем характеристикам.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – предложить способ мониторинга работоспособности технических устройств безопасности движения для целенаправленного управления их обслуживанием. Для достижения указанной цели необходимо решить такие задачи:

1) провести сравнительный анализ использования системного подхода в указанных дистанциях ПАТ «УЗ»;

2) формализовать способ мониторинга управления работоспособностью устройств железнодорожной автоматики с целью их эффективного использования.

**Литературный обзор.** Анализ существующих теоретических подходов по проблеме безопасности движения поездов [2, 7, 10,11,12, 14, 16] указывает на недостаточность и не полное использование такого важного понятия, как обоснования управленческих решений обеспечения безопасности. Концептуальные нормативные документы [5, 9, 14] рассматривают железнодорожные перевозки, как детерминированный процесс, без учета объективности транспортного риска, а транспортные происшествия - как грубое нарушение технологической дисциплины. Разработанные подходы направлены, в основном, как не допустить нарушения безопасности движения [5,6,8, 14, 15], или как расследовать транспортное событие [1, 13].

**Статистический подход  
 к управлению организацией  
 на основе нарушений  
 регламентов работы**

Появление статистических подходов к управлению предприятиями/ организациями/отраслями связано с большой сложностью этих структурных подразделений. При этом важно иметь в виду не только огромное количество элементов (технические средства, здания и сооружения, документы, персонал), но и внутренние, а также внешние связи, которые постоянно изменяются. Разработанные ранее различного рода модели, которые строились для управления такими объектами, в настоящее время чаще всего оказываются неадекватными постоянным изменениям взаимодействия объекта со средой его деятельности. Следовательно, основанные на моделях методы управления оказываются малоэффективными.

Как известно, магистральный железнодорожный транспорт - представляет собой очень сложную организационную структуру в любой стране. В Украине ПАТ «УЗ» - одна из самых больших по выполнению различных функций, но наиболее важной является - функция обеспечения безопасно-

сти движения, как в социальном плане, так и экономическом (конкурентоспособность).

Учитывая изложенное выше, вполне логичным является рассмотрение статистики нарушений регламентов деятельности (технологическая безопасность, технические отказы, ошибки людей), как параметр конечного результата и состояния железнодорожного транспорта. Более того, в различного рода нарушениях перевозочного процесса следует искать прежде всего недостатки и резервы улучшения технологических процессов.

Таблица 1

**Техническая характеристика  
 дистанций**

Название показателя	Численная характеристика показателя		
	ШЧ1	ШЧ2	ШЧ3
Эксплуатационная длина дистанции, км	269,1	370,5	376,5
из них оснащено: - автоблокировкой	243,8	358,6	269,5
- полуавтоматической блокировкой	25,3	6,5	107
- диспетчерской централизацией	242,7	193	126,9
Количество стрелок, всего	390	503	547
из них: с электроприводами	383	503	547
Количество поездов	69	74	64
Количество технических единиц,	2,43	618,37	520,2
из них: - устройств СЦБ	225,9	224,91	262,9
- устройств связи	186,5	330,65	258,6
Количество устройств ПОНАБ	8	370,5	17
Контингент, всего	250	358,6	344

## Основные понятия системного подхода

В монографии «Метод статистической закономерности в управлении безопасностью движения на железнодорожном транспорте» предложены теоретические основы и общие подходы теории поддержки принятия управленческих решений в области технологической безопасности на железнодорожном транспорте[4]. В ней предложен новый метод целенаправленного предупреждения (профилактики) транспортных событий путем обработки статистики нарушений безопасности движения. Основные понятия этого метода можно свести к следующему:

– *конечный результат*, как цель и система образующий фактор деятельности транспортной компании в соответствии с теорией функциональной системы академика П.К. Анохина. При этом одним из важных показателей деятельности дистанции следует считать показатель готовности устройств СЦБ к выполнению возложенных функций;

– *систематизация информации об отказах* – формализация информации о зарегистрированных отказах в виде описания отказа в пространстве параметров систематизации;

– *«узкое место»* - наиболее проблемное место в технологическом процессе дистанции, а также участок максимального расхода имеющихся ресурсов для сохранения устойчивости ее деятельности;

– *статистическая закономерность* – это тренд или явная тенденция в динамике статистических показателей отказов. Адресная закономерность указывает на опасную тенденцию – «узкое место» или наоборот положительную;

– *причина* – фактическая причина – событие, которое вызвало отказ;

– *предпосылка* – фундаментальная причина (причина причины), которая не связана непосредственно с данным отказом.

## Сравнительный анализ применения системного подхода на основе статистики технических отказов устройств СЦБ в дистанциях ПАТ «УЗ»

Основные этапы формирования управляющих действий.

*Этап 1.* Поиск закономерностей.

*Теоретический аспект*

Как было указано выше, негативная закономерность покажет «узкое» место в технологическом процессе и укажет закономерности.

(i) Вначале каждый случай отказа из исходной таблицы систематизировался в пространстве четырех параметров: (1) ЧТО произошло, (2) КОГДА произошло, (3) ГДЕ произошло (название конкретного устройства или блока), (4) ПОЧЕМУ произошло (причина), (5) КТО виноват. У любого параметра могут быть подпараметры, указывающие на проявление данного параметра (например, проявления (подпараметры) параметра КОГДА: время суток, время года, месяц).

(ii) по каждому параметру и подпараметрам систематизации формируется база данных, которая обновляется после очередного отказа и при этом однородные значения суммируются;

(iii) строятся зависимости параметров систематизации во времени - в пространстве двух или трех параметров, например, (ЧТО-ГДЕ), (КТО-ПОЧЕМУ), (ЧТО-ГДЕ-КОГДА) с целью поиска закономерностей – «узких» мест.

Возможны два проявления одного или нескольких «узких» мест:

– «негативный тренд» в динамике параметра/подпараметра;

– «максимальный выброс», когда абсолютное значение за определенный промежуток времени одного параметра/подпараметра в пространстве (ЧТО-КОГДА-ГДЕ-ПОЧЕМУ-КТО) больше остальных.

*Практический аспект.* Исходной информацией применения разработанного метода статистической мерности являются статистические данные об отказах и наруше-

ниях в эксплуатации технических устройств СЦБ в 2009-2016 роках (журналы формы ШУ-78 – ШЧ1, ШЧ2, ШЧ3) (табл. 2)

Таблица 2

Структура базы данных отказов из журнала формы ШУ-78

Наименование отказа	Время отказа		Причина отказа		Кол-во данного вида отказа
	Дата	Час. мин.	Название	Частота	
Стрелка не переводилась	18.01.09	17.05	Напрессование снега и льда между острием и рамным рельсом	5	5
	18.01.09	17.35			
	21.01.09	4.25			
	22.01.09	20.22			
	20.12.09	16.35			
Входной светофор Н перекрылся на красный огонь	20.01.09	4.05	Попадание окалины в изо-стык	1	1
Ложная занятость изолированного участка	30.01.09	11.15	Излом планки сопротивления в путевой коробке	1	19
	07.03.09	10.55	Попадание окалины в изо-стык	2	
	04.08.09	7.25			
	17.04.09	5.15	Излом ножки предохранителя в путевой коробке	1	
	30.04.09	22.40	Обрыв основного соединителя, потеря контакта в дублирующем соединителе	3	
	31.07.09	22.50			
	30.09.09	6.00			
	30.06.09	22.20	Выход из строя путевого приемника	2	
	31.12.09	22.40			
	22.08.09	5.50	Выход из строя РВНШ-250 в путевой коробке	1	
	08.09.09	8.00	Замикание изоляции изостыка клеммным болтом	1	
	16.09.09	12.40	Пробой изоляции изостыка	1	
	24.12.09	15.05	Сбитие ДТ собакой, попавшей под поезд	1	
	19.05.09	4.35	Выход из строя путевого приемника	1	
	31.05.09	21.25	Закорачивание шин выводов внутри дроссель-трансформатора	1	
29.04.09	18.10	Потеря контакта в плате блока БС-ДА	1		
23.07.09	15.00	Выход из строя аккумуляторной банки в БШ	1		
31.08.09	21.30	Выход из строя АВМ-15 А в путевой коробке	1		
31.12.09	8.50	Выход из строя блока БС-ДА	1		

Общее число отказов по трем дистанциям - 861. А сравнительный анализ и графическая интерпретация отказов в пространстве «ЧТО-КОГДА» некоторых показателей трех дистанций приведена на рис. 1.

Анализ приведенных результатов свидетельствует о следующем: в 6-часовых интервалах (периоды присутствия и отсутствия персонала дистанции) закономерности

примерно одинаковые и около 70 % всех отказов приходится на нерабочее время.

По месяцам года: в ШЧ1 есть выраженный максимум отказов – февраль. В ШЧ2 отказы распределены в основном равномерно с января по июль, в ШЧ3 – большинство распределены равномерно между январем и октябрём (рис. 2).

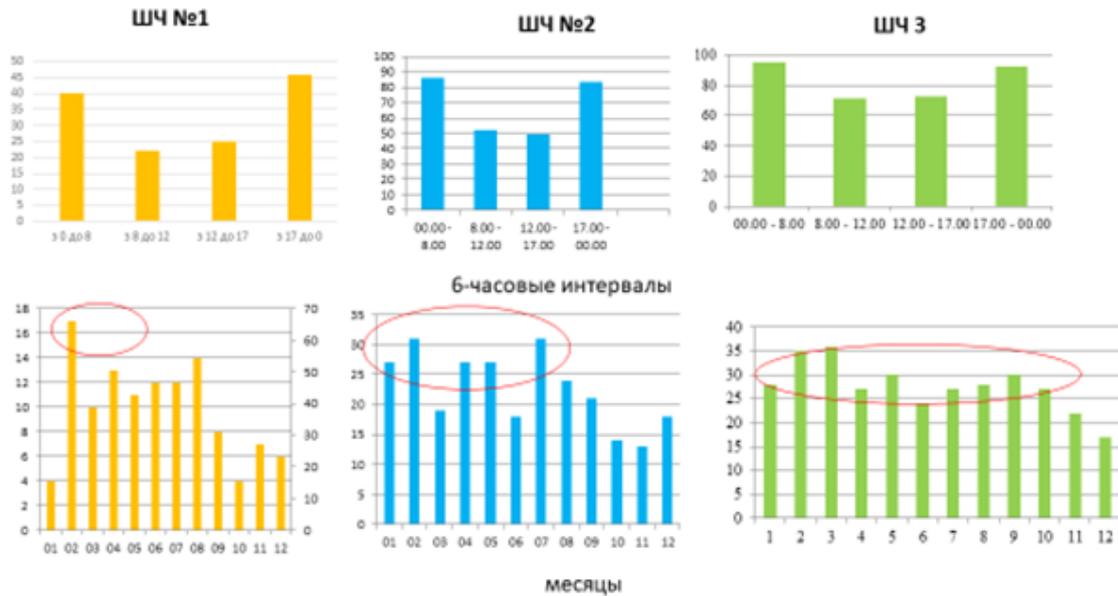


Рис. 1. Графическая интерпретация отказов в пространстве «ЧТО-КОГДА» (по периодам рабочего-нерабочего времени и месяцам)

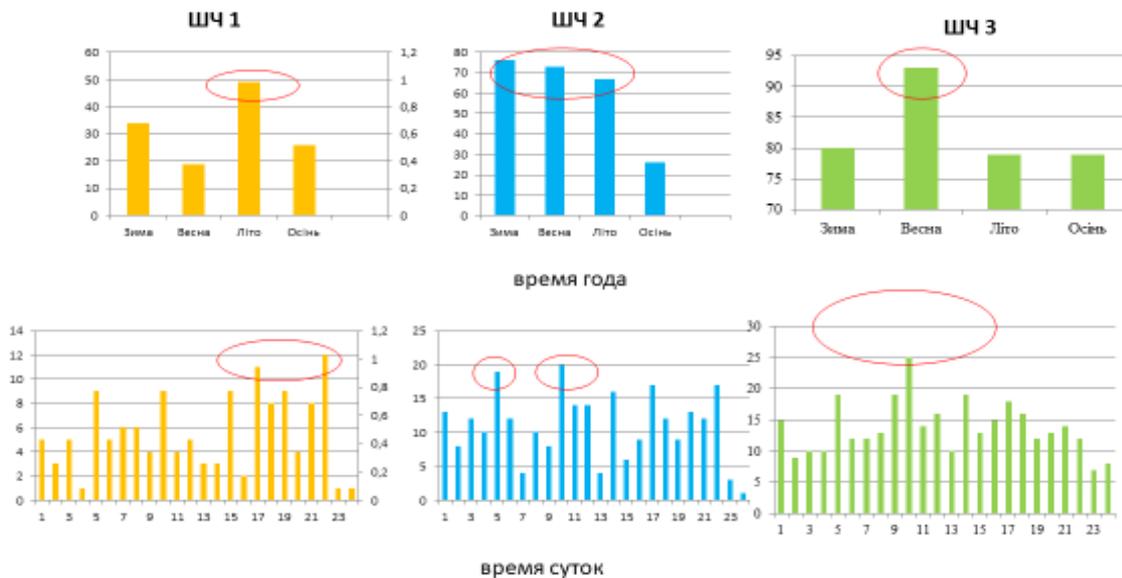


Рис. 2. Графическая интерпретация отказов в пространстве «ЧТО-КОГДА» (по временам года и суткам)

Равномерное распределение указывает на то, что причина отказов находится не в области исследуемого технологического процесса.

По временам года – явное различие: в ШЧ1 – отказы случаются в основном летом и зимой, в ШЧ2 – зимой-весной-летом, в ШЧ3 – весной.

Поиск «узкого» места – отказа по второму проявлению (максимальный выброс) среди 19 видов отказов указывает, что наиболее значимые отказы совпадают (табл. 3).

Важным представлением отказов является их динамика во времени и при этом «узкие места» в динамике наиболее часто встречающегося события – ложная занятость (рис. 3).

Визуально не видно каких-либо закономерностей в тренде. Единственно можно

сказать, что, начиная с 2012 года, прослеживаются годовые колебания: минимум в 1-м, нарастание во 2-м и 3-м, убывание в 4-м кварталах. Подтвердим нашу догадку количественно, изобразив диаграмму (рис. 4).

Интерес представляет то, что, чем меньший период рассматривается, тем меньше различия. Суть различий носит, вероятно, сезонный характер (фактор среды), то есть они являются объективными. Не дает закономерностей и рассмотрение отдельных видов отказов. Так, например, суммарные ложные отказы на станциях и перегонах имеют тенденцию к уменьшению с 2012 года, что является положительным, однако в целом это явно стохастический процесс (рис. 5).

Таблица 3

Перечень «узких» мест – событий в статистике отказов

ШЧ1	ШЧ2	ШЧ3
Ложная занятость (32 %)	Ложная занятость изолированного участка на перегоне (33 %)	Ложная занятость изолированного участка на перегоне (28 %)
Стрелка не переводится в «←» положение (28 %)	Ложная занятость изолированного участка на станции (27 %)	Ложная занятость изолированного участка на станции (20 %)

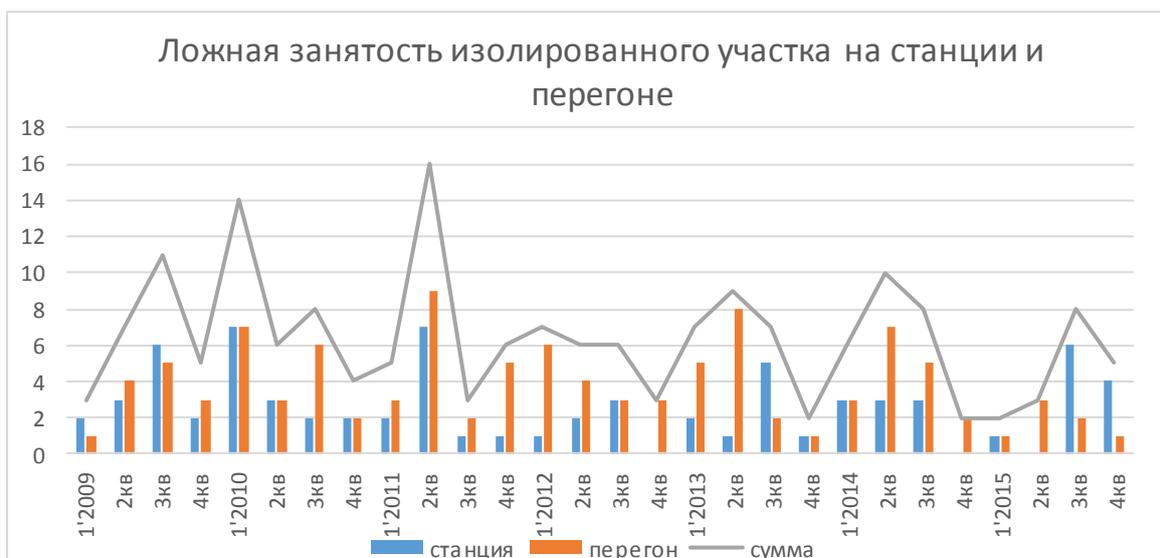


Рис. 3. Динамика ложной занятости на станциях и перегонах и суммарное их значение по кварталам за 2009-2015 годы в ШЧ2

**Этап 2.** Анализ причинно-следственных связей. На 2-м этапе происходит поиск наиболее значимых причин и предпосылок причин.

*Теоретически аспект.* Системный подход показывает, что традиционную цепочку причинно-следственных связей «причина – событие – последствия» можно расширить до «предпосылка – причина – событие – последствия». Это указывает, что причине предшествует предпосылка (причина при-

чин, фундаментальная причина). Связано это с тем, что причины, которые выявляются из отказов или транспортных событий, это чисто технологические события – неожиданный отказ технических средств, неправильные действия человека-оператора, непредвиденные катаклизмы среды. Они часто носят случайный характер. Чтобы найти природу этих причин, вводится понятие предпосылки.

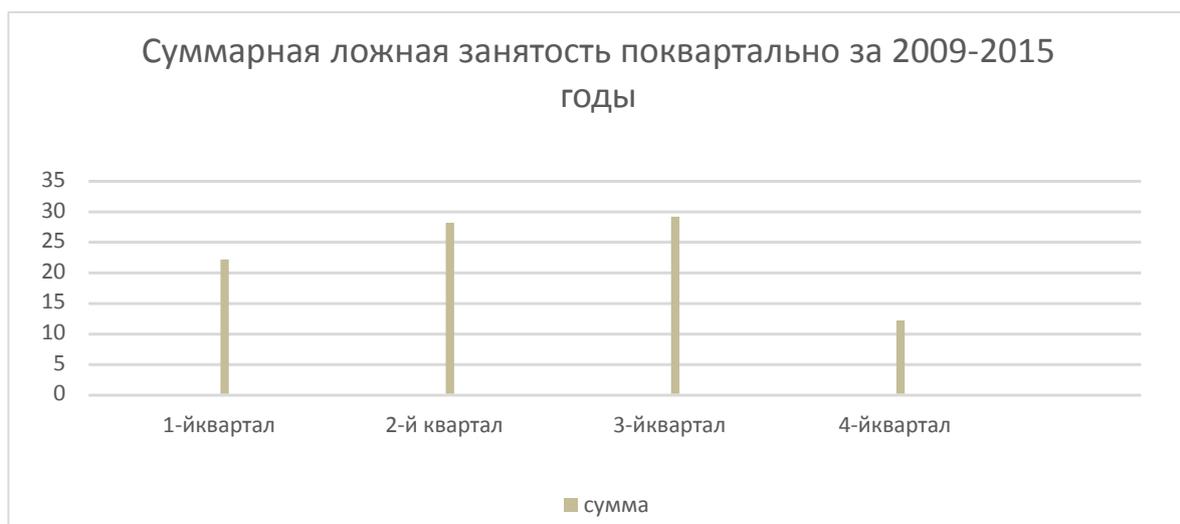


Рис. 4. Суммарная ложная занятость на станциях и перегонах поквартально за 2012-2015 годы



Рис. 5. Динамика количества ложных отказов за 2009-2015 годы по квартальной периодичности

Предпосылки, как правило, не связаны с процессом непосредственной эксплуатации и являются составляющими четырех групп: техника (ее содержание и диагностика), человек (квалификация, обучение, способность выполнять работу, условия работы и отдыха), технология (организация работ в структурных подразделениях, ремонт, текущая диагностика, снабжение, руководство), среда (условия работы, взаимодействие с другими видами транспорта, вредные воздействия сторонних лиц и природы).

*Практический аспект.* Для поиска значимых причин и предпосылок причин необходимы соответствующие классификаторы. Эти классификаторы были разработаны в конце 90-х годов для нахождения связей между событиями (отказами), причинами и предпосылками, в которых использовался метод экспертных оценок. Схема взаимодействия классификаторов приведена на рис. 6.

Для каждой стрелки связи между событием (отказом) и причиной целесообразно определить относительный вес - вероят-

ность. Диаграмма значимости причин в результате экспертной оценки свидетельствует, что критическими причинами (имеющих наибольший вес) есть причины 3 (замыкания изоляции изолятора) и 4 (закорачивание рельсовой цепи) (рис. 7).

В тоже время сравнительная таблица результатов экспертной оценки значимых причин в различных дистанциях показывает, что имеются две общие причины в двух дистанциях из трех. Это указывает, что каждая дистанция имеет свои особенности в снабжении, эксплуатации, а также квалификации обслуживающего персонала. По этой причине в каждой дистанции необходимо проводить анализ с учетом ее особенностей.

**Этап 3.** Анализ предпосылок причин и их составляющих.

Выявление наиболее значимых (критичных) предпосылок причин и параметров предпосылок проведем для ШЧ2. Был использован метод экспертных оценок. В опросе участвовало 5 экспертов, подобранных в соответствии с требованиями [10].

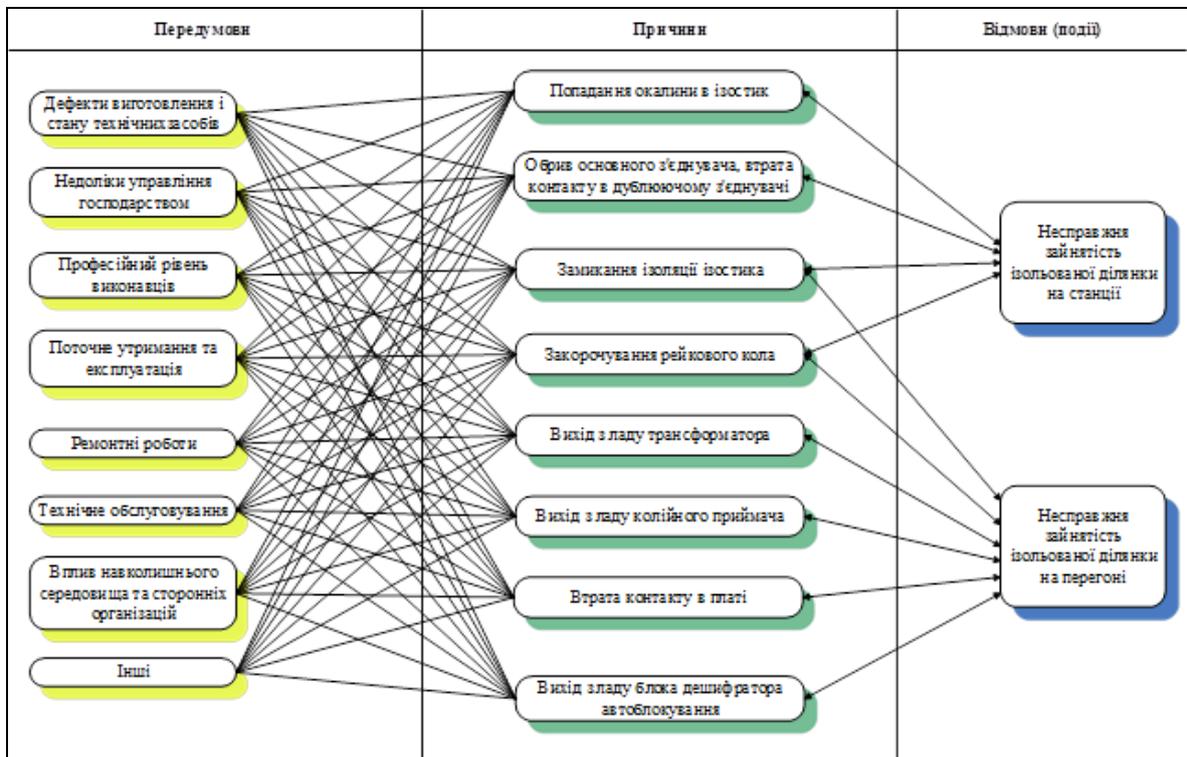


Рис. 6. Взаємодія окремих відмов, їх причин і передумов

Опрос состоял из двух частей. Первая – определение значимых предпосылок, вторая – критических составляющих значимых предпосылок. В первой части были идентифицированы три из восьми предпосылок причин (рис. 8):

3 – Профессиональный уровень исполнителей;

5 – Ремонтные работы;

6 – Техническое обслуживание.

Во второй части определены составляющие значимых предпосылок – «критические предпосылки»:

– низкий уровень профессиональной подготовки;

– низкий уровень знаний ПТЕ и штатных инструкций;

– низкий уровень знаний порядка действий при возникновении нестандартных ситуаций;

– несвоевременное и недостаточное обеспечение запасными частями и деталями для ремонта;

– нарушение технологии обслуживания устройств.

**Этап 4.** Снижение влияния «узких» мест.

Обслуживание рельсовых цепей на станциях и перегонах выполняется в соответствии с требованиями ЦШ-0060 «Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ)», ЦШ-0042 «Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування» и т.д.

Для уменьшения количества отказов в работе устройств СЦБ, повышения уровня безопасности движения и уменьшения влияния выявленных значимых предпосылок в качестве управляющего решения предлагается внести изменения в пункты 10.1 и 10.9 Инструкции ЦШ-0060 в части уменьшения периодичности проверок (табл. 4 и 5).

### Результаты исследования

1. Апробирована процедура системного подхода к анализу организации работы дистанции сигнализации и связи в части эксплуатации устройств СЦБ.

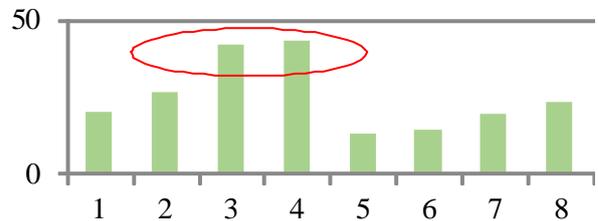


Рис. 7. Диаграмма распределения значимости причин в «узких» местах – событиях отказов для ШЧ2

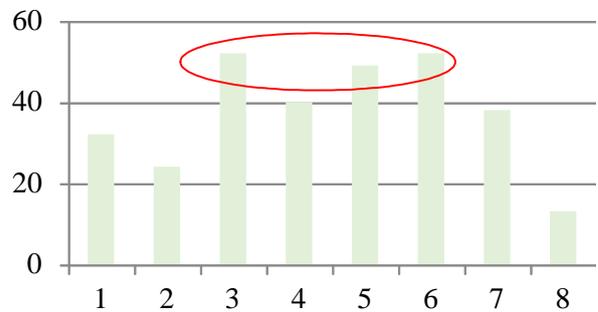


Рис. 8. Диаграмма распределения значимости предпосылок причин в ШЧ2

Таблица 4

### Изменения по уменьшению периодичности проверок в ТК 33 (п. 10.1 ЦШ-0060)

Наименование работ	Периодичность	Исполнитель	Пункты, которые выполняются
Проверка состояния рельсовых цепей на станциях	1 раз в 4 недели;	Электромеханик	2 – 7
	* - до 1 раза в 2 недели	Электромонтер	2 – 6
Проверка состояния рельсовых цепей на перегонах	1 раз в 4 недели;	Электромеханик	1 – 7
	* - до 1 раза в 2 недели	Дорожный мастер (бригадир пути)	1 – 6

2. Описан процесс поиска узких мест в содержании и эксплуатации устройств СЦБ. Определены опасные предпосылки нарушений в эксплуатации указанных устройств.

3. Предложено управленческое решение, направленное на снижение влияния опасных предпосылок.

Применение метода статистической закономерности связано с задачей выбора параметра конечного результата, который является и параметром контроля деятельности дистанции. В качестве такого параметра выбрана статистика технических отказов устройств СЦБ по журналу формы ШУ-78. Для использования статистики необходимо ее систематизировать в пространстве пяти параметров.

Для поиска узких мест как в событиях отказов, так и в причинах и предпосылках, использовано графическое представление динамики изменения параметров систематизации. Это связано с тем, что поиск статистических закономерностей не автоматизирован, это будет делать человек. Для этого ему необходимо представить информацию в удобном виде, по причине чего и возникла идея графической интерпретации.

Для определения значимых причин и опасных предпосылок использована теория экспертных оценок. Этот процесс можно автоматизировать при наличии утвержденных классификаторов причин и предпосылок, и определения вероятности связей между отдельными их составляющими. Он не сложный, но требующий периодическо-

го внесения изменений в соответствии со статистикой, не чаще одного раза в год.

Разработка мероприятий (управленческое решение) по снижению влияния наиболее часто встречающихся отказов – прерогатива конкретной дистанции. Это связано с индивидуальными особенностями ее деятельности, и возможной отличиям от других. В качестве примера таких мероприятий было предложено внести изменения в существующую инструкцию ЦШ-0060. Не обсуждая трудоемкость такой процедуры необходимо, чтобы мероприятия были эффективными и обязательно контролировалось их влияние и успешность.

### Выводы

1. Несмотря на подобие и общность структуры и технических устройств в дистанциях сигнализации и связи, проявление их деятельности носит индивидуальный характер. Поэтому определение общих задач для всех является неэффективным подходом.

2. Информация, которая содержится в журнале формы ШУ-78, представляет собой возможность улучшения деятельности дистанции. Поэтому необходима ее постоянная обработка и мониторинг динамики изменения отказов.

3. Предложенный подход к управлению работоспособностью устройств СЦБ может стать одной из технологических функций дистанции сигнализации и связи или другого структурного подразделения железнодорожного транспорта.

Таблица 5

**Изменения по уменьшению периодичности проверок в ТК 38 (п. 10.9 ЦШ-0060)**

Наименование работ	Периодичность	Исполнитель
Проверка внешнего и внутреннего состояния кабельных стоек, путевых ящиков, а также дроссель-трансформаторов внешним осмотром	2 раза в год; * – до 1 раза в квартал	Электромеханик и электромонтер
Проверка внутреннего состояния дроссель-трансформаторов	1 раз в год	Электромеханик и электромонтер
Покраска кабельных стоек и муфт, путевых ящиков, дроссель-трансформаторов	По мере необходимости, но не реже 1 раза в 3 года	Электромонтер

### Библиографический список

1. Положення про систему управління безпекою руху поїздів в Державній адміністрації залізничного транспорту України / Наказ МТУ від 07. 07. 2003 р. № 487.
2. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) [Текст] : ЦШ-0060 : затв. М-вом трансп. та зв'язку України 07.10.2009. – К. : Укрзалізниця, 2009. – 87 с.
3. Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування [Текст] : ЦШ-0042 : затв. М-вом трансп. та зв'язку України 26.04.2009. – К. : Укрзалізниця, 2006. – 559 с.
4. Самсонкин, В. Н. Метод статистической закономерности в управлении безопасностью движения на железнодорожном транспорте / В. Н. Самсонкин, В. А. Друзь // Донецк: ДонИЖТ, 2005.- 160с.
5. Самсонкін, В. М. Теорія безпеки на залізничному транспорті // В. М. Самсонкін, В. І. Мойсеєнко//. – К.: Каравела, 2014. – 247 с.
6. Лисенков, В. М. Статистическая теория безопасности движения поездов/ В. М. Лисенков. – М.: ВИНТИ РАН, 1999. – 331 с.
7. Бойник, А. Б. Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах/ А. Б. Бойник, С. В. Кошевой, С. В. Панченко, В. А. Сотник/ Учеб. пособие – Харьков: УкрГАЗДТ, 2005.- 256с.
8. Бойник, А. Б. Диагностирование устройств железнодорожной автоматики и агрегатов подвижных единиц / А. Б. Бойник, Г. И. Загагий, С. В. Кошевой, Н. И. Луханин, Н. В. Поэта/ Учебник. – Х.: ЧП Издательство «Новое слово», 2008.- 304с.
9. Мойсеєнко, В. І. Совершенствование систем обеспечения безопасности движения поездов / В. І. Мойсеєнко // Залізничний транспорт України. – 2003. – №4. – С. 20–23.
10. Орлов, А. И. Экспертные оценки. Учебное пособие. М., 2002. – 31 с.
11. Сокол, Э. Н. Железнодорожно-транспортное происшествие и его механизм. (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики). Монография / Э. Н. Сокол. – Львів: ПАІС, 2011. – 376 с.
12. Samsonkin, V. Applying of activities management based on self-leaning / V. Samsonkin, V. Druz', A. Feldman // EUREKA: Physics and Engineering. – 2018 – Number 1. – P. 29-38. doi: 10.21303/2461-4262.2018.00530.
13. Хенли, Э. Д. Надежность технических систем и оценка риска / Э. Д. Хенли, Х. Куямамото. Пер. с англ. В. С. Сыромятова, Г. С. Деминой под общ. ред. В. С. Сыромятова. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
14. Мироненко, В. К. Передумови створення системи підтримки прийняття рішень щодо ліквідації наслідків залізничних надзвичайних ситуацій на основі мережецентричних методів управління / В. К. Мироненко, М. Д. Кацман, В. І. Мацюк. – в кн.: Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2016. №5(142). – С. 182–188.
15. Santarremigia, F. Railway safety by designing the layout of inland terminals with dangerous goods connected with the rail transport system / Francisco Enrique Santarremigia, Gemma Dolores Molero, Sara Poveda-Reyes, Aguilar-Herrando // Safety Science, 2018.
16. Boinik, A. Development and investigation of methods of graphic-functional modeling of distributed systems / A. Boinik, O. Progonniy, O. Kameniev, A. Lapko, V. Kustov, D. Kuzmenko, O. Shcheblykina // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Kh.: – 2018. – Вип. 4/4(94). – С.59-69. ISSN 1729-3774.

**Ключові слова:** системний підхід, регламент робіт, технічна відмова, пристрої СЦБ, управлінське рішення.

**Ключевые слова:** системный подход, регламент работ, техническая отказ, устройства СЦБ, управленческое решение.

**Keywords:** system approach, work regulations, technical failure, signaling devices, management solution.

**Рецензенты:**  
д.т.н., проф. А. М. Муха,  
д.ф.-м.н., проф. В. И. Гаврилюк.

Поступила в редколлегию 15.11.2018.  
Принята к печати 27.11.2018.