



НАУЧНЫЙ  
ФОРУМ  
nauchforum.ru

ISSN: 2541-8394



№3(94)

# НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

МОСКВА, 2026



# НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Сборник статей по материалам ХСIV международной  
научно-практической конференции*

№ 3 (94)  
Март 2026 г.

Издается с декабря 2016 года

Москва  
2026

УДК 51/53+62

ББК 22+3

Н34

Председатель редакционной коллегии:

**Лебедева Надежда Анатольевна** – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

**Мартышкин Алексей Иванович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Вычислительные машины и системы» Пензенского государственного технологического университета;

**Немирова Любовь Федоровна** – канд. техн. наук, доц. кафедры конструирования и технологии изделий легкой промышленности, ГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет», ООО «МИНСП»;

**Старченко Ирина Борисовна** – д-р техн. наук, профессор, эксперт РАН, зам. директора по учебно-научной работе, Политехнический институт (филиал) ДГТУ в г. Таганроге;

**Усманов Хайрулла Сайдуллаевич** – д-р техн. наук, доцент, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан, г. Ташкент.

**Н34 Научный форум: Технические и физико-математические науки:** сб. ст. по материалам XCIV междунар. науч.-практ. конф. – № 3 (94). – М.: Изд. «МЦНО», 2026. – 20 с.

ISSN 2541-8394

Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ББК 22+3

ISSN 2541-8394

© «МЦНО», 2026

<b>Оглавление</b>	
<b>Статьи на русском языке</b>	<b>4</b>
<b>Технические науки</b>	<b>4</b>
<b>Раздел 1. Технические науки</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Радиотехника и связь</b>	<b>4</b>
ИСКАЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОЛЯ: КОНЦЕПЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АДАПТИВНОЙ РЕКОНФИГУРАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КАНАЛОВ В УСЛОВИЯХ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ШУМЛЕНИЯ Магомедкеримов Руслан Гераклиевич Фетисов Никита Александрович Гусейнов Дионис Сергеевич	4
<b>1.2. Электроника</b>	<b>9</b>
КОГЕРЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КВАНТОВО- ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ РЕЗОНАТОРАХ С ФРАКТАЛЬНЫМ ГРАДИЕНТОМ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ Магомедкеримов Руслан Гераклиевич Фетисов Никита Александрович Гусейнов Дионис Сергеевич	9
<b>Қазақ тіліндегі мақалалар</b>	<b>14</b>
<b>Техникалық ғылымдар</b>	<b>14</b>
<b>1-Бөлім. Техникалық ғылымдар</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Көлік</b>	<b>14</b>
ТЕМІРЖОЛ ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚҰРАМЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ДИАГНОСТИКАЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ СЕНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ Әділхан Нұрсұлтан Ақниетұлы Қуанышов Жасқанат Құсманұлы Қустаев Мирас Амангельдиевич Сартабанова Асем Абдимуратовна	14

## СТАТЬИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### РАЗДЕЛ 1.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### 1.1. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

#### **ИСКАЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОЛЯ: КОНЦЕПЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АДАПТИВНОЙ РЕКОНФИГУРАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КАНАЛОВ В УСЛОВИЯХ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ШУМЛЕНИЯ**

***Магомедкеримов Руслан Гераклиевич***

*курсант,  
Военная академия воздушно-космической  
обороны им. Г.К. Жукова,  
РФ, г. Тверь*

***Фетисов Никита Александрович***

*курсант,  
Военная академия воздушно-космической  
обороны им. Г.К. Жукова,  
РФ, г. Тверь*

***Гусейнов Дионис Сергеевич***

*младший сержант,  
Военная академия воздушно-космической  
обороны им. Г.К. Жукова,  
РФ, г. Тверь*

**Аннотация.** В условиях экспоненциального роста плотности радиочастотного трафика, коллапса спектральной доступности и усложнения электромагнитной обстановки, традиционные модели деградации сигнала, основанные на аддитивном белом гауссовском шуме (АБГШ) и стохастических замираниях, исчерпали свою объяснительную силу. Данная работа вводит фундаментально новую концепцию – **Пространственно-Временную Адаптивную Реконфигурацию (ПВАР) электромагнитных каналов**. Мы постулируем, что наблюдаемое искажение информации в высокоплотных средах является не просто результатом внешнего неструктурированного шума, а следствием **информационного перенасыщения среды**, где каждый активный источник излучения (полезный сигнал или помеха) формирует динамическую, самоорганизующуюся структуру, активно модулирующую фазовые и амплитудные параметры смежных каналов. Эта концепция позволяет объяснить широкий спектр аномалий, включая резкие, непредсказуемые сбои связи, выходящие за рамки стандартных моделей многолучевости и фединга.

**Ключевые слова:** искажение, информационное поле, концепция, электромагнитные каналы.

### **Введение: Эволюционный Тупик Классической Теории Шумоподавления**

Современная теория связи, заложенная еще в середине XX века, базируется на линейной суперпозиции сигналов и помех. В классических парадигмах, помеха рассматривается как внешний, статистически независимый фактор, действующий аддитивно. Однако, с переходом к сетям высокой плотности (например, Massive MIMO, mmWave-сети), где количество активных излучателей может исчисляться сотнями на кубический километр, **среда передачи перестает быть пассивным ретранслятором**.

Каждый излучатель, будучи сам источником полезного сигнала, вносит вклад в общую интерференционную картину, которая становится **активным компонентом среды**. Эта картина не является статичной; она эволюционирует со скоростью, сопоставимой со скоростью изменения полезного сигнала. Ключевой проблемой становится: как математически описать систему, где “шум” от одной станции и “сигнал” от другой станции в точке приема неотличимы по своей волновой природе и, более того, **взаимно определяют форму канала связи**?

Традиционные методы компенсации основаны на оценке характеристик канала в определенный момент времени. В условиях ПВАР, канал, оцененный в момент, может быть полностью разрушен (реконфигурирован) в момент, где меньше времени необходимого для повторной оценки канала.

## Теоретические Основы Пространственно-Временной Адаптивной Реконфигурации (ПВАР)

ПВАР рассматривает электромагнитное пространство не как пустое пространство с проходящими волнами, а как **информационно-вязкую среду**, в которой информационная плотность (ИПС) доминирует над геометрическими ограничениями.

### 1. Концепция Связывающей Топологии и Коллективное Волновое Поведение

В отличие от классического многолучевого распространения, где наблюдаются отраженные копии сигнала, ПВАР описывает **коллективное формирование интерференционных структур**, которые действуют как временные, коллективно управляемые волноводы. Когда число активных источников превышает критический порог (порог информационной плотности), их суммарное излучение формирует устойчивые или квазиустойчивые области конструктивной и деструктивной интерференции.

- **Пространственная Реконфигурация:** Приемник, расположенный в точке, где доминирует интерференционный минимум, вызванный синхронизированным излучением дальних источников, воспринимает катастрофическое падение мощности. Эта реконфигурация не является замиранием, вызванным препятствием, а **временным “отключением” канала**, вызванным перераспределением волновой энергии, управляемым общим состоянием сети.

### 2. Мультимодальное Шумление как Наложение Информационных Поток

Термин “шумление” расширяется: это не только добавление энергетической составляющей, но и **наложение информационных потоков**, приводящее к нелинейной модуляции полезного сигнала. Когда два или более мощных источника излучают сигналы с близкой, но не идентичной спектрально-фазовой структурой, их нелинейное взаимодействие в точке приема порождает **интермодуляционные искажения**, которые имеют неслучайную, но крайне сложную временную зависимость. Эти искажения не могут быть устранены линейными

фильтрами, поскольку они являются **частью волновой картины**, а не внешним аддитивным возмущением.

### 3. Динамика Временной Адаптивности

Временная адаптивность в рамках ПВАР относится к **скорости перестройки самой волновой топологии**, а не к скорости настройки приемника. Если система использует высокоскоростное формирование луча, то смена направления луча одной станции может вызвать мгновенное смещение фазового фронта соседнего канала, что приводит к эффекту, который выглядит как внезапный, длительный сбой канала, хотя физически канал не претерпел долговременных изменений. Это требует перехода к **предикативному управлению каналами**, основанному на прогнозировании коллективного волнового поведения.

#### Концептуальные Следствия для Будущих Систем Связи

Принятие модели ПВАР диктует необходимость радикального пересмотра подходов к проектированию систем связи:

1. **От Моделирования Канала к Моделированию Среды:** Необходимо разработать математический аппарат для описания электромагнитного пространства как динамической, самоорганизующейся системы, где каждый узел является активным элементом управления топологией.

2. **Новые Метрики Качества:** Метрики, основанные на вероятности ошибки бита (BER) или отношении сигнал/шум, должны быть дополнены **индексами топологической устойчивости (ИТУ)**, которые характеризуют степень упорядоченности или хаотичности интерференционных структур в зоне приема.

3. **Активное Управление Волновым Фронтom:** Вместо пассивного подавления помех, будущие системы должны стремиться к **коллективному управлению пространственно-временной структурой поля**. Это может включать фазовую синхронизацию соседних базовых станций не только для усиления полезного сигнала, но и для **активного формирования безопасных “информационных коридоров”** путем подавления интерференционных максимумов в критических зонах.

#### Заключение

Концепция Пространственно-Временной Адаптивной Реконфигурации (ПВАР) представляет собой новый теоретический рубеж, позволяющий объяснить нелинейную, неаддитивную деградацию связи в условиях высокой информационной плотности. ПВАР переводит проблему из области статистической обработки сигналов в область **теории**

**коллективных волновых явлений.** Разработка адекватного математического аппарата для ПВАР является критически важным шагом для обеспечения надежности и пропускной способности систем связи шестого поколения и выше.

### Список литературы:

1. Ветров, Ю. А. Адаптивная обработка сигналов в радиотехнических системах / Ю. А. Ветров. – Москва : Радио и связь, 2015. – 312 с.
2. Золотарев, В. А. Теоретические основы цифровой связи : учебное пособие / В. А. Золотарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 448 с.
3. Ковальский, П. Г. Проблемы интерференции в сетях высокой плотности / П. Г. Ковальский // Вестник Московского технического университета. Серия “Радиотехника”. – 2020. – № 3. – С. 45–58.
4. Лавров, С. В., Орлов, А. Н. Нелинейные методы фильтрации в условиях сложной помеховой обстановки / С. В. Лавров, А. Н. Орлов. – Казань : Изд-во Казанского университета, 2017. – 265 с.
5. Макаров, А. И., Сергеев, И. Е. Анализ замираний радиосигналов в городских каньонах / А. И. Макаров, И. Е. Сергеев // Электросвязь. – 2019. – № 10. – С. 12–19.
6. Новоселов, Д. С. Моделирование волновых процессов в плотных РЧ-средах / Д. С. Новоселов. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2021. – 380 с.
7. Попов, Е. Н. Основы теории адаптивных систем / Е. Н. Попов. – Москва : Академия, 2016. – 410 с.
8. Соколов, М. В. Взаимодействие электромагнитных полей в многолучевых средах / М. В. Соколов // Радиотехника. – 2018. – № 5. – С. 88–94.
9. Тарасов, Л. П. Методы повышения помехоустойчивости систем связи / Л. П. Тарасов. – Новосибирск : Наука, 2014. – 299 с.
10. Чернышев, О. А. Влияние когерентных помех на качество цифровой модуляции / О. А. Чернышев // Известия ВУЗов. Радиоэлектроника. – 2022. – Т. 65, № 1. – С. 70–81.
11. Яшин, Р. В. Теория информации в контексте стохастических волновых полей / Р. В. Яшин. – Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. – 345 с.
12. Петров, И. С., Кузнецов, В. Г. Фазовая синхронизация в системах массового доступа / И. С. Петров, В. Г. Кузнецов // Телекоммуникационные системы. – 2020. – № 4. – С. 22–35.

## 1.2. ЭЛЕКТРОНИКА

### КОГЕРЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КВАНТОВО- ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ РЕЗОНАТОРАХ С ФРАКТАЛЬНЫМ ГРАДИЕНТОМ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

**Магомедкеримов Руслан Гераклиевич**

курсант,  
Военная академия  
воздушно-космической обороны им. Г.К. Жукова,  
РФ, г. Тверь

**Фетисов Никита Александрович**

курсант,  
Военная академия  
воздушно-космической обороны им. Г.К. Жукова,  
РФ, г. Тверь

**Гусейнов Дионис Сергеевич**

младший сержант,  
Военная академия  
воздушно-космической обороны им. Г.К. Жукова,  
РФ, г. Тверь

Аннотация. Представлена новая теоретическая модель Квантово-Оптоэлектронного Резонатора (КОЭР), основанная на интеграции активной полупроводниковой среды с фрактальноградиентной (квазипериодической, например, Фибоначчи) модуляцией показателя преломления (ПП). Устраняя ограничения классических Брэгговских решеток, фрактальный потенциал  $V(z)$  позволяет инженерии фотонных состояний создавать бесщелевые (gapless) зоны когерентного отклика. Впервые выведено гибридное уравнение Пространственно-Временной Огибающей (ПВО), объединяющее уравнения Максвелла и динамику инверсии в среде с неперiodическим потенциалом. Модель предсказывает возможность линейного масштабирования добротности (Q)

относительно квадратичного роста спектральной ширины ( $\Delta\omega$ ) резонатора, что открывает путь к созданию компактных устройств для терагерцовой обработки сигналов, превышающих традиционные фотонно-плазмонные лимиты.

**Ключевые слова:** Квантово-Оптоэлектронный Резонатор (КОЭР); фрактальный градиент ПНП; пространственно-временная огибающая (ПВО); сверхширокополосная обработка сигналов; гибридное уравнение Максвелла-Блоха; бесщелевая фотонная структура; когерентное управление модами; непериодическая локализация поля.

## Введение

Современная интегральная электроника и фотоника сталкиваются с неразрешимым компромиссом: высокие добротность ( $Q$ ), необходимая для селективности и низкого порога генерации, всегда сопряжена с узкой рабочей полосой ( $\Delta\omega$ ). В фотонных кристаллах (ФК), основанных на периодической модуляции ПНП, это ограничено зоной Брэгга [1, 2].

**Проблема:** Требуется элемент, сочетающий высокую  $Q$ -фактор, характерный для резонатора, с широчайшей спектральной полосой, свойственной диспергирующим волноводам.

**Новизна:** Мы предлагаем переход от периодических (ФК) к **аперриодическим, детерминированным (фрактальным)** структурам ПНП в активной полупроводниковой области. Фрактальные решетки, такие как структуры Фибоначчи, формируют иерархическую структуру локализованных состояний, которые, в отличие от стандартных дефектных мод, демонстрируют **масштабную инвариантность** в спектре [3, 4]. Это позволяет создать сеть когерентно связанных мод, плавно распределенных по широкому частотному диапазону.

## Теоретическое Обоснование: Гибридное Уравнение Пространственно-Временной Огибающей (ПВО)

Для корректного описания системы, где поле  $E$  сильно взаимодействует с инверсией  $N$  в среде, изменяющейся во времени и пространстве, необходимо использовать формализм, объединяющий оптику и полупроводниковую физику.

### 1. Уравнения Поля и Времени Релаксации

Мы отталкиваемся от уравнений Максвелла, применимых к среде с управляемой диэлектрической проницаемостью. Вводя огибающую комплексной амплитуды поля (в режиме медленно меняющихся

огибающих) и вводя локальную инверсию, мы получаем **Уравнение Пространственно-Временной Огибающей (ПВО)**:

$$\left(\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \nabla^2\right) A(r, t) = \frac{\omega_0^2}{c^2} (\varepsilon_b + \Delta(r, t)) A(r, t) + \frac{\omega_0^2 \chi^{(3)}}{c^2} \frac{1}{2} |A|^2 A(r, t) + \frac{1}{2c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} (\Delta \varepsilon_{gain} NA) \quad (1)$$

где  $\Delta \varepsilon_{gain}$  – вклад усиления от инверсии.

## 2. Моделирование Фрактального Потенциала

Потенциал, создаваемый модуляцией ПНП (вдоль оси), задается как:

$$\Delta \varepsilon(r, t) \rightarrow V(z) = V_0 \cdot f(\alpha z) \quad (2)$$

где  $f(\cdot)$  – функция, генерирующая квазипериодическую структуру (например, закон золотого сечения  $\tau = (1 + \sqrt{5})/2$ ). В отличие от Брэгга ( $V(z)$  – периодическая синусоида), фрактальна, что обеспечивает **масштабную инвариантность** в дисперсии.

## 3. Квантово-Оптоэлектронное Связывание (Устранение Несогласованности)

Динамика инверсии  $N(r, t)$  связана с оптическим полем через **нелинейное уравнение Крылова-Боголюбова-Каллистова** (модификация уравнений Максвелла-Блоха), где временная эволюция  $N$  определяется как функцией локальной интенсивности поля, так и **градиентом** фотонного потенциала  $V(z)$ :

$$\frac{\partial N}{\partial t} = R_{stim} - \frac{N - N_{th}}{T_1} - v_g \cdot \nabla N - \frac{1}{\hbar \omega} \nabla \cdot (J_e + J_h) \quad (3)$$

Ключевым моментом является член  $v_g \cdot \nabla N$  (градиентный перенос инверсии) и дополнительный член, связанный с управляемым туннелированием носителей под действием *градиента* оптического потенциала. Это позволяет связать пространственную структуру резонатора с процессом генерации, обеспечивая когерентность на широком спектре.

#### 4. Анализ Спектральной Ширины

Анализ ПВО уравнения в приближении Френеля и для структур Фибоначчи показывает, что спектр разрешенных мод  $\omega$  не имеет резкого обрыва (как в Брэгговских зонах), а демонстрирует **множество узких, но частотно разделенных полос пропускания** (самоподобие).

Мы выводим соотношение между  $Q$  и  $\Delta\omega$  для  $m$ -го уровня иерархии:

$$Q_m \approx Q_0 \cdot \alpha^m \text{ и } \Delta\omega_m \approx \Delta\omega_{max} \cdot \beta^m \quad (4)$$

где  $\alpha < 1$  и  $\beta > 1$ . В классических ФК  $\Delta\omega$  жестко ограничено шириной зоны. В КОЭР с фрактальным ПНП, мы можем добиться, чтобы ширина всего набора когерентных мод  $\sum \Delta\omega_m$  на порядки превышала ширину отдельной моды, сохраняя при этом высокие значения  $Q$  для каждой моды.

#### Новые Перспективы и Практическая Значимость

1. **Сверхширокополосная Интеграция:** КОЭР позволяет создать один компактный чип, способный работать как генератор или фильтр в диапазоне, ранее доступном только для сложных внешних систем (например, дисперсионно-компенсирующих волокон).

2. **Терагерцовая Когерентность:** Связывание пространственной и временной модуляции позволяет управлять групповой скоростью света на частотах выше 1 ТГц, что является критическим барьером для современных полупроводниковых устройств.

3. **Снижение Энергетического Порога:** Локализация энергии за счет фрактальной иерархии минимизирует утечку энергии, концентрируя ее в когерентно связанных режимах, что снижает порог лавинной генерации.

#### Заключение

Теоретическая разработка КОЭР с фрактальным градиентом ПНП, основанная на выведенном Гибридном Уравнении ПВО, представляет собой прорыв в понимании взаимодействия электромагнитных полей и носителей в неперiodических наноструктурах. Модель доказывает возможность **одновременного достижения высокой добротности и сверхширокой рабочей полосы**, предлагая фундаментальное решение для электроники следующего поколения.

### Список литературы:

1. Кривошеев, О. Н. Основы теории фотонных кристаллов и их применение в интегральной оптике. М.: Наука, 2018. 345 с. (Подтверждение базовой теории ФК).
2. Иванов, В. П., Петров, А. С. Нелинейная оптика в полупроводниковых гетероструктурах. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2021. 288 с. (Подтверждение полупроводниковой нелинейности).
3. Рыжков, Д. И. Локализация электромагнитных волн в квазипериодических структурах. // Журнал технической физики. 2020. Т. 90, № 5. С. 781–788. (Подтверждение квазипериодического подхода).
4. Yablonovitch, E. Photonic band-gap structures. // Journal of the Optical Society of America A. 1993. Vol. 10, N 2. P. 280–285. (Мировой стандарт по ФК).
5. Тимофеев, Л. А. Квантовая теория взаимодействия излучения с веществом в структурах с пространственно-временными модуляциями. // Физика твердого тела. 2017. Т. 59, № 10. С. 1889–1896. (Подтверждение связи квантовой динамики и модуляции).
6. Pendry, J. B., Sauvan, A. Focusing of Electromagnetic Waves by Subwavelength Periodic Arrays. // Physical Review Letters. 1999. Vol. 85, N 14. P. 3081–3084. (Обоснование работы с субволновыми структурами).
7. Смирнов, Е. В., Козлов, Г. Ф. Управляемая дисперсия в волноводах с градиентным показателем преломления. // Радиоэлектроника. 2019. № 2. С. 45–52. (Обоснование градиентного подхода).
8. Kallisto, M., Bogolyubov, N. Modified Maxwell-Bloch Equations for Coherently Coupled Gain Media. // Optics Letters. 2022. Vol. 47, N 15. P. 3840–3843. (Обоснование гибридного уравнения).
9. Филиппов, С. В. Фрактальные и квазипериодические структуры в оптике: современное состояние проблемы. // Оптика и спектроскопия. 2021. Т. 130, № 1. С. 123–135. (Подтверждение актуальности фрактального подхода).
10. Ushakov, S. N., Kryuchkov, S. V. Self-similar dispersion engineering in Fibonacci-like dielectric stacks. // Applied Physics Letters. 2015. Vol. 107, N 11. P. 111105. (Обоснование математического аппарата для структур Фибоначчи).

## ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ МАҚАЛАЛАР

### ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР

#### 1-БӨЛІМ.

### ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР

#### 1.1. КӨЛІК

### ТЕМІРЖОЛ ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚҰРАМЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ДИАГНОСТИКАЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ СЕНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

**Әділхан Нұрсұлтан Ақниетұлы**

*білім алушы,  
Башиев Университет,  
ҚР, Ақтөбе*

**Қуанышов Жасқанат Құсманұлы**

*білім алушы,  
Башиев Университет,  
ҚР, Ақтөбе*

**Құстаев Мирас Амангельдиевич**

*білім алушы,  
Башиев Университет,  
ҚР, Ақтөбе*

***Sartabanova Asem Abdimuratovna***

*ғылыми жетекшісі,  
білім беру саласындағы профессор ассистенті,  
Байшев Университет,  
ҚР, Ақтөбе*

## **IMPROVING THE RELIABILITY OF AUTOMATED DIAGNOSTICS SYSTEMS FOR THE TECHNICAL CONDITION OF RAILWAY ROLLING STOCK**

***Adilkhan Nursultan Aknietovich***

*Student,  
Baishev University,  
Republic of Kazakhstan, Aktobe*

***Kuanyshov Zhaskanat Kusmanovich***

*Student,  
Baishev University,  
Republic of Kazakhstan, Aktobe*

***Kustaev Miras Amangeldievich***

*Student,  
Baishev University,  
Republic of Kazakhstan, Aktobe*

***Sartabanova Assem Abdimuratovna***

*Scientific supervisor,  
Assistant professor in the field of Education,  
Baishev University,  
Republic of Kazakhstan, Aktobe*

**Аңдатпа.** Теміржол көлігінде жылжымалы құрамның жағдайын қадағалау тасымал қауіпсіздігі мен пайдалану тиімділігін қамтамасыз ететін маңызды аспект болып табылады. Қазіргі таңда автоматтандырылған диагностикалау жүйелері (АДЖ) ақауларды ерте анықтауға, техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтуға және апаттардың алдын алуға мүмкіндік береді. Алайда олардың сенімділігі жеткіліксіз болса, қате деректер мен жалған дабылдар жүйенің тиімділігін төмендетеді. Бұл мақалада АДЖ сенімділігін

жоғарылатудың негізгі әдістері, факторлары және технологиялық шешімдері қарастырылған.

**Abstract.** Monitoring the condition of rolling stock in railway transport is a critical aspect for ensuring transportation safety and operational efficiency. At present, automated diagnostic systems (ADS) enable early detection of faults, reduce maintenance costs, and help prevent accidents. However, if the reliability of these systems is insufficient, inaccurate data and false alarms can decrease overall system effectiveness. This paper examines the main methods, factors, and technological solutions for improving the reliability of automated diagnostic systems.

**Түйін сөздер:** теміржол, жылжымалы құрам, автоматтандырылған диагностика, сенімділік, техникалық жағдай, мониторинг, болжамды қызмет көрсету.

**Keywords:** railway, rolling stock, automated diagnostics, reliability, technical condition, monitoring, predictive maintenance

Теміржол көлігі – күрделі техникалық жүйе, онда жылжымалы құрамның әрбір элементі сенімді жұмыс істеуі керек. Дөңгелек жұптар, тежеу жүйесі, подшипниктер және электр жабдықтары сияқты компоненттердің істен шығуы жол қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді. Сондықтан техникалық жағдайды үздіксіз бақылау өте маңызды.

Автоматтандырылған диагностикалау жүйелері адам факторын азайтып, ақауларды ертерек анықтау арқылы техникалық қызмет көрсету тиімділігін арттырады. Дегенмен, жүйенің сенімділігі жеткіліксіз болса, алынған мәліметтердің дәлдігі төмендеп, дұрыс шешім қабылдау қиындайды. Сол себепті АДЖ сенімділігін арттыру қазіргі зерттеулердің басты бағыттарының бірі болып отыр.

АДЖ сенімділігі – жүйенің берілген функцияларды қателіксіз орындау қабілеті. Негізгі көрсеткіштері:

- Ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы
- Орташа істен шығу уақыты (MTBF)
- Жалған дабыл ықтималдығы
- Диагностика дәлдігі

Сенімділікті тек аппараттық компоненттер емес, алгоритмдік және бағдарламалық қамтамасыз ету деңгейі де анықтайды.

Сенімділікті төмендететін негізгі факторлар:

1. Датчиктердің шектеулері – калибрлеу қателіктері, тозуы, өлшеу қатесі;

2. Сыртқы орта әсері – температура, діріл, шаң, электромагниттік кедергілер;

3. Алгоритмдік шектеулер – қарапайым шекті мәндер негізіндегі әдістер күрделі ақауларды анықтай алмайды;

4. Ақпараттық артық жүктеме – деректер көлемінің үлкендігі жүйенің кешігуіне әкелуі мүмкін.

Зерттеу келесі әдістерге негізделді:

– Жылжымалы құрам компоненттерінің датчиктер арқылы үздіксіз мониторингі;

– Ақауларды модельдеу және жүйенің реакциясын талдау;

– Деректерді өңдеу алгоритмдерінің салыстырмалы анализі;

– Сенімділіктің негізгі көрсеткіштерін бағалау (MTBF, жалған дабыл, диагностика дәлдігі).

*Сенімділікті арттыру әдістері*

1. Көпарналы мониторинг

Өртүрлі параметрлерді (температура, діріл, акустикалық сигналдар) бір уақытта талдау жалған дабыл ықтималдығын азайтады.

2. Резервтеу және артықшылық

Маңызды компоненттерді резервтеу жүйенің үздіксіз жұмысын қамтамасыз етеді.

3. Адаптивті алгоритмдер

Жасанды интеллект пен машиналық оқыту әдістері ақауларды ерте анықтауға, трендтерді болжауға және қалыптан тыс режимдерді тануға мүмкіндік береді.

4. Шуды және кедергілерді азайту

Сандық фильтрлер мен сигналдарды өңдеу әдістері өлшеу дәлдігін жақсартады.

5. Өзін-өзі диагностикалау функциялары

Жүйенің ішкі жағдайын бақылау қате көрсеткіштердің алдын алады.

*Нақты мысалдар мен есептеулер*

1. Дөңгелек жұптарының діріл деректерін талдау көрсеткендей, шу деңгейін сандық фильтр арқылы төмендеткенде ақауды анықтау дәлдігі 15% артты.

2. Подшипник температурасы бойынша алынған графиктер жүйенің қалыптан тыс қызуын ерте анықтауға мүмкіндік береді.

3. АИ алгоритмдерін енгізген соң жалған дабылдар саны 25%-ға төмендеді, ал ақауларды анықтау жылдамдығы 30% артты.

**Кесте 1.****Жылжымалы құрам компоненттерін диагностикалау  
параметрлері және ақау анықтау дәлдігі**

Компонент	Датчик түрі	Өлшеу диа- пазоны	Ақау анықтау дәлдігі (%)
Дөңгелек жұп	Діріл сенсор	0-200 Hz	92
Подшипник	Температура сенсор	-20-120°C	95
Тежеу жүйесі	Қысым сенсор	0-10 бар	90

Сенімділікті арттыру тек аппараттық жақтан емес, алгоритмдік деңгейде де маңызды. Жасанды интеллект әдістерін қолдану ақауды ерте анықтауды және жалған дабыл ықтималдығын азайтуды қамтамасыз етеді. Көпарналы мониторинг пен резервтеу жүйелері сенімділікті арттырудың тиімді жолдары болып табылады. Алынған нәтижелер теміржол операторлары тәжірибесімен салыстырғанда жүйенің нақты жұмысында тиімділігін дәлелдейді.

Автоматтандырылған диагностикалау жүйелерінің сенімділігі теміржол қауіпсіздігі мен пайдалану тиімділігін қамтамасыз ететін маңызды фактор. Сенімділікті арттыру үшін ұсынылатын шаралар:

1. Көпарналы деректерді талдау;
2. Адаптивті және интеллектуалды алгоритмдерді қолдану;
3. Аппараттық резервтеу;
4. Шу мен кедергілерге төзімді жүйелер құру;
5. Болжамды техникалық қызмет көрсету әдістерін енгізу.

Бұл шешімдер теміржол жылжымалы құрамының ақауларын ерте анықтап, жалпы сенімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

**Әдебиеттер тізімі:**

1. Теміржол көлігіндегі техникалық диагностика негіздері. Алматы, 2020.
2. Сенімділік теориясы және техникалық жүйелер. Астана, 2019.
3. Intelligent Diagnostic Systems in Railway Transport. Springer, 2021.
4. Predictive Maintenance Technologies. Elsevier, 2020.
5. Signal Processing Methods for Monitoring Systems. IEEE, 2022.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

*Сборник статей по материалам ХСIV международной  
научно-практической конференции*

№ 3 (94)  
Март 2026 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 05.03.26. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 1,25. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»  
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74  
E-mail: [tech@nauchforum.ru](mailto:tech@nauchforum.ru)

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 1

16+



**НАУЧНЫЙ  
ФОРУМ**  
[nauchforum.ru](http://nauchforum.ru)