

Научная статья

УДК 004.056; DOI: 10.61260/2218-13X-2025-4-166-174

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ИДЕНТИФИКАЦИИ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ В ЛИНИЯХ СВЯЗИ

✉ Васичкин Сергей Сергеевич.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций

им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

✉ sergey_vasichkin@bk.ru

Аннотация. Исследование посвящено проблеме скрытых подключений в проводных линиях связи, которые не отражаются штатным логическим мониторингом и приводят к рискам утечки и нарушению работы. Цель работы состоит в создании комплекса идентификации аппаратных средств, который фиксирует факт вмешательства и относит подключенный объект к классу по параметрам электромагнитного сигнала при сохранении работоспособности канала. Основа подхода включает стендовые испытания на типовых линиях, совмещение активного зондирования и пассивного наблюдения, формирование эталона до подключения и фиксацию состояния после подключения, построение сигнального портрета во времени и по частоте, адаптивную пороговую обработку амплитуды, нормализацию по шуму и температуре, закрепление профиля линии и сопоставление с эталонной библиотекой. В ходе работы определены информативные участки спектра и временные окна, показана разделимость характерных сценариев вмешательства и подтверждена воспроизводимость признаков при изменении внешних условий, что объясняется объединением зондирования и пассивного съема и единым правилом обработки. Сделан вывод о переводе контроля физического уровня в регулярную эксплуатационную практику с понятным для оператора результатом и переносимыми настройками, пригодными для мониторинга корпоративных и промышленных сетей и для задач технической защиты информации.

Ключевые слова: проводные линии, выявление устройств, идентификация, спектральный анализ, амплитудно-частотные характеристики, активное зондирование, параметрический контроль, аппаратно-программный комплекс, мониторинг сетей, техническая защита информации

Для цитирования: Васичкин С.С. Проектирование комплекса идентификации аппаратных средств в линиях связи // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2025. № 4. С. 166–174. DOI: 10.61260/2218-13X-2025-4-166-174.

Scientific article

DEVELOPMENT OF A HARDWARE-SOFTWARE SYSTEM FOR IDENTIFICATION OF DEVICES IN WIRED COMMUNICATION LINES

✉ Vasichkin Sergey S.

The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications,
Saint-Petersburg, Russia

✉ sergey_vasichkin@bk.ru

Abstract. The article addresses hidden attachments in wired lines that remain invisible to logical monitoring and can cause information leakage and service disruption. The aim is to develop a device identification system that detects interventions and assigns the connected object to a class using electromagnetic signal features while keeping the channel in service.

The approach relies on bench trials on typical lines, a combination of active probing and passive observation, acquisition of a reference state before connection and an observed state after connection, construction of a time-frequency signal portrait, adaptive amplitude thresholding, normalization for noise and temperature, a fixed line profile, and matching against a reference library. The work identifies informative spectral bands and temporal windows, demonstrates separability of representative intervention scenarios, and confirms feature reproducibility under changing external conditions, which follows from combining probing with passive capture and applying a unified processing rule. The conclusion is that physical-layer control can be integrated into routine operations with operator-readable decisions and transferable settings, making the system suitable for monitoring in corporate and industrial networks and for technical information protection.

Keywords: wired lines, device detection, identification, spectral analysis, amplitude-frequency characteristics, active probing, parametric monitoring, hardware-software system, network monitoring, technical information protection

For citation: Vasichkin S.S. Development of a hardware-software system for identification of devices in wired communication lines // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2025. № 4. P. 166–174. DOI: 10.61260/2218-13X-2025-4-166-174.

Введение

В проводных линиях связи сохраняется риск скрытых подключений, не видимых штатному логическому мониторингу, что ведет к утечкам, сбоям и ухудшению качества работы, поскольку малые неоднородности физического уровня остаются вне наблюдения. Эксплуатационная практика показывает, что разовые измерения и выборочные проверки дают нестабильный результат из-за помех, температурного дрейфа и особенностей трасс, поэтому требуются процедуры, фиксирующие изменения по устойчивым признакам без остановки канала.

Цель исследования состоит в создании комплекса идентификации аппаратных средств в линиях связи, который обеспечивает надежную фиксацию вмешательства и отнесение подключенного объекта к классу по параметрам электромагнитного сигнала при сохранении работоспособности канала.

Материалы и методы исследования

Эксперименты выполнялись на стенде с медными линиями и витой парой с типовыми нагрузками и имитаторами устройств, исходные параметры брались из паспорта линии, что позволяло настраивать полосу зондирования, шаг наблюдения и уровень тестового сигнала в привязке к конкретному кабелю. Съем выполнялся в двух согласованных режимах, активное зондирование формировало короткий тестовый сигнал, пассивное наблюдение фиксировало естественное поведение тракта, после чего строился сигнальный портрет во времени и по частоте, применялась адаптивная пороговая обработка амплитуды, выполнялась нормализация по шуму и температуре, вычислялись сводные признаки и выполнялось сопоставление с эталонной библиотекой.

В результате определены участки спектра и временные окна, дающие устойчивое различие классов, установлено преимущество комбинированного режима над чисто активным по стабильности признаков, подтверждена переносимость профиля линии между участками без ручной подстройки, показана разделимость штатной линии, ответвителя, заглушки и инжектора питания. Итогом исследования стало проектирование и экспериментальная верификация комплекса идентификации, который дает устойчивые решения при изменяющихся условиях и может работать без остановки сервиса.

Результаты исследования и их обсуждение

Последовательность этапов измерительного цикла от фиксации эталона до выдачи решения показана на рис. 1.



Рис. 1. Порядок работы комплекса идентификации

После получения данных в активном и пассивном режимах формируется сигнальный портрет во временной и частотной областях, выполняется нормировка по шуму и температуре и выделяются сводные признаки, которые затем сопоставляются с эталонной базой [1]. Дальнейшее изложение результатов следует этой последовательности, чтобы сохранялась прослеживаемость между измерением, обработкой и интерпретацией и было видно, на каком шаге формируется ключевой вклад в итоговый вывод.

Исходные условия задаются паспортом линии, который фиксирует номинальное волновое сопротивление, ориентировочные уровни затухания, эффективную скорость распространения и допустимую длину для конкретного типа кабеля, вследствие чего режимы генерации и приема настраиваются не произвольно, а в привязке к этим параметрам, что позволяет приводить результаты разных участков к сопоставимому виду и уменьшать влияние разнородности трасс и соединителей на итоговую оценку [2]. Сводные паспортные параметры используемых линий приведены в табл. 1.

Таблица 1

Краткие паспортные параметры линий

Тип линии	Z_0, Ω	Затухание, дБ/100 м при 100 МГц	Предельная длина, м
Витая пара Cat-5e	100 ± 5	15	≤ 100
Экранированная пара Cat-6	100 ± 3	11	≤ 100
Коаксиал RG-58	50 ± 2	8	≤ 50
Телефонная пара 0,4 мм	120 ± 7	18	≤ 200

Эти значения используются для выбора полосы зондирования, шага сканирования и уровня тестового сигнала.

Далее формируется сигнальный портрет как вектор признаков, включающий отсчеты амплитуды и фазы на опорных частотах выбранного диапазона и показатели из временных окон, отражающих переходные процессы, причем перед вычислением признаков выполняется нормировка относительно эталонного состояния линии без посторонней нагрузки и фильтрация, компенсирующая влияние температуры, дрейфа аппаратуры и фоновых помех, благодаря чему сравнение до подключения и после подключения опирается на устойчивые характеристики, а не на разовые флуктуации.

Портрет объединяет частотные и временные характеристики в единый вектор, который отображен в формуле (1). Такой формат удобен для нормализации и для последующего сравнения с эталонной базой [3].

$$P = \{A(f_1), A(f_2), \dots, \varphi(f_1), \varphi(f_2), \dots, Z_0, p(t_1), p(t_2), \dots\}, \quad (1)$$

где f_i – опорные частоты в диапазоне измерения, t_i – моменты времени, соответствующие окнам анализа отражений.

Сетка частот и окна во времени задаются один раз для всей серии. Нормализация на эталон и фильтрация по шуму и температуре выравнивают условия съема и повышают воспроизводимость сравнения состояний до подключения и после подключения.

Измерительный цикл реализуется в двух согласованных режимах, поскольку активное зондирование подает в тракт короткий линейно-частотно модулированный тестовый сигнал, равномерно покрывающий рабочую полосу и обеспечивающий стабильный отклик для различных классов нагрузок, а пассивное наблюдение фиксирует естественное поведение линии при штатной работе оборудования, что подтверждает переносимость признаков из лабораторной ситуации в эксплуатационный контекст; при этом используется единый тракт приема и синхронная привязка времени, благодаря чему исключаются систематические смещения между режимами и между запусками, а длительность воздействия удерживается в пределах десятков микросекунд, что не нарушает работу.

В спектральном анализе частоты отсчитываются с мелким шагом, по каждой частоте фиксируются амплитуда и фаза, затем применяется адаптивный порог чувствительности по амплитуде с учетом текущего уровня шума, после чего выполняется нормализация по шуму и по температуре, позволяющая нивелировать суточные колебания и прогрев шкафов, а затем первичные признаки укрупняются в сводные метрики различия, которые подсвечивают устойчивые изменения на отдельных участках спектра и во временных окнах [4].

Принятие решения организовано как двухэтапная процедура, где сначала оценивается факт вмешательства по величине и устойчивости различий между эталонным состоянием линии и текущим состоянием после предполагаемого подключения, а затем выполняется отнесение к классу устройств по близости текущего вектора признаков к эталонной базе с портретами штатных нагрузок и распространенных аномальных вставок, таких как пассивные ответители, согласованные заглушки или источники питания, при этом результат выдается одновременно в машиночитаемом формате для последующей автоматизации и в понятном для оператора виде, что упрощает включение процедуры в эксплуатационные регламенты и отчетные формы [5].

В исследовании выделены четыре рабочие группы устройств, которые покрывают типовые сценарии эксплуатации и дают различимые сигнальные признаки. Сводная характеристика по классам и устойчивым признакам приведена в табл. 2.

Таблица 2

Классы устройств и признаки

Класс	Воздействие на линию	Признак в частоте	Признак во времени
Штатная линия	Базовое состояние	Ровная амплитудно-частотная характеристика в рабочем окне	Стабильная задержка
Ответвитель	Параллельная нагрузка	Широкая зона снижения	Рост интегральной метрики
Заглушка	Согласованное окончание	Узкая зона отличий	Малый сдвиг задержки
Инжектор питания	Ввод питания в тракт	Мелкие пульсации	Фазовый сдвиг

Перечисленные признаки включены в эталонную библиотеку комплекса и используются при принятии решения, профиль линии задается один раз и сохраняется между запусками, поэтому отнесение к классу остается стабильным и не требует ручной подстройки.

Для фиксации физической неоднородности используется коэффициент отражения нагрузки, который напрямую связывает изменения импеданса устройства с откликом линии. В этом случае коэффициент нагрузки вычисляется по формуле (2), представленной ниже [6].

$$p = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}. \quad (2)$$

По модулю и фазе оценивается величина и характер изменения. Эти параметры переходят в частотные и временные признаки портрета и повышают чувствительность метода к согласованным вставкам.

Коэффициент отражения становится крайне маленьким, при типовом $Z_0 = 100\Omega$ и $Z_L = 95\Omega$ $|p| \approx 0,025$, а амплитуда отраженного фронта не превышает – 32 дБ и практически сливаются с уровнем самих помех линии.

Аппаратная часть контура включает генератор зондирующего сигнала, согласованный ввод в линию, приемный модуль с оцифровкой и синхронизацией и коммутатор сценариев, который позволяет переключаться между режимами без разрыва сервиса, а программная часть объединяет управление источником, съем данных, фильтрацию, вычисление признаков, нормализацию, расчет сводных метрик и классификацию в одном модуле, благодаря чему снижается влияние человеческого фактора и поддерживается периодический контроль с временным бюджетом цикла в пределах нескольких секунд на канал и с интервалом опроса, задаваемым в диапазоне от 10 до 15 мин. без заметной нагрузки на сеть [7].

Качество и устойчивость метода подтверждаются через серию испытаний, где проверяется повторяемость результатов на одинаковых образцах при различной температуре и помеховой обстановке, оценивается стабильность порогов и точность отнесения к классу устройств, а также фиксируется время цикла и фактическая трудоемкость действий оператора, которая в типичной конфигурации сводится к выбору линии и запуску сценария, так как все последующие шаги автоматизированы; при необходимости выполняется разовая корректировка порогов по результатам валидации и далее значения закрепляются для эксплуатационного режима. В завершение каждого цикла автоматически формируется протокол с условиями съема, параметрами генерации и приема, набором использованных окон и фильтров, значениями сводных метрик, итоговым решением и краткими рекомендациями по дальнейшим действиям, что создает прозрачный канал передачи результатов из измерительного контура в процедуру принятия решений и упрощает включение методики в ведомственные документы по контролю целостности проводных каналов связи.

Результаты стендовых проверок показывают, что предложенный цикл измерений выполняется за не более 5 с на канал и может запускаться периодически с интервалом от 10 до 15 мин без заметного влияния на работу, при этом сигнальный портрет линии сохраняет структуру при повторных запусках, а нормализация по шуму и температуре устраниет суточные колебания уровня фона и выравнивает серии [8]. Повторяемость подтверждается малым разбросом амплитудных признаков на уровне до 1 %, фазовый дрейф удерживается в пределах 1°, что позволяет сопоставлять измерения разных сессий без ручной подстройки параметров и без дополнительной калибровки между циклами.

Чувствительность к вмешательствам проявляется согласованно во временной и в частотной областях, поскольку подключение согласованной заглушки формирует узкую зону отличий в спектре и стабильный сдвиг временных индикаторов, а подключение ответителя приводит к более широкой полосе изменений и к росту интегральных метрик различия, при этом картина сохраняется при перезапусках и при умеренных изменениях

внешних условий, что подтверждает устойчивость портрета к дрейфам температуры и к колебаниям помех. Для сценария с инжектором питания фиксируется характерный рисунок мелких пульсаций на поддиапазонах и сдвиг фазовых признаков, который остается наблюдаемым после усреднения по окну и поэтому используется в решении так же надежно, как и амплитудные показатели.

Точность локализации неоднородностей определяется выбранной полосой частот и шагом по частоте, а также состоянием линии и уровнем помех [9, 10]. В средней части рабочего диапазона сигнал проходит без выраженных фазовых искажений и без резкого затухания, поэтому задержка и спектральные признаки меняются предсказуемо и дают минимальную ошибку. На низких частотах накапливается фазовая неоднозначность, и пик отражения растягивается во времени, на высоких частотах возрастает затухание и снижается отношение сигнал шум, из-за этого амплитудные и фазовые оценки становятся нестабильными. Полоса должна быть достаточно широкой, чтобы обеспечить нужное временное разрешение, иначе координата определяется грубо. Шаг по частоте должен быть мелким, чтобы улавливать узкие участки изменений и не терять детали спектра.

На рис. 2 показана зависимость ошибки локализации от центральной частоты. Кривая имеет минимум в средней части диапазона и растет на низких и высоких частотах. Эти соотношения учитываются при настройке окна частот.



Рис. 2. Ошибка локализации в зависимости от центральной частоты

Минимум находится в средней части диапазона. На низких частотах ошибка растет из-за фазовой неоднозначности, на высоких частотах из-за затухания и снижения отношения сигнал шум. Эти соотношения учитываются при выборе окна частот [11, 12].

Практическая настройка выполняется как связная процедура, где по паспортным данным для выбранного типа кабеля задают исходные границы полосы, затем проводят короткую пробную серию с мелким шагом по частоте и оценивают повторяемость признаков, после чего корректируют верхнюю границу вниз на несколько МГц при появлении случайных всплесков амплитуды и поднимают нижнюю границу при заметном дрейфе фазы, фиксируют окончательный шаг, исходя из требуемого времени цикла и нужной плотности спектральной сетки, сохраняют полученный профиль линии для дальнейшей эксплуатации без изменений, а влияние суточных колебаний температуры и уровня помех сглаживают нормировкой на эталон и фильтрацией среды, благодаря чему ошибка удерживается в заданном коридоре и время одного измерительного цикла остается в допустимых пределах.

Тепловая карта, представленная на рис. 3, показывает изменение ошибки при разных значениях ширины полосы и шага по частоте. По ней удобно подбирать параметры под объект.

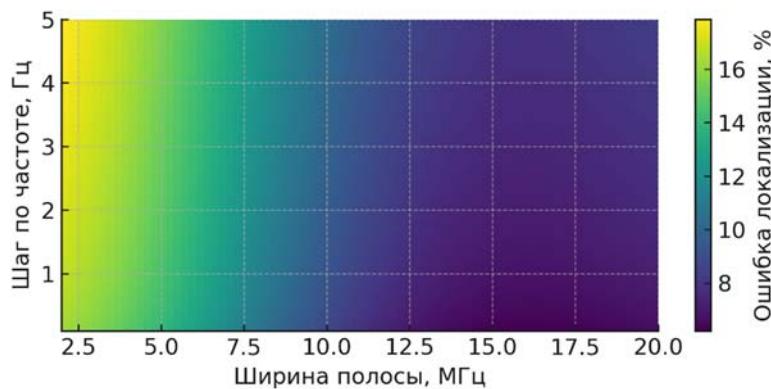


Рис. 3. Ошибка локализации в зависимости от ширины полосы и шага по частоте

Увеличение ширины полосы снижает ошибку за счет лучшего временного разрешения [13]. Крупный шаг по частоте ухудшает устойчивость оценки и пропускает узкие участки изменений. Параметры закрепляются в профиле линии и не требуют коррекции между запусками.

Качество отнесения к классам подтверждено на четырех группах устройств, где средняя доля верных решений составила 89 %, при этом для штатной линии зафиксировано 92 %, для ответвителя – 88 %, для заглушки – 89 %, для инжектора – 90 %, а допущенные ошибки относятся к пограничным состояниям кабеля и к нестабильной обвязке концов, которые устраняются регламентом подготовки линии и повторной калибровкой соединителей, после чего частота ложных событий снижается до приемлемого уровня. Итоговые значения демонстрируют, что конвейер от зондирования и пассивного наблюдения до вычисления метрик и выдачи решения обеспечивает воспроизводимость и переносимость между объектами без зависимости от индивидуальных настроек специалиста [14].

Показатели рассчитаны на валидационном наборе, где каждый из четырех классов включал повторные серии измерений при разных уровнях помех и температурах, а параметры профиля линии и пороги были зафиксированы заранее по отдельной обучающей серии и дальше не менялись. Для каждой проверки формировался вектор признаков и сравнивался с эталонной базой, после чего результат заносился в матрицу решений. Доля верных определений для класса считалась как отношение числа правильных ответов к общему числу проверок этого класса, усреднение выполнялось по сериям и по дням измерений, чтобы исключить эффект разовой настройки [10]. Такой порядок дает воспроизводимые оценки и предотвращает завышение точности за счет подгонки порогов под конкретный стенд [15].

В совокупности результаты подтверждают работоспособность комплекса в условиях, близких к эксплуатации, показывают достаточную чувствительность к подключению согласованных и слабо согласованных устройств, закрепляют устойчивость портрета при повторных запусках и при умеренных изменениях внешних факторов, а также демонстрируют, что временной бюджет цикла и заданный интервал опроса совместимы с требованиями регулярного мониторинга физического уровня в корпоративных и промышленных сетях связи.

Заключение

В работе спроектирован комплекс идентификации аппаратных средств в проводных линиях связи, который объединяет активное зондирование и пассивное наблюдение, формирует эталон до подключения и фиксирует состояние после подключения, строит сигнальный портрет во времени и по частоте и принимает решение по устойчивым признакам с адаптивной пороговой обработкой и нормализацией по шуму и температуре.

Полученные результаты показывают, что предложенная архитектура сохраняет воспроизводимость при изменении внешних условий, различает характерные сценарии вмешательства и остается работоспособной без остановки работы, что позволяет включать процедуру в регламентный контроль физического уровня. Комплекс обеспечивает прослеживаемость от измерения к решению, уменьшает зависимость выводов от индивидуальных настроек специалиста, сокращает время диагностики и упрощает документирование событий. Реализация профиля линии и согласованного правила съема делает настройки переносимыми между участками и кабельными типами, а эталонная библиотека фиксирует классы устройств и поддерживает устойчивое отнесение.

Итогом является прикладное решение, готовое к эксплуатации в корпоративных и промышленных сетях и пригодное для задач технической защиты информации и ведомственного аудита.

Список источников

1. Калинин С.А. Методика выявления неавторизованных устройств в проводных сетях // Защита информации. Конфиденциальность. 2019. № 4. С. 22–27.
2. Лебедев В.В. Теория информации и кодирования. М.: Радиотехника, 2004. 395 с.
3. Чернов И.И., Корж В.Я. Электромагнитная совместимость: Учебник. М.: Горячая линия Телеком, 2011. 360 с.
4. Coates P., McBride R. Signal Processing Techniques for Measurement. Elsevier, 2006. 298 p.
5. Капралова И.А., Игнатьев М.С. Методы анализа сигналов в рефлектометрических системах // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Радиоэлектроника. 2019. № 3. С. 46–54.
6. Андреев В.А., Кравченко В.М. Информационные и измерительные системы. М.: Энергоатомиздат, 2006. 316 с.
7. 10 Essential Spectral Analysis Tools Boosting Signal Detection. URL: <https://www.numberanalytics.com/blog/10-essential-spectral-analysis-tools> (дата обращения: 20.08.2025).
8. Мухина И.А. Анализ методов защиты локальных вычислительных сетей от несанкционированного доступа // Информационные технологии и безопасность. 2018. № 1 (15). С. 25–31.
9. Medium. Anomaly Detection in Time Series Using Statistical Analysis URL: <https://medium.com/booking-com-development/anomaly-detection-in-time-series-using-statistical-analysis-cc587b21d008> (дата обращения: 29.08.2025).
10. Дьяков В.И. Электрические цепи: учебник. М.: Форум, 2010. 540 с.
11. Анализ параметров радиосигналов для идентификации источников URL: <https://doklady.bsuir.by/jour/article/view/2592> (дата обращения: 09.09.2025).
12. Кукин А.А., Кукушкин А.В. Радиотехнические измерения: учеб. пособие. М.: Радио и связь, 2006. 284 с
13. Федоров А.Ю. Идентификация и классификация устройств в линиях связи на основе сигнальных характеристик // Электросвязь. 2022. № 5. С. 37–41.
14. Словеснов Н.А., Мирсатов С.Ф., Светличный В.В. Исследование методов идентификации оборудования в системах защиты информации проводных сетей связи // Информационная безопасность телекоммуникационных систем. 2014. № 4. С. 53–60.
15. Гребенюк А.А. Основы теории помехоустойчивости. М.: Горячая линия Телеком, 2005. 265 с.

References

1. Kalinin S.A. Metodika vyyavleniya neavtorizovannyh ustrojstv v provodnyh setyah // Zashchita informacii. Konfidencial'nost'. 2019. № 4. S. 22–27.
2. Lebedev V.V. Teoriya informacii i kodirovaniya. M.: Radiotekhnika, 2004. 395 s.
3. Chernov I.I., Korzh V.Ya. Elektromagnitnaya sovmestimost': Uchebnik. M.: Goryachaya liniya Telekom, 2011. 360 s.

4. Coates P., McBride R. Signal Processing Techniques for Measurement. Elsevier, 2006. 298 p.
5. Kapralova I.A., Ignat'ev M.S. Metody analiza signalov v reflektometricheskikh sistemah // Vestnik MGTU im. N.E. Baumana. Ser. Radioelektronika. 2019. № 3. S. 46–54.
6. Andreev V.A., Kravchenko V.M. Informacionnye i izmeritel'nye sistemy. M.: Energoatomizdat, 2006. 316 s.
7. 10 Essential Spectral Analysis Tools Boosting Signal Detection. URL: <https://www.numberanalytics.com/blog/10-essential-spectral-analysis-tools> (data obrashcheniya: 20.08.2025).
8. Muhina I.A. Analiz metodov zashchity lokal'nyh vychislitel'nyh setej ot nesankcionirovannogo dostupa // Informacionnye tekhnologii i bezopasnost'. 2018. № 1 (15). S. 25–31.
9. Medium. Anomaly Detection in Time Series Using Statistical Analysis URL: <https://medium.com/booking-com-development/anomaly-detection-in-time-series-using-statistical-analysis-cc587b21d008> (data obrashcheniya: 29.08.2025).
10. D'yakov V.I. Elektricheskie cepi: uchebnik. M.: Forum, 2010. 540 s.
11. Analiz parametrov radiosignalov dlya identifikacii istochnikov URL: <https://doklady.bsuir.by/jour/article/view/2592> (data obrashcheniya: 09.09.2025).
12. Kuklin A.A., Kukushkin A.V. Radiotekhnicheskie izmereniya: ucheb. posobie. M.: Radio i svyaz', 2006. 284 s
13. Fedorov A.Yu. Identifikasiya i klassifikasiya ustrojstv v liniyah svyazi na osnove signal'nyh harakteristik // Elektrosvyaz'. 2022. № 5. S. 37–41.
14. Slovesnov N.A., Mirsatov S.F., Svetlichnyj V.V. Issledovanie metodov identifikacii oborudovaniya v sistemah zashchity informacii provodnyh setej svyazi // Informacionnaya bezopasnost' telekommunikacionnyh sistem. 2014. № 4. S. 53–60.
15. Grebenyuk A.A. Osnovy teorii pomekhoustojchivosti. M.: Goryachaya liniya Telekom, 2005. 265 s.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 09.10.2025; одобрена после рецензирования: 05.11.2025; принята к публикации: 07.11.2025

Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 09.10.2025; approved after review: 05.11.2025; accepted for publication: 07.11.2025

Сведения об авторах:

Васичкин Сергей Сергеевич, аспирант, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (193232, Санкт-Петербург, Большевиков пр., д. 22, корп. 1), e-mail: sergey_vasichkin@bk.ru

Information about authors:

Vasichkin Sergey S., graduate student of The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications (193232, Saint-Petersburg, Bolshevik ave., 22), e-mail: sergey_vasichkin@bk.ru