

ОТЗЫВ

официального оппонента Демьянова Владислава Владимировича на диссертационную работу Хохрина Алексея Сергеевича на тему «Помехоустойчивый приемник для канала автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.4. Управление процессами перевозок (технические науки)

1. Актуальность темы исследований

Задача обеспечения высокой пропускной и провозной способности железных дорог при одновременном соблюдении требуемого уровня безопасности движения является ключевой на железнодорожном транспорте. Эффективное решение этой задачи на уровне современных требований во многом достигается за счет непрерывной модернизации систем интервального регулирования движения поездов (СИРДП). Одной из важнейших функциональных составляющих СИРДП перегонов и станций является автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа (АЛСН). Комплекс напольных и локомотивных устройств АЛСН обеспечивает важнейшие функции безопасности: контроль бдительности машиниста и обнаружение превышения допустимой скорости движения. Кроме этого АЛСН используется, как основное или резервное средство интервального регулирования движения поездов. Поэтому сбои в работе локомотивных устройств АЛСН могут приводить, как к существенному снижению пропускной способности участков железных дорог, так и к возникновению аварийных ситуаций. Существенная часть сбоев в работе АЛСН обусловлена воздействием электромагнитных помех различного происхождения и формо-временного характера на локомотивный приемник сигналов числового кода. Работа Хохрина А.С. ориентирована на разработку новых современных методов и технических средств, которые должны эффективно подавлять указанные помехи и обеспечивать бесперебойное помехоустойчивое функционирование локомотивных устройств АЛСН в разнообразных условиях эксплуатации. Поэтому, в силу сказанного выше, актуальность данной диссертационной работы не вызывает никаких сомнений.

2. Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы, имеющего 114 наименований, и 7 приложений. Общий объем диссертационной работы составляет 203 страницы, включая 69 рисунков, 20 таблиц и 32 страницы приложений.

Во введении приведена общая характеристика работы, обоснована актуальность задачи повышения помехоустойчивости локомотивного приемника сигналов канала АЛСН, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость представляемой работы, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен статистический анализ причинно-следственных механизмов возникновения сбоев в работе АЛСН на железной дороге, рассмотрены известные методы и технические решения для повышения помехоустойчивости локомотивного приемника сигналов АЛСН, выполнен анализ процесса распространения сигнала АЛСН по рельсовой линии и указаны возможные направления для повышения помехоустойчивости локомотивных устройств АЛСН на основе современных цифровых технологий обработки сигналов.

Вторая глава посвящена разработке алгоритма функционирования помехоустойчивого приёмника сигналов АЛСН. Рассмотрены потенциальные возможности оптимального приема сигналов числового кода на фоне помех. Произведена оценка эффективности нелинейных подавителей импульсной помехи в виде амплитудного ограничителя и бланкирующего устройства. Разработана методика определения порога амплитудного ограничения или бланкирования импульсной помехи, учитывающая временные параметры сигналов АЛСН и условия их распространения по рельсовой линии. Разработан алгоритм функционирования квадратурного приемника с нелинейным преобразованием сигнала.

Третья глава посвящена имитационному моделированию приемника сигналов АЛСН, содержащего нелинейный подавитель импульсных помех и гармонических стационарных помех, а также приемника с амплитудным детектированием на основе скользящего окна и вычитающего устройства. На основе разработанных имитационных моделей проведены исследования эффективности подавления помех в предложенных приемниках с учетом реальных условий эксплуатации на участке железных дорог с электрогтягой постоянного тока.

В четвертой главе представлены результаты технической реализации квадратурного приемника с нелинейными подавителями помех, разработаны методика и стенд для экспериментальной сравнительной оценки помехоустойчивости квадратурного приемника с нелинейными подавителями помех и типового приемника сигналов числового кода. Эффективность приемника, разработанного и реализованного на практике подтверждается результатами экспериментального исследования.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы по работе.

3. Методы исследования

При работе над диссертацией автором использованы основные положения теории рельсовых цепей, теории цифровой обработки сигналов, теории нелинейных радиотехнических цепей и типовые, широко принятые, методы имитационного моделирования на ЭВМ. Результаты моделирования и практических экспериментов обработаны с помощью стандартных методов статистического анализа временных рядов.

Расчеты, которые потребовались в рамках имитационного моделирования, выполнялись на ЭВМ с использованием математического пакета Mathcad, среды имитационного моделирования Simulink и программы Excel.

4. Научная новизна положений, выносимых на защиту

Наиболее значимыми можно признать следующие новые результаты, полученные в ходе диссертационного исследования:

1. Новый способ поэлементного приема сигналов АЛСН, отличающийся от известных тем, что позволяет снизить сложность приемника за счет отказа от системы фазовой автоподстройки частоты за счет использования амплитудного квадратурного детектирования.

2. Новый способ подавления импульсных помех, отличающийся тем, что в импульсах сигналов АЛСН применено амплитудное ограничение помехи, а в интервалах временное бланкирование помехи, что позволяет уменьшить интегральный уровень помехи, которая прошла через частотно-избирательный локомотивный фильтр на вход локомотивного приемника.

3. Алгоритм обработки сигнала АЛСН с квадратурным амплитудным детектированием огибающей и восстановлением ее амплитуды, а также применением нелинейных подавителей импульсных и гармонических помех.

5. Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, полученных автором

Достоверность результатов исследований подтверждается тем, что теоретические результаты полученные в ходе выполнения диссертации, согласуются с результатами полунатурного эксперимента: экспериментальный образец помехоустойчивого приемника в сравнении с известным приемником сигналов АЛСН комплексного локомотивного устройства безопасности допустил в 3,8 раза меньше ошибок в приеме, при этом доля опасных ошибок уменьшилась с 95 % до 25 %.

6. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы определяется тем, что в ходе диссертационного исследования получены результаты, позволяющие

применить квадратурное амплитудное детектирование огибающей сигналов АЛСН и эффективное нелинейное подавление импульсных помех, разработать алгоритм помехоустойчивого приема сигналов АЛСН.

Практическая значимость работы обуславливается возможностью внедрения предложенных способов и помехоустойчивого приемника, защищенных патентом РФ (RU 218341 U1), в микропроцессорных локомотивных устройствах безопасности для уменьшения числа сбоев в работе АЛСН и внедрением результатов исследования в учебный процесс ФГБОУ ВО ПривГУПС.

7. Публикации по теме диссертации

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 20 печатных работах, включая восемь публикаций в ведущих рецензируемых журналах, входящих в Перечень ВАК Минобрнауки России, две в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, один патент на полезную модель и четыре свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация содержит ссылки на источники использованных материалов и работы других авторов.

8. Дискуссионные положения и замечания

При изучении текста диссертации возникли следующие вопросы и замечания, которые требуют обсуждения:

1. В п.2 научной новизны указан «...способ подавления импульсных помех на основе нелинейного преобразования ...». Стандартный локомотивный усилитель кодов уже оснащен системой АРУ, которая, в т.ч. обеспечивает подавление импульсных помех именно за счет использования нелинейной амплитудной характеристики усилителя. Необходимо пояснить, в чем новизна авторского метода в сравнении с указанной функцией стандартного усилителя кодов АЛСН.

2. Мне кажется, что автором допущено смешение разных по физической сути определений, из-за чего может возникнуть путаница с правильным пониманием ценности основных результатов и сути работы. Так, в тексте неоднократно встречаются вот такие утверждения: «...опасным отказом является сбой, вызвавший появление ...» или «...относящиеся к защитным отказам ...» и т.д. Т.е. спутано определение «сбой» и «отказ». Я бы попросил автора внести ясность, что именно в каждом таком случае имеется в виду.

3. П. 1.2 диссертации содержит значительный объем текстового описания и анализа известных методов и технических решений, что затрудняет восприятие научной новизны и достижений автора.

Целесообразно было бы представить результаты анализа в виде таблицы или классификационной схемы.

4. В п. 1.3 диссертации на стр. 48 написано: «...Таким образом, анализ процесса распространения сигнала АЛСН в РЛ дает основания считать его сигналом со случайными амплитудой и начальной фазой...». Представленные выше расчеты это никак не подтверждают и вообще с этим выводом не связаны, а описывают только систематические изменения амплитуды и фазы сигнала в РЛ. Однако, в действительности, распределенные сопротивление изоляции и индуктивное сопротивление рельсов довольно стабильны в пространстве (при отсутствии каких-либо локальных воздействий) и достаточно медленно меняются во времени (сезонно-суточные колебания). Поэтому данный фактор не должен вносить настолько существенную случайную компоненту в амплитуду и фазу сигнала АЛС, которая была бы сравнима по величине с проанализированными систематическими изменениями. В связи с этим, прошу автора уточнить что именно он имел в виду в качестве основных причин случайных колебаний амплитуды сигнала АЛС и, по возможности, привести соответствующие статистические оценки. Это довольно существенный момент для последующего анализа эффективности методов обработки сигналов, предложенных автором.

5. В тексте диссертации на стр. 63 говорится: «Для подавления помехи, описываемой распределением (2.5), может использоваться БНП в виде бланкирующего устройства (БУ), полностью отключающего приемный тракт во время действия импульсной помехи.». Имеется в виду физическое отключение приемника на время действия помехи или программное?

6. В диссертации имеется неточность на графиках рисунков 2.3-2.8. Написано, что на графиках построены зависимости $L_{ij}(\Delta\omega_{оп})$, а фактически по осям абсцисс отложена частота опорного колебания в Гц.

7. В п. 2.3 диссертации на стр. 79 упоминается «...широкополосная частотная фильтрация ...». В канале приема и обработки сигналов АЛСН применяются узкополосные фильтры. Почему тут говорится о широкополосной фильтрации и что имеется в виду?

8. Непонятно, чем обосновано применение в алгоритме функционирования квадратурного приемника с нелинейными преобразованиями сигнала фильтров с конечной импульсной характеристикой. Известно, что такие фильтры для получения АЧХ с крутыми срезами должны иметь намного более высокий порядок, чем фильтры с бесконечной импульсной характеристикой. Реализация такого фильтра более затратна с точки зрения вычислительных ресурсов, что имеет значение при обработке сигналов в реальном времени.

9. В описании шага 5 алгоритма функционирования квадратурного приемника с нелинейными преобразованиями сигнала АЛСН (п. 2.4) нет пояснения, чему равно или как определяется количество δ отсчетов, на которые задерживается сигнал с выхода порогового решающего устройства.

10. В п. 4.2 на стр. 131 говорится: «...зачастую группируются в пачки продолжительностью до 7 секунд, содержащие до 10-15 импульсов...». Насколько это типично? Получена ли автором репрезентативная статистика, которая может позволить надежно определить характерные особенности проявления этих помех и использовать эти наблюдения для более эффективного подавления указанного вида помехи с помощью предложенного метода и средств?

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации, представленной к защите, и не ставят под сомнение ее основные выводы и положения.

9. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат по структуре и правилам оформления соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Диссертационная работа соответствует п. 5 паспорта научной специальности 2.9.4. Управление процессом перевозок (технические науки): «Теоретические основы, методы и технические средства обеспечения безопасности движения», п. 6 «Системы и устройства автоматики и телемеханики, предназначенные для управления перевозочным процессом, их эксплуатация, методы построения и испытания» и п. 7 «Развитие технических средств и систем управления, цифровизация управления транспортными технологическими процессами».

Представленная диссертация написана четким, понятным языком, с использованием необходимой научно-технической терминологии. По каждому разделу имеются выводы, которые достаточно полно обобщают каждый из результатов. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

В диссертации Хохрина Алексея Сергеевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Признаков плагиата также не обнаружено. Основные результаты диссертации в полной мере изложены в работах, опубликованных Хохриным А.С. и известны научной общественности в данной области исследований.

**Заключение о соответствии диссертации требованиям, установленным
«Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным
постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября
2013 года № 842**

Диссертационная работа Хохрина Алексея Сергеевича на тему «Помехоустойчивый приемник для канала автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа» соответствует требованиям, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, а именно:

- п. 9: диссертация на соискание ученой степени кандидата наук является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. В диссертации изложены новые научно обоснованные технические решения по модернизации автоматической локомотивной сигнализации, позволяющие значительно повысить помехоустойчивость локомотивного приемника канала АЛСН и имеющие существенное значение для развития важного научно-технологического сектора страны;

- п. 10: диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством. Работа содержит новые научно обоснованные результаты и предложения, которые рекомендованы для применения на сети российских железных дорог, а материалы, представленные в научных статьях и на научных конференциях, свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку;

- п. 11: основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты на соискание ученой степени кандидата и доктора наук;

- п. 13: автором опубликовано по теме диссертации 20 научных работ, в том числе: 8 - в ведущих рецензируемых журналах, определенных ВАК Минобрнауки России для публикации результатов кандидатских и докторских диссертаций, 2 – входящие в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, получен 1 патент на полезную модель;

- п. 14: в диссертации Хохрин А. С. надлежащим образом ссылается на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов других авторов, а также на научные работы, выполненные автором самостоятельно или в соавторстве.

В диссертации Хохрина Алексея Сергеевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых

изложены основные научные результаты диссертации. Материалы диссертации в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени.

Представленная диссертационная работа «Помехоустойчивый приемник для канала автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей научно обоснованные технические решения актуальной задачи повышения помехоустойчивости локомотивного приемника сигналов канала АЛСН, имеющие существенное значение для повышения эффективности и безопасности управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте, а следовательно, и для развития страны. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Основные результаты опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что диссертационная работа Хохрина Алексея Сергеевича соответствует всем указанным выше требованиям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.4. Управление процессом перевозок (технические науки).

Официальный оппонент Демьянов Владислав Владимирович, гражданин России, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Автоматика, телемеханика и связь» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения».

Демьянов Владислав Владимирович

30.05.2025г.

Демьянов Владислав Владимирович,

доктор технических наук по специальности 05.12.14. Радиолокация и радионавигация (технические науки).

профессор кафедры «Автоматика, телемеханика и связь» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ИрГУПС).

Тел. +7 (950) 051-3095.

E-mail: sword1971@yandex.ru

Почтовый адрес: 664074, Российская Федерация, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15.



Подпись Демьянов В.В.
ЗАВЕРЯЮ:
Начальник общего отдела ИрГУПС
Подпись Демьянов В.В.
30.05.2025 г.

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию

Хохрина Алексея Сергеевича

на тему «**Помехоустойчивый приемник для канала автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа**»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.4 Управление процессами перевозок (технические науки)

1. Актуальность темы диссертации

Повышение интенсивности движения поездов на основных направлениях железных дорог России, расширение полигонов регулярного движения тяжеловесных и скоростных поездов приводят к увеличению тяговых токов, потребляемых электроподвижным составом. В условиях наличия асимметрии рельсовых линий, применяемых в канале автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа АЛСН для передачи информации на локомотив, это приводит к увеличению интенсивности помех, воздействующих на локомотивный приемник канала АЛСН.

Помехи в канале АЛСН, приводя к сбоям в ее работе, вызывают ряд негативных последствий: увеличение психофизиологической нагрузки на локомотивную бригаду, вынужденную реагировать на сбои в работе локомотивных устройств безопасности; необоснованные снижения скорости поездов для избежания экстренного торможения; необходимость отвлечения работников, обслуживающих железнодорожную инфраструктуру, на расследование сбоев, и др.

В настоящее время большая часть локомотивов и другогосамоходного подвижного состава (ССПС, МВПС и пр.) оборудована микропроцессорными локомотивными устройствами безопасности (комплексное локомотивное устройство безопасности унифицированное КЛУБ-У и его модификации, безопасный локомотивный объединенный комплекс БЛОК и его модификации, микропроцессорный дешифратор ДКСВ-М). Это создает широкие возможности для применения сложных нелинейных, корреляционных, адаптивных и других методов обработки и приема сигналов, реализация которых невозможна на релейной и дискретной полупроводниковой элементных базах.

С учетом изложенного, тема диссертационной работы Хохрина А. С., которая посвящена решению важной научно-технической задачи – повышению помехоустойчивости приемника сигналов канала АЛСН, является актуальной.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Научные положения, сформулированные в диссертации, сводятся к следующим положениям:

– новый способ борьбы с импульсной помехой на основе ее нелинейного преобразования, позволяющий в интервалах кодового сигнала АЛСН обеспечить высокоэффективное подавление импульсов помехи за счет их бланкирования, а в импульсах кодового сигнала обеспечить подавление импульсов помехи без существенного искажения сигнала АЛСН за счет амплитудного ограничения импульсов помехи;

– способ поэлементного приема сигналов АЛСН на основе квадратурного амплитудного детектирования огибающей, в котором не требуется применение сложной системы фазовой автоподстройки частоты опорных колебаний, а за счет восстановления амплитуды огибающей на выходе квадратурного детектора устраняется снижение чувствительности приемника;

– методика, позволяющая динамически рассчитывать порог амплитудного ограничения или бланкирования импульсов помехи с учетом временных параметров сигналов АЛСН и условий их распространения по рельсовой линии от передающего устройства навстречу движущемуся локомотиву, и тем самым обеспечивать эффективное подавление импульсов помехи без существенного искажения сигналов АЛСН;

– алгоритм обработки сигнала АЛСН с квадратурным амплитудным детектированием огибающей и восстановлением ее амплитуды, а также применением нелинейных подавителей импульсных и гармонических помех, обеспечивающий повышение помехоустойчивости и безопасности функционирования приемника сигналов АЛСН.

Достоверность отмеченных научных положений не вызывает сомнений и подтверждается корректностью поставленных задач, аргументированным обоснованием основных научных результатов, согласованностью результатов проведенных сравнительных исследований на имитационных моделях сигналов АЛСН, помех и приемников сигналов АЛСН с результатами сравнительного полунатурного эксперимента на экспериментальном образце квадратурного приемника с нелинейными подавителями помех и записях сигналов и помех, зарегистрированных на локомотивах в реальных поездках, а также апробацией в кругах специалистов и на практике, что подтверждается наличием актов о внедрении результатов исследования.

Полученные в диссертации научные результаты обусловлены корректным использованием математического аппарата при анализе процесса распространения сигнала АЛСН по рельсовой линии, разработке предложенных

способов и методики, реализованных в разработанном алгоритме обработки сигнала АЛСН, обработке экспериментальных данных: теории электрических рельсовых цепей, теории имитационного моделирования на ЭВМ, теории вероятности и математической статистики. Основные теоретические результаты и выводы диссертации подтверждены полунатурными исследованиями разработанного экспериментального образца устройства.

Сформулированные в диссертации научные выводы обоснованы и отражают итоги выполненной работы.

3. Новизна и достоверность полученных результатов

В процессе исследований был получен ряд новых научно обоснованных результатов, наиболее существенными из которых являются следующие:

– показано, что возможно осуществлять поэлементный прием сигналов АЛСН с применением квадратурного амплитудного детектирования огибающей за счет инвариантности результата детектирования к начальной фазе принимаемого несущего колебания без необходимости применения системы фазовой автоподстройки частоты опорных колебаний, что позволяет снизить сложность приемника, а возникающее при этом снижение его чувствительности можно нивелировать восстановлением амплитуды огибающей на выходе детектора;

– предложен способ нелинейного подавления импульсных помех путем применения амплитудного ограничения в импульсах сигналов АЛСН и бланкирования в его интервалах, который позволяет уменьшить влияние данного вида помех на устойчивость функционирования приемника сигналов АЛСН;

– разработана методика определения порога амплитудного ограничения или бланкирования импульсных помех, которая позволяет за счет учета временных параметров сигналов АЛСН и условий их распространения по рельсовой линии в процессе движения локомотива обеспечить эффективное нелинейное подавление импульсных помех без искажения сигнала АЛСН;

– предложен образец квадратурного приемника сигналов АЛСН с нелинейными подавителями импульсных и гармонических помех согласно патенту «Приемник автоматической локомотивной сигнализации» № RU218341 от 23.05.2023 г.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных автором в диссертационной работе, подтверждена актами об использовании результатов диссертационной работы в Кинельской дистанции СЦБ Куйбышевской ж.д., а также в учебном процессе в ФГБОУ ВО «ПривГУПС» при разработке курсов «Теория передачи сигналов» и «Микропроцессорные и микроэлектронные системы перегонной автоматики».

4. Теоретическая и практическая ценность полученных результатов и выводов

Разработанные в диссертации научные положения по формированию способа поэлементного приема сигналов АЛСН, способа нелинейного подавления импульсных помех и методики определения порога амплитудного ограничения или бланкирования импульсных помех позволили создать локомотивный приемник сигналов АЛСН с повышенной помехоустойчивостью и безопасностью функционирования в условиях воздействия негауссовых (импульсных и гармонических) помех.

Теоретическая ценность полученных результатов и выводов обосновывается следующим:

- 1) обеспечение устойчивости функционирования квадратурного приемника сигналов АЛСН и требуемой его чувствительности за счет инвариантности вычисляемого модуля комплексной огибающей к начальной фазе принимаемого несущего колебания, высокой линейности АЧХ квадратурного детектора при нестабильности частоты несущего колебания, а также восстановления амплитуды огибающей;
- 2) обеспечение эффективного подавления импульсных помех путем введения обратной связи по управлению, позволяющей применить амплитудное ограничение в импульсах амплитудно-манипулированных сигналов АЛСН и бланкирование в его интервалах;
- 3) формирование математической модели порога амплитудного ограничения или бланкирования путем исследования и учета условий распространения сигналов АЛСН по рельсовой линии и их временных параметров.

Практическая ценность полученных результатов подтверждается следующим:

- 1) использованием результатов исследований при выполнении научно-исследовательской работы на тему «Разработка корреляционного приемного устройства автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа для железных дорог Российской Федерации» в рамках конкурса «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («УМНИК») в 2023-2024 годах;
- 2) использованием результатов исследований в Кинельской дистанции СЦБ Куйбышевской ж.д.;
- 3) использованием результатов исследований при создании комплекса практических и лабораторных работ, курсовой работы в ФГБОУ ВО «ПривГУПС».

5. Общая оценка диссертационной работы

Диссертационная работа Хохрина Алексея Сергеевича состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы, имеющего 114 наименований, и 7 приложений. Общий объем диссертационной работы составляет 203 страницы, включая 69 рисунков, 20 таблиц и 32 страницы приложений.

Первая глава посвящена анализу проблемы повышения устойчивости функционирования канала АЛСН. Показано, что сбои в работе АЛСН, возникающие по причине воздействия помех, составляют значительную часть от всех учитываемых сбоев. Выполнено обзорное исследование методов и технических решений, предлагавшихся ранее для повышения помехоустойчивости приемника сигналов АЛСН, определено направление перспективных исследований. Посредством анализа условий распространения сигналов АЛСН по рельсовой линии показано, что задачу их приема на локомотиве следует рассматривать как задачу различения сигналов со случайными амплитудой и начальной фазой.

Во второй главе рассмотрены вопросы разработки алгоритма функционирования помехоустойчивого приёмника сигналов АЛСН. Выполнен анализ потенциальных возможностей оптимального корреляционного приема сигналов АЛСН. Предложен способ поэлементного приема сигналов АЛСН с квадратурным амплитудным детектированием огибающей и восстановлением ее амплитуды, позволяющий отказаться от системы фазовой автоподстройки частоты опорных колебаний, что снижает сложность приемника. Для устранения возникающего при квадратурном амплитудном детектировании снижения чувствительности приемника применено восстановление амплитуды огибающей на выходе детектора.

Для эффективного подавления импульсных помех предложен способ на основе их нелинейного преобразования с применением амплитудного ограничения и бланкирования. Разработана методика определения порога амплитудного ограничения или бланкирования, учитывающая временные параметры сигнала АЛСН и условия его распространения по рельсовой линии, определено численное значение порога. Для подавления гармонических помех применена нелинейность с зоной нечувствительности.

На основе полученных результатов разработан алгоритм обработки сигналов АЛСН с применением квадратурного амплитудного детектирования огибающей и восстановления ее амплитуды, нелинейных подавителей импульсных и гармонических помех. Для организации сравнительных экспериментальных исследований разработаны алгоритмы функционирования

Третья глава посвящена исследованию квадратурного приемника сигналов АЛСН методом имитационного моделирования процессов их функцио-

нирования в номинальных условиях эксплуатации и в условиях действия аддитивных флуктуационных, импульсных и гармонических помех. Статистическими экспериментами установлено, что при воздействии данных помех квадратурный приемник с нелинейными подавителями импульсных и гармонических помех обеспечивает выигрыш как в помехоустойчивости, так и в безопасности функционирования в сравнении с известным приемником с амплитудным детектированием на основе скользящего окна и вычитающим устройством.

Четвертая глава посвящена технической реализации экспериментального образца квадратурного приемника с нелинейными подавителями помех и оценке его помехоустойчивости и безопасности функционирования в сравнении с образцом известного приемника, используемого в составе аппаратуры комплексного локомотивного устройства безопасности КЛУБ-У. Разработаны соответствующие методика и стенд, обеспечивающие проведение экспериментального исследования образцов приемников в одинаковых условиях, приближенных к условиям их функционирования при реализации процесса управления движением поездов. Результаты экспериментального исследования подтвердили правильность выполненных теоретических исследований: экспериментальный образец квадратурного приемника с нелинейными подавителями помех обладает более высокой помехоустойчивостью и безопасностью функционирования.

Заключение посвящено обобщению основных научных и практических результатов выполненного исследования, а также формулировке общих выводов по диссертационной работе.

Содержание разделов диссертационной работы позволяет сделать вывод о соответствии темы диссертации научной специальности 2.9.4. Управление процессом перевозок (технические науки).

6. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертационной работы, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

1. В диссертации цель работы сформулирована как повышение помехоустойчивости приемника сигналов канала автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа. При этом далее не уточняется, о какой помехоустойчивости идет речь: внутренней или внешней.

2. В диссертационном исследовании рассматривается воздействие аддитивных флуктуационных, импульсных и гармонических помех. Неясно, почему рассматриваются именно аддитивные помехи, и не рассматриваются мультипликативные.

3. В тексте диссертации п. 1.1, в котором выполнен анализ сбоев в работе АЛСН, является громоздким, что усложняет восприятие работы. Можно было бы его сократить.

4. В тексте диссертации на стр. 60 приводится следующее высказывание: «... поскольку в канале АЛСН используется амплитудная манипуляция гармонической несущей, в приемнике решается задача не различения сигналов, а обнаружения сигнала на фоне помехи.». Оно является не вполне корректным, так как сигналы АЛСН формируются путем не просто амплитудной манипуляции, а двоичной амплитудной манипуляции, когда имеет место равенство нулю одного из дискретных значений амплитуды. В более общем же случае амплитудной манипуляции данное равенство необязательно.

5. Из блок-схемы имитационной модели приемника с нелинейными подавителями помех, приведенной на рисунке 3.1, видно наличие двух обратных связей в приемнике. Неясен характер этих связей и, соответственно, их влияние на устойчивость функционирования приемника.

Указанные имеющиеся по работе замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Хохрина А. С., ее научной новизны, значимости и достоверности полученных результатов. Работа представляет собой новое научно-техническое решение актуальной задачи и имеет существенное значение для железнодорожного транспорта.

7. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат по структуре и правилам оформления соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Оформление списка использованных источников в виде библиографических ссылок соответствует п. 5.6 ГОСТ Р 7.0.11-2011. Оформление библиографического списка в автореферате соответствует п. 9.3 ГОСТ Р 7.0.11-2011 и ГОСТ 7.1-2003. Диссертационная работа соответствует п. 5 паспорта научной специальности 2.9.4. Управление процессом перевозок: «Теоретические основы, методы и технические средства обеспечения безопасности движения», п. 6 «Системы и устройства автоматики и телемеханики, предназначенные для управления перевозочным процессом, их эксплуатация, методы построения и испытания» и п. 7 «Развитие технических средств и систем управления, цифровизация управления транспортными технологическими процессами».

Представленная диссертация написана четким, понятным языком, ясно и логично. По каждому разделу имеются выводы, правильно резюмирующие

содержание работы. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

**8. Заключение о соответствии диссертации требованиям,
установленным «Положением о присуждении ученых степеней»,
утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации
от 24 сентября 2013 года № 842**

Диссертационная работа Хохрина Алексея Сергеевича на тему «Помехоустойчивый приемник для канала автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа» соответствует требованиям, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года:

п. 9 – диссертация Хохрина А. С. на соискание ученой степени кандидата наук является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. В диссертации изложены новые научно обоснованные технические решения в области автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа, имеющие существенное значение для развития железнодорожного транспорта и, следовательно, для развития экономики нашей страны;

п. 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством. Работа содержит новые научно обоснованные результаты и предложения, которые рекомендованы для применения на сети железных дорог Российской Федерации, а материалы, представленные в научных статьях и на научных конференциях, свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку;

п. 11 – основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты на соискание ученой степени кандидата и доктора наук и в международных реферативных базах, данных и системах цитирования Web of Science;

п. 13 – автором опубликовано по теме диссертации 20 научных работ, в том числе: 2 – входящие в международные реферативные базы данных и системы цитирования Web of Science, 8 – в ведущих рецензируемых журналах, определенных ВАК Минобрнауки России для публикации результатов кандидатских и докторских диссертаций, получен 1 патент, 4 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ;

В диссертации Хохрина Алексея Сергеевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Материалы

диссертации в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени.

п. 14 – в диссертации Хохрин А. С. надлежащим образом ссылаются на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов других авторов, а также на научные работы, выполненные автором самостоятельно или в соавторстве.

Представленная диссертационная работа Хохрина А. С. на тему «Помехоустойчивый приемник для канала автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Хохрин Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.4. Управление процессами перевозок (технические науки).

Официальный оппонент Табунщиков Александр Константинович, гражданин РФ, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)).

21.05.25 ✓ Табунщиков Александр Константинович

Табунщиков Александр Константинович
кандидат технических наук по научной специальности 05.22.08. Управление процессами перевозок (технические науки)

Тел. +7 (958) 631-52-87

E-mail: tabunshikov1@mail.ru

Почтовый адрес 127994, Российская Федерация, г. Москва, ул. Образцова, д. 9., стр. 9.

Я, Табунщиков Александр Константинович, официальный оппонент, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Хохрина Алексея Сергеевича и их дальнейшую обработку.

21.05.25 ✓ Табунщиков Александр Константинович

Подпись А.К. Табунщикова

И.А. Ямщикова
Начальник управления
развития персонала

Е.А. Ямщикова

