

РД РБ БЧ 50.007-97 «Сертификация продукции и услуг на железнодорожном транспорте. Основные положения»;

РД РБ БЧ 50.012-98 «Сертификация продукции и услуг на железнодорожном транспорте, Требования к органу по сертификации»;

РД РБ БЧ 50.013-98 «Сертификация продукции и услуг на железнодорожном транспорте. Требования к испытательным центрам (лабораториям) и порядок их аккредитации»;

РД РБ БЧ 50.014-98 «Сертификация продукции и услуг на железнодорожном транспорте. Требования к экспертным центрам».

Для гармонизации и обеспечения взаимодействия с системой СФЖТ России и других стран СНГ необходимо также соблюдать принятые в МГС и введенные в действие на Белорусской железной дороге указанием главного инженера от 21.06.2002 г. № 03/256 правила по межгосударственной стандартизации:

Получено 16.12.2003

V. N. Shubadiorov, I. I. Axioutik, K. A. Bochkov. Problems of introduction of microelectronic systems of railway automatics and telemechanics on the belarussian railway

Features of microelectronic systems of railway automatics and telemechanics and their tests for safety of functioning and electromagnetic compatibility are represented.

– ПМГ 38-2001 «ССЖТ. Требования к органам по сертификации железнодорожной продукции и порядок их аккредитации»;

– ПМГ 39-2001 «ССЖТ. Требования к испытательным центрам (лабораториям) и порядок их аккредитации»;

– ПМГ 40-2001 «ССЖТ. Порядок сертификации железнодорожной продукции».

Итоги работы двух международных семинаров, проведенных в БелГУТе, по испытаниям на безопасность и ЭМС микроэлектронных СЖАТ подтверждают лидирующее положение НИЛ «БЭМС ТС» по технологиям имитационных испытаний на безопасность функционирования микроэлектронных и компьютерных СЖАТ и их испытанием на ЭМС. А это, в свою очередь, открывает широкие возможности по разработке и внедрению на Белорусской железной дороге современных систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

УДК 656.254.16

М. С. КОСТЕНОК, кандидат технических наук; В. Г. ШЕВЧУК, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель; В. А. МАХНАЧ, инженер службы сигнализации и связи Управления Бел. ж. д., г. Минск

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПОЕЗДНОЙ РАДИОСВЯЗИ НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА

Рассмотрены вопросы создания АРМ по измерению и контролю параметров поездной радиосвязи на Белорусской железной дороге.

На Белорусской железной дороге применяется симплексная система поездной радиосвязи (ПРС-С), построенная по радиопроводному принципу с установкой стационарных радиостанций на всех промежуточных пунктах, где имеется постоянное дежурство работников службы движения. Применяются стационарные радиостанции РС-6.3 и 4ЗРТС-А2-ЧМ, возимые РВ-1, 42РТС-А2-ЧМ, РК-1Б; распорядительные станции СР-34, СР-234 (при использовании стационарных радиостанций 4ЗРТС-А2-ЧМ в качестве распорядительной станции используется РСРР). Процентное распределение стационарных радиостанций по годам выпуска представлено на рисунке 1.

Поездной диспетчер в пределах своего диспетчерского участка должен иметь устойчивую радиосвязь с машинистами находящихся на участке поездов.

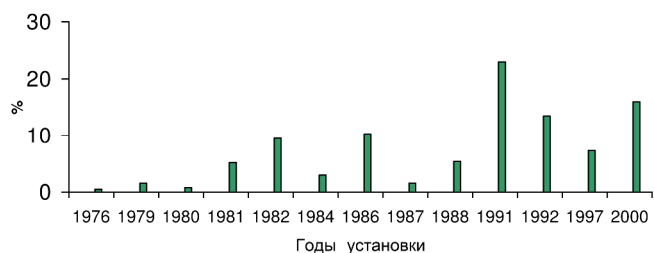


Рисунок 1 – Распределение радиостанций по годам выпуска

На всей сети для увеличения дальности передачи радиосигналов применяются проводные направляющие линии. В качестве таких линий используются проводные линии связи, специально подвешиваемый волноводный провод, провода продольного электроснабжения нетяговых потребителей. Г- и Т-образные антенны имеют ограниченное применение

ние, в основном только на узловых станциях. Диаграмма, отображающая использование направляющих линий, представлена на рисунке 2.

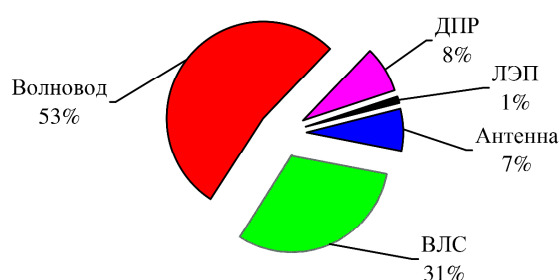


Рисунок 2 – Распределение направляющих линий ПРС

Работа системы поездной радиосвязи Белорусской железной дороги основывается на требованиях действующей нормативно-технической документации

Приказ № 15-Н от 16.02.1995 г. «О порядке применения на Белорусской железной дороге отдельных положений Правил технической эксплуатации, инструкций по сигнализации, движению поездов и маневровой работе» конкретизирует пункт 6.42 ПТЭ [4] в следующей редакции:

«Радиосвязь КВ-диапазона должна обеспечивать надёжную двухстороннюю связь машинистов поездных локомотивов с поездным диспетчером в пределах всего диспетчерского участка; с дежурными по станциям, ограничивающим перегон, при расстоянии между этими станциями не более 15 км; с машинистами встречных и вслед идущих локомотивов, находящихся на одном перегоне на расстоянии не более 15 км друг от друга.

Зоны неуверенного приёма на участках и узлах дороги должны постоянно выявляться дорожной лабораторией и приниматься меры по их устранению. Места, где зоны неуверенного приёма невозможно устранить, должны быть объявлены машинистам локомотивов, дежурным по станциям и поездным диспетчерам» [3].

Железнодорожный путь является сосредоточением различного рода металлических и железобетонных конструкций и пролегает, как правило, по территории с повышенным уровнем промышленных помех. Земляные выемки и путепроводы являются экранами для электромагнитной волны, направляющие линии иногда далеко отходят от оси пути. К тому же распределение напряжённости электромагнитного поля вдоль железнодорожного пути имеет волнообразный характер. В виду всех этих причин уровень сигнала на входе приёмника может изменяться до 40 дБ при перемещении локомотива на расстояние до 100 м.

Для контроля уровня сигнала и выявления зон неуверенного приёма раз в год, а на грузонапряжённых участках два раза в год, качество радиосвязи проверяет вагон-лаборатория автоматики,

телемеханики и связи, в котором оборудовано рабочее место по измерению параметров ПРС. Для определения уровня сигнала используется селективный микровольтметр SMV-11, для измерения девиации – измеритель модуляции вычислительный СКЗ-45, а для измерения частоты вызывных сигналов - частотомер электронно-счётный ЧЗ-63.

При движении вагона по перегону оператор связи, в зависимости от местоположения вагон-лаборатории, время от времени запрашивает по радиостанции дежурных по станциям, прилегающим к перегону. Установив связь с ДСП или ДНЦ, он оценивает качество связи на слух по разборчивости речи [5] и производит измерение контролируемых параметров (таблица 1) с помощью измерительной аппаратуры. Результаты измерений заносятся в протокол.

Как правило, эту операцию должны выполнять два человека, так как за непродолжительное время проведения сеанса радиосвязи необходимо снять показания с четырёх отсчётных устройств.

Периодичность измерений параметров поездной радиосвязи на Белорусской железной дороге устанавливается приказом № 15Н от 16.02.1995 г.

Измерение параметров поездной радиосвязи проводится по схеме, представленной на рисунке 3.

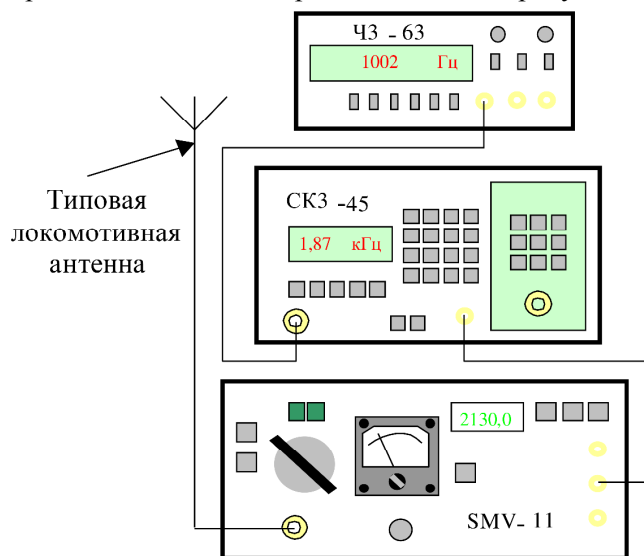


Рисунок 3 – Схема проведения измерений параметров ПРС

Таблица 1 – Параметры ПРС, контролируемые вагон-лабораторией

Контролируемый параметр	Значение контролируемого параметра
Уровень высокочастотного сигнала на входе приёмопередатчика: на неэлектрифицированных участках на электрифицированных участках	Не менее 47 дБ Не менее 72 дБ
Девиация: вызывным сигналом голосом	1,4 – 2,5 кГц 1 – 2,5 кГц
Частота вызывного сигнала: «ДСП» «Локомотив»	1000±3 Гц 1400±4 Гц

Результаты измерений оформляются протоколом произвольной формы. В протоколе должны быть указаны: пикет, на котором производилось измерение; уровень сигнала на этом пикете; значение девиации «голосом», частоты и девиации вызывного сигнала стационарной радиостанции. Протокол результатов измерений представляется в службу сигнализации и связи.

Вагон-лаборатория автоматики, телемеханики и связи проводит измерение параметров ПРС в следующих случаях: в соответствии с годовым графиком объездов; при замене одного типа оборудования на другой; по заявке ШЧ; по указанию службы Ш.

После проведения измерений вагоном-лабораторией лаборатория АТСВТИ готовит отчёт о состоянии ПРС на проверенном участке дороги, к которому прилагается протокол проведения измерений. В настоящий момент организация контроля параметров поездной радиосвязи не удовлетворяет требованиям технического и экономического плана, предъявляемым к структурам Белорусской железной дороги. Недостатки этой технологии обусловлены объективными причинами, вытекающими из специфики работы железнодорожного транспорта. К ним следует отнести:

приоритет работы ДНЦ и ДСП при занятии линии ПДС;

невозможность постоянной работы оператора вагона-лаборатории с ДСП (ДСП выходит встречать поезда, ведёт переговоры с машинистами локомотивов, занят выполнением других своих обязанностей).

Эти причины приводят к тому, что количество измерений на километр пройденного пути на разных перегонах отличается весьма существенно. При высокой скорости поезда длина участков, на которых не проводятся измерения из-за отсутствия ДСП у стационарной радиостанции, достигает пять и более километров.

Статистика обнаружения вагоном-лабораторией несоответствия параметров ПРС нормам за период 1998 – 2001 гг. представлена на рисунке 4.

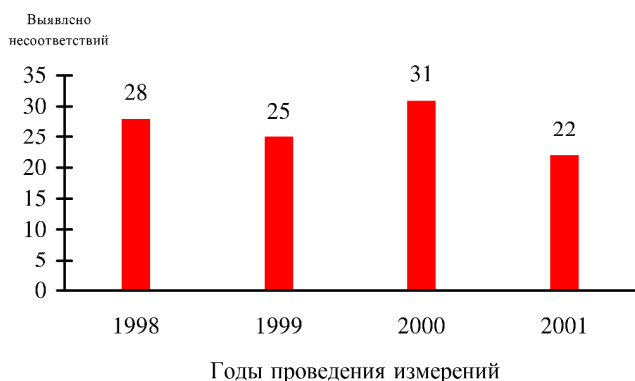


Рисунок 4 – Выявление несоответствий параметров ПРС по годам

Диаграмма распределения выявленных неисправностей сети ПРС Белорусской железной дороги приведена на рисунке 5.

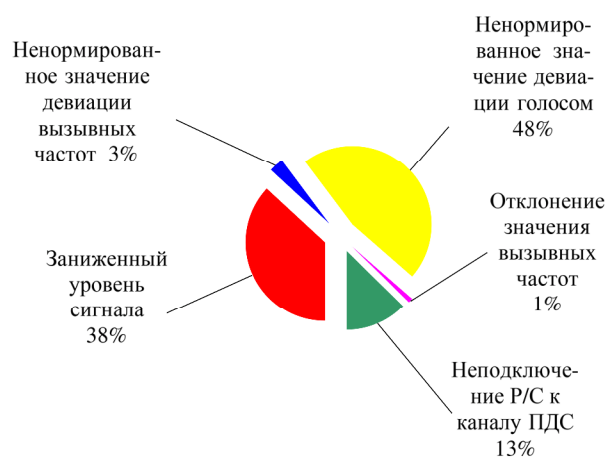


Рисунок 5 – Диаграмма распределения неисправностей ПРС

Вагон-лаборатория является эффективным и многофункциональным средством контроля исправности оборудования автоматики и связи.

Но, к сожалению, большая часть оборудования вагона-лаборатории на сегодняшний день устарела как физически, так и морально. Физическое старение проявляется в изношенности устройств, ухудшении их характеристик и нестабильности работы. Моральное старение вызвано следующим:

- элементная база используемых средств измерений не рассчитана на работу в автоматизированных системах;

- однообразные действия по записи результатов измерений и их анализу выполняются вручную, хотя при сравнительно небольших затратах эти действия можно автоматизировать.

Поэтому очень остро стоит вопрос о модернизации оборудования вагона-лаборатории, целью которой является не просто получение новой измерительной системы, а создание полноценного технологического автоматизированного рабочего места (АРМ). Было рассмотрено три пути модернизации вагона-лаборатории:

- 1) приобретение новых средств измерений;
- 2) приобретение мобильного измерительного комплекса автоматики и радиосвязи производства НПП «Уралжелдоравтоматика»;
- 3) самостоятельная разработка измерительного комплекса силами лаборатории АТСВТИ и БелГУТа.

Применение третьего варианта позволило:

- создать измерительный комплекс для решения определённой задачи;
- разработать систему автоматического ответа стационарной радиостанции;

– разработать технологический процесс автоматизированного измерения параметров ПРС;
 – минимизировать финансовые затраты.

АРМ включает в себя как аппаратную, так и программную части. В качестве среды разработки для программного обеспечения АРМ была выбран пакет программ Delphi.

При измерении параметров ПРС кроме количественной оценки параметров излучаемого стационарной радиостанцией сигнала производится качественная оценка работы всей системы ПРС. К таким параметрам относятся [6]:

- 1) разборчивость речи;
- 2) качество подключения стационарной радиостанции к линии ПДС;
- 3) качество управления стационарной радиостанцией со стороны диспетчера.

Структура измерения параметров ПРС при использовании автоматизированного измерительного комплекса представлена на рисунке 6.

Схема организации технологического процесса контроля состояния ПРС Белорусской железной дороги вагоном-лабораторией дана на рисунке 7.

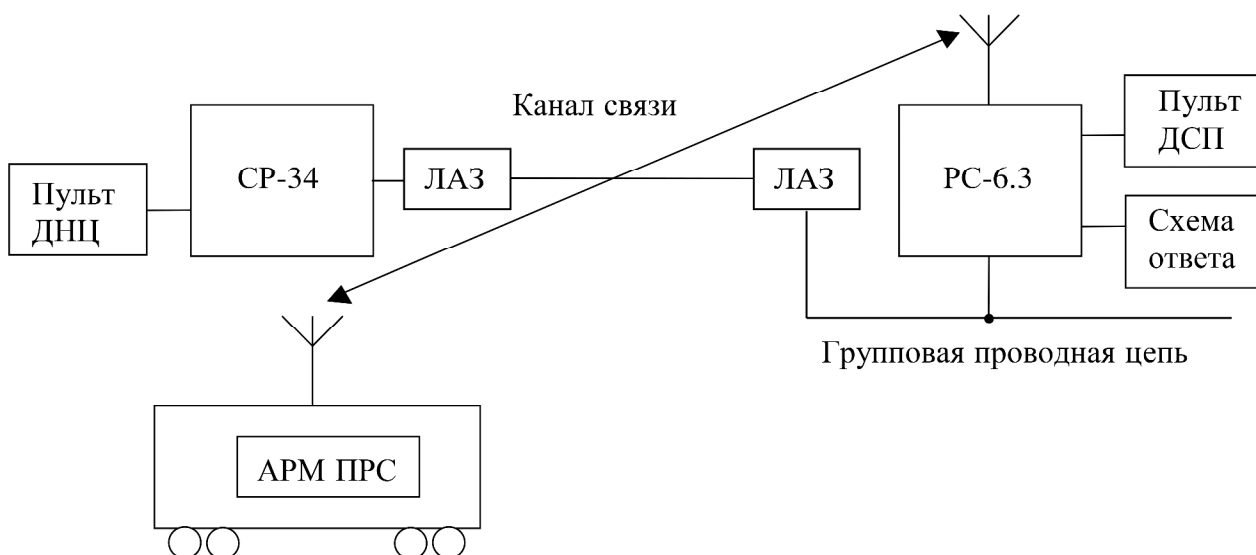


Рисунок 6 – Структурная схема измерения параметров ПРС

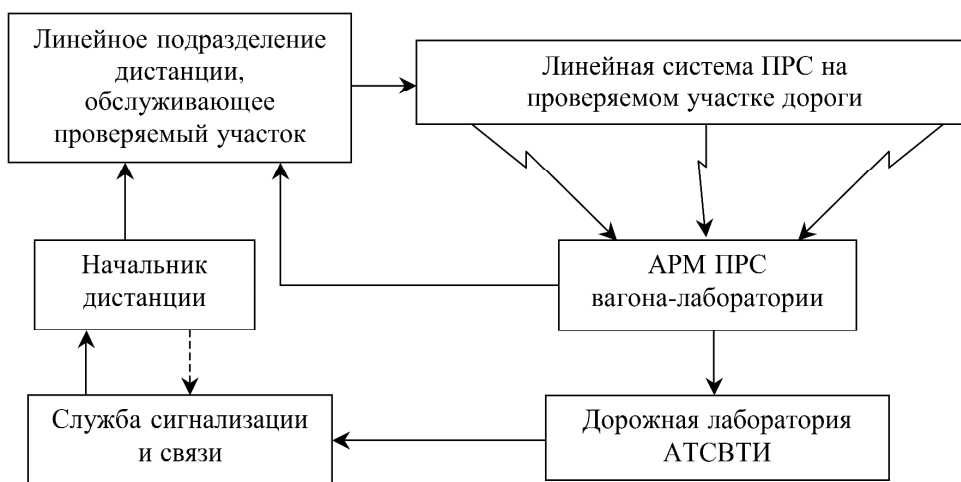


Рисунок 7 – Схема организации технологического процесса контроля состояния сети ПРС

Распорядительная станция CP-34 через канал связи управляет стационарной радиостанцией PC-6.3, принимает от неё информационные сигналы. АРМ ПРС анализирует состояние радиоэфира, посылает кодированный сигнал вызова стационарной радиостанции, измеряет параметры ответного сигнала, заносит результаты измерений в базу данных, анализирует полученную информацию,

сравнивая полученные данные с результатами предыдущего объезда, которые хранятся в базе данных. В конце проверяемого участка АРМ ПРС печатает отчёт о проведённых измерениях с указанием: значений измеренных параметров; величин параметров, выходящих за нормативные значения; значения параметров предыдущего объезда в точках выявленных отклонений.

Функциональная схема АРМ ПРС представлена на рисунке 8. АРМ состоит из следующих блоков:

- 1) ПУ – приёмное устройство;
- 2) АЦП ВЧ – высокочастотный аналого-цифровой преобразователь;
- 3) РС – персональный компьютер;
- 4) БП – блок питания;

5) АЦП НЧ – низкочастотный аналого-цифровой преобразователь;

- 6) датчик пути – устройство измерения пройденного расстояния;
- 7) Р/с РК-1Б – технологическая радиостанция;
- 8) К У – устройство кодирования вызывных сигналов.

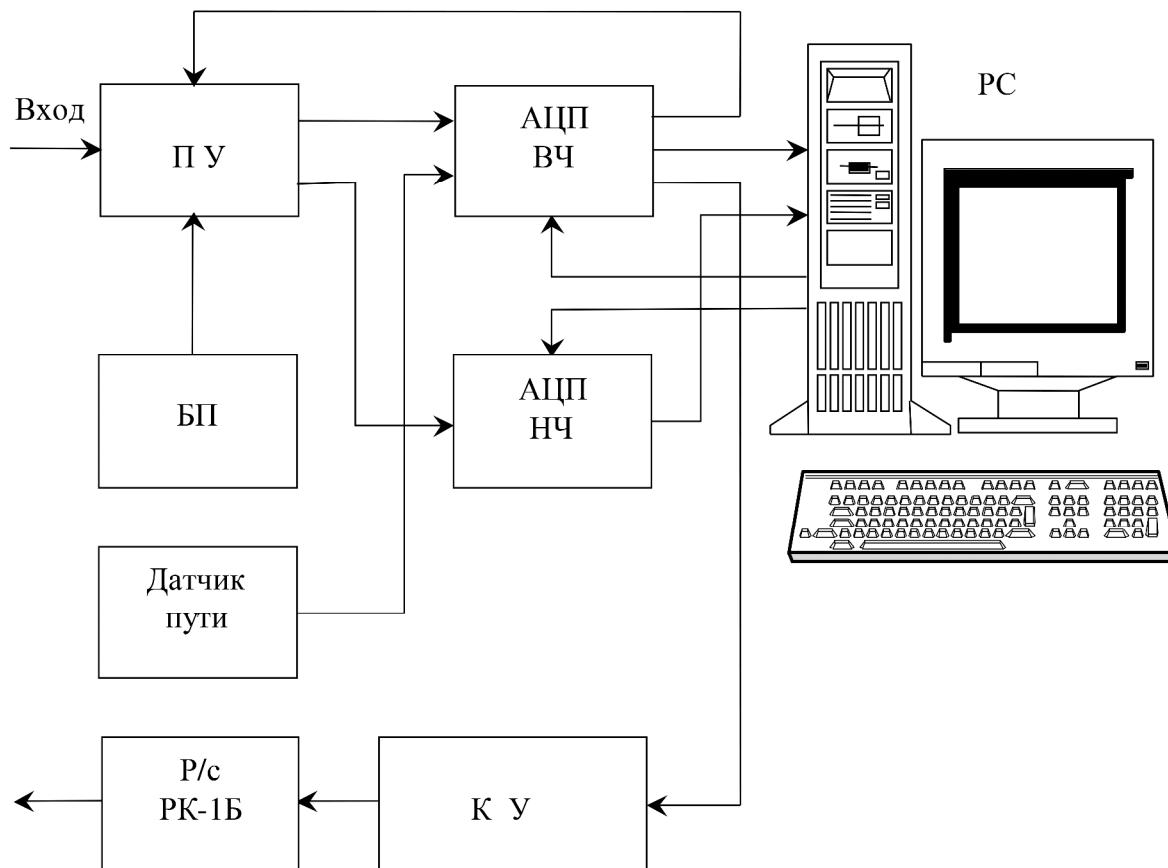


Рисунок 8 – Функциональная схема АРМ ПРС

Используемые в настоящее время на Белорусской железной дороге стационарные радиостанции РС-6.3 не имеют функции автоматического ответа. Поэтому при работе с такими радиостанциями АРМ ПРС требует обязательного постоянного присутствия оператора, чем снижается эффективность применения автоматизации.

Для проведения измерений в автоматическом режиме необходимо, чтобы стационарная радиостанция могла посылать ответный сигнал только при приеме кодовой посылки, присвоенной данной радиостанции. Анализ принципиальной схемы радиостанции РС-6.3 выявил возможность её работы в режиме автоматического ответа путём добавления дополнительного блока.

В заводском исполнении радиостанция РС-6.3 имеет возможность принимать вызывные сигналы частотой 700, 1400 и 2100 Гц. Число кодовых комбинаций, которое можно образовать из n частот без повторений, вычисляется по формуле

$$C_n^n = n! \quad (1)$$

Трёхчастотный код без повторения частот обеспечивает присвоение оригинальных кодов стационарным радиостанциям любого железнодорожного узла Белорусской железной дороги. Номера комбинаций и соответствующие им частоты указаны в таблице 2. Пример присвоения кодов стационарным радиостанциям Минского узла представлен на рисунке 9.

Таблица 2 – Частотные комбинации избирательных кодов

Номер комбинации	1	2	3	4	5	6
Первая частота кода, Гц	700	700	1400	1400	2100	2100
Вторая частота кода, Гц	1400	2100	700	2100	700	1400
Третья частота кода, Гц	2100	1400	2100	700	1400	700

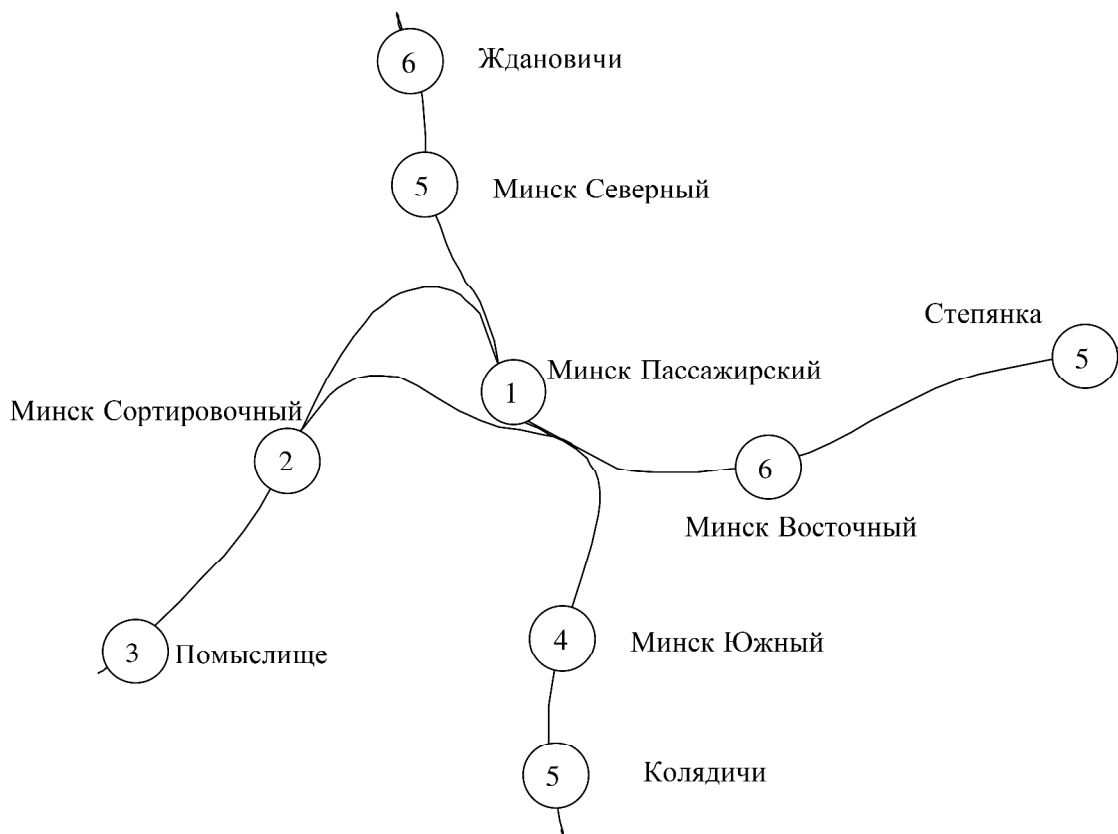


Рисунок 9 – Схема присвоения кодов радиостанциям Минского узла

Из рисунка 9 видно, что при шести кодовых комбинациях радиостанции с одинаковыми кодами расположены вне зоны взаимного влияния радиосигнала.

Для удобства работы оператора АРМ ПРС программа имеет набор форм-окон, которые по функциональному назначению можно разделить на следующие группы:

1) окна для редактирования вспомогательных таблиц;

- 2) окна для просмотра основных таблиц;
- 3) окна для контроля процесса измерения;
- 4) служебные окна.

Редактирование таблицы станций возможно только после открытия таблицы участков. Пример такой таблицы представлен на рисунке 10.

Каждое из окон редактирования вспомогательных таблиц используется для работы с одной таблицей базы, поэтому всего таких окон в программе будет три:

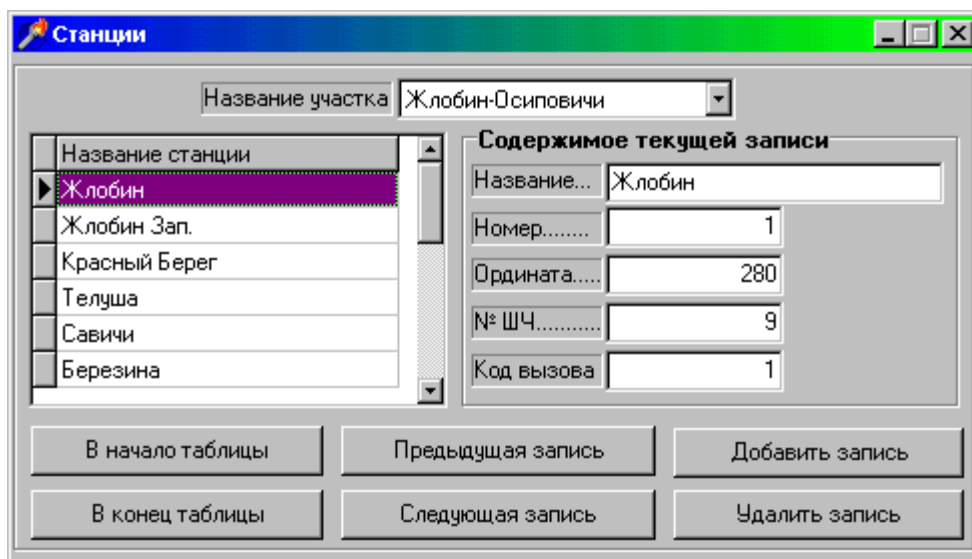


Рисунок 10 – Окно редактирования таблицы станций

- 1) окно редактирования таблицы участков;
- 2) окно редактирования таблицы станций;
- 3) окно редактирования таблицы кодов вызова.

Окна третьей группы позволяют оператору следить за процессом работы системы АРМ ПРС и движением вагона-лаборатории.

Средством контроля положения вагона-лаборатории и измеряемых параметров является окно маршрута движения, показанное на рисунке 11. В этом окне отображается текущая ордината вагона-лаборатории. При использовании кода вызова отображается вызываемая станция.

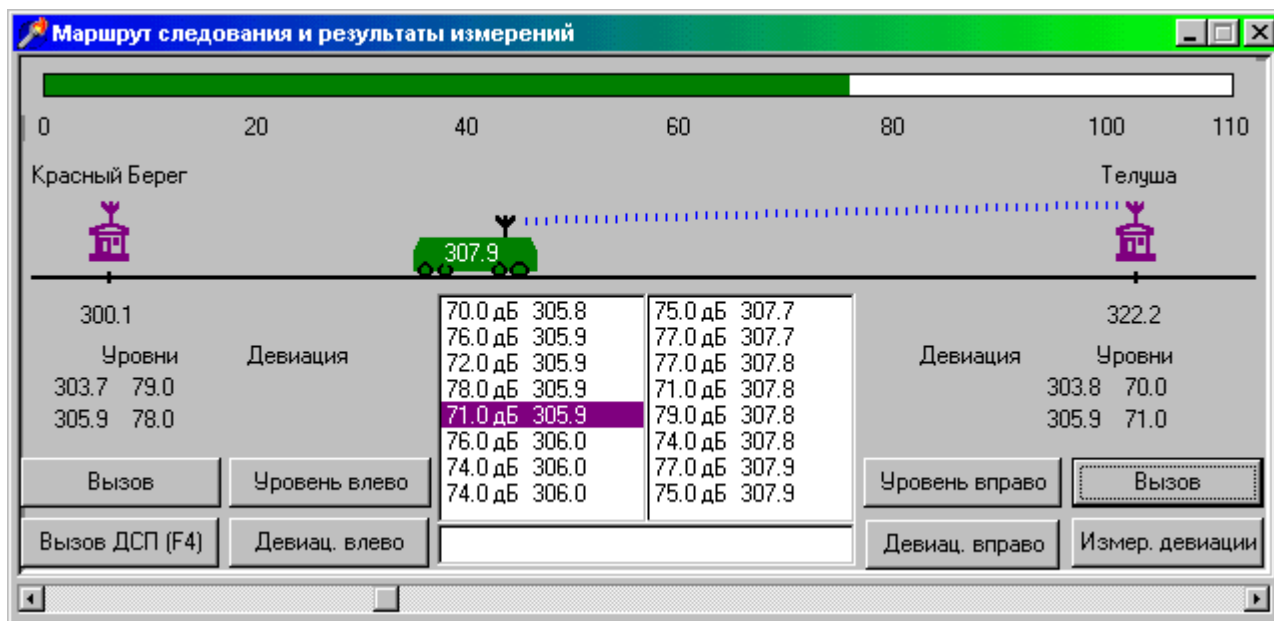


Рисунок 11 – Окно вывода маршрута следования и результатов измерений

Технико-экономический расчет эффективности внедрения разработанной системы АРМ ПРС показал, что она дешевле других вариантов автоматизации измерений параметров ПРС, срок ее окупаемости равен 2,5 года.

Схемные решения АРМ ПРС позволяют относительно легко перенастроить измерительный комплекс на работу в другом частотном диапазоне путём замены используемого приёмного устройства на приёмное устройство требуемого диапазона принимаемых частот. При этом алгоритм работы АРМ ПРС остаётся прежним.

Применение в качестве приёмного устройства приёмопередатчика локомотивной радиостанции позволяет избавиться от объективных погрешностей, возникающих при измерении параметров радиосигнала типовыми измерительными приборами из-за внесения в излучаемый сигнал предискажений передатчиками железнодорожных радиостанций.

Использование системы АРМ ПРС экономит финансовые средства как на приобретение новых измерительных средств, так и на их ежегодную

государственную поверку. Автоматизированное рабочее место по измерению параметров поездной радиосвязи внедрено дорожной лабораторией АТ-СВТИ Белорусской железной дороги в вагоне-лаборатории 014 72000, на него получен метрологический аттестат № 77, выданный 28.08.2002 г.

Список литературы

- 1 ЦШ-4783. Правила и нормы по оборудованию магистральных и маневровых локомотивов, электро- и дизель-поездов средствами радиосвязи и помехоподавляющими устройствами: Нормативно-производственное издание. – М.: Транспорт, 1991. – 28 с.
- 2 ЦШ-4818. Правила организации и расчета сетей поездной радиосвязи. Нормативное производственно-практическое издание. – М.: Транспорт, 1991. – 25 с.
- 3 Методика измерения параметров поездной радиосвязи. – Минск: Дорожная лаборатория АТСВТИ, 2001. – 31 с.
- 4 Правила технической эксплуатации Белорусской железной дороги. – М.: Транспорт, 1994. – 160 с.
- 5 Шевчук В. Г. Транспортные радиосистемы. Распространение энергии звуковых и электромагнитных волн. – Гомель, 1999. – 128 с.
- 6 Костенок М. С., Шевчук В. Г., Махнач В. А. Автоматизация измерений и контроля параметров поездной радиосвязи // Проблемы безопасности на транспорте: Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель, 2002. – С. 178–180.

Получено 10.08.2003

M. S. Kostenok, V. G. Shevchuk, V. A. Makhnach. Automation of the train radiocommunication parameters measuring on the basis of the automatized workplace making.

The questions of the AWP (automatized workplace) making for the train radiocommunication parameters measuring and control on the Belorussian Railway are considered.