

**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИННОВАЦИОННОЙ КООРДИНАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

**Ибрагимова Гулшан Руслановна**

*PhD, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой железной дороги»,  
Ташкентский государственный транспортный университет*

**Абдувантова Мария Темур кизи**

*Магистрант кафедры «Управление эксплуатационной работой железной дороги»,  
Ташкентский государственный транспортный Университет*

**ИНФОРМАЦИЯ О  
СТАТЬЕ**

**АННОТАЦИЯ:**

**ИСТОРИЯ СТАТЬИ:**

*Received: 16.03.2026  
Revised: 17.03.2026  
Accepted: 18.03.2026*

**КЛЮЧЕВЫЕ  
СЛОВА:**

*транспортная система; безопасность транспортных систем; железнодорожный транспорт; мониторинг и диагностика; прогнозируемое техническое обслуживание; цифровизация транспорта; процессный.*

*В статье рассмотрены основные принципы инновационной координации в обеспечении безопасности транспортных систем. Уточнён категориальный аппарат транспортной отрасли и обосновано рассмотрение железнодорожного транспорта как сложной организационно-технической системы, безопасность которой определяется качеством взаимодействия её элементов. Показана необходимость перехода от планово-предупредительного обслуживания к технологиям обслуживания по состоянию и прогнозируемому техническому обслуживанию на основе цифровых подсистем мониторинга и диагностики. Предложено представление состояния объектов инфраструктуры в виде вектора параметров и использование методов анализа временных рядов для прогнозирования отказов и повышения эффективности эксплуатации транспортных систем.*

**Введение.** Любое научное исследование, особенно связанное с моделированием сложных организационно-технических объектов, должно начинаться с уточнения используемого категориального аппарата. Это необходимо для исключения многозначных трактовок, формирования единой терминологической базы и обеспечения корректности научных выводов.

В области транспорта данная проблема особенно актуальна, поскольку в научной и нормативной литературе понятия система, сеть, комплекс, мониторинг, диагностика,

безопасность часто используются как взаимозаменяемые, хотя фактически отражают различные стороны функционирования транспортных объектов.

Система представляет собой абстрактную сущность, обладающую границами и взаимодействующую с внешней средой. Из этого следует важный методологический вывод: сложная система не может быть полноценно исследована методом простой декомпозиции, поскольку её поведение определяется взаимодействием частей.

С учётом приведённых положений транспортная система определяется как совокупность взаимосвязанных технических, технологических, информационных и организационных элементов, обеспечивающих перемещение грузов и пассажиров с заданными параметрами безопасности и эффективности.

**Методы.** Для повышения эффективности производственной деятельности традиционно применяются различные технологии менеджмента: бережливое производство, «шесть сигм», Kaizen-технологии и др. Эти подходы применимы и к транспортным системам. В предыдущем разделе для этой цели был предложен процессный подход к организации транспортного производства [1, 2, 3, 4]. Дальнейшее развитие этой идеи связано с внедрением прогрессивных технологий технического обслуживания объектов транспортной инфраструктуры по прогнозируемому состоянию, основанных на цифровых подсистемах мониторинга и диагностики.

В настоящее время на транспорте преобладает планово-предупредительная система обслуживания. Моменты осмотров определяются заранее установленными интервалами, экспериментально подтверждёнными по показателям безопасности [5]. Недостаток данной технологии заключается в отсутствии учета фактического состояния оборудования, что приводит либо к избыточным затратам, либо к несвоевременному выявлению дефектов.

Для каждого объекта формируется признаковое пространство состояний, в котором он относится к одному из классов: «Р» – нормальное состояние; «ТО» – требуется обслуживание; «В» – требуется вывод из эксплуатации.

Объект характеризуется вектором состояния:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

где  $x_i$  – параметры отражающие свойства объекта.

Для унификации анализа параметры масштабируются:

$$x_i^* = \frac{x_i - \min(x_i)}{\max(x_i) - \min(x_i)} \quad (2)$$

$$x_i^* = \frac{\max(x_i) - x_i}{\max(x_i) - \min(x_i)} \quad (3)$$

После преобразования все признаки принимают значения в диапазоне [0;1].

Классификация состояния осуществляется методами распознавания образов по

эталонам и разделяющим границам [6]. Наиболее прогрессивной является технология обслуживания по прогнозируемому состоянию. Пример – система «Умный локомотив», способная выявлять более 60 типов нарушений и прогнозировать отказы оборудования [7]. Моделирование изменения состояния объекта выполняется по временным рядам признаков [8, 9].

К стационарным объектам относятся стрелочные переводы, компрессорные станции, устройства СЦБ и энергоснабжения [5].

Каждый параметр  $x_i$  делится на три зоны: рабочая  $(1-\alpha)$ , зона обслуживания  $(\alpha-\beta)$ , аварийная  $(\beta-0)$ .

Значения  $\alpha$  и  $\beta$  определяются эксплуатационным опытом [5].

По результатам наблюдений формируется временной ряд  $x_{it}$  и строится автокорреляционная модель:

$$x_{it} = \sum_{k=1}^n a_k x_{i(t-k)} \quad (4)$$

где коэффициенты  $a_k$  отражают инерционность состояния [8, 9].

Алгоритм прогнозирования включает такие элементы как разделение данных на обучающую и проверочную выборки, построение моделей, выбор наилучшей структуры, уточнение параметров, прогноз перехода в зоны «ТО» или «В». В результате определяется момент, до которого необходимо выполнить обслуживание.

**Выводы.** Проведённое исследование позволило уточнить категориальный аппарат транспортных систем и показать необходимость их рассмотрения как сложных организационно-технических структур, в которых безопасность определяется не только надёжностью отдельных устройств, но и уровнем технологического и информационного взаимодействия между элементами инфраструктуры, подвижного состава и систем управления. Установлено, что традиционная планово-предупредительная система технического обслуживания не обеспечивает требуемой эффективности в условиях роста интенсивности перевозочного процесса и усложнения транспортных технологий, что обуславливает необходимость перехода к современным цифровым подходам управления. Обосновано применение процессного подхода и внедрение подсистем мониторинга и интеллектуальной диагностики, позволяющих реализовать обслуживание по состоянию и прогнозируемое техническое обслуживание объектов транспортной инфраструктуры. Показано, что использование векторного описания состояния объектов и методов анализа временных рядов обеспечивает возможность раннего выявления дефектов, прогнозирования перехода оборудования в предаварийные состояния и своевременного назначения технического обслуживания. Реализация предложенных принципов инновационной координации способствует повышению надёжности функционирования транспортных систем, снижению эксплуатационных затрат и

повышению безопасности перевозочного процесса.

### **Список литературы**

1. Бочкарев, А.А. Теория и методология процессного подхода к моделированию и интегрированному планированию цепи поставок: специальность 08.00.05: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Бочкарев Андрей Александрович. – Санкт-Петербург, 2009. – 291 с.
2. Власов, А.С. Проблемы и практика реализации процессного подхода в управлении персоналом ОАО «Российские железные дороги» / А. С. Власов, Н. А. Латышева // Экономика, управление, финансы: материалы VIII Международной научной конференции. – Краснодар: Новация, 2018. – С. 130–133.
3. Елисеев, С.Ю. Процессный подход как основа повышения эффективности системы обслуживания грузовладельцев на железнодорожном транспорте / С. Ю. Елисеев, Е.С. Кулиева // Наука и техника транспорта. – 2017. – № 2. – С. 57–62.
4. Куренков, П.В. Задачи ситуационно-процессного управления сортировочной станцией / П. В. Куренков, М. А. Нехаев // Железнодорожный транспорт. – 2012. – № 4. – С. 29–31.
5. Лябах, Н.Н. Разработка интеллектуальной системы мониторинга технического состояния устройств и объектов сортировки составов и автомата советчика по их техническому обслуживанию / Н. Н. Лябах, Я. М. Гибнер // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование: труды Пятой научно-технической конференции с международным участием ИСУЖТ-2016, г. Москва, 17 ноября 2016 г. / НИИАС. – Москва, 2016. – С. 173–175.
6. Железнодорожный транспорт: на пути к интеллектуальному управлению: монография / С.Е. Адауров В.А. Гапанович, Н.Н. Лябах, А.Н. Шабельников. – Ростов-на-Дону : ЮНЦ РАН, 2010. – 8.
7. Берзин, А. Умный локомотив для цифровой дороги / А. Берзин. – Текст: электронный // Гудок. – 2007. – № 65. – URL: <https://www.gudok.ru/newspaper/?archive=2017.04.19> (дата обращения: 23.10.2021). 322 с.
8. Лябах, Н.Н. Техническая кибернетика на железнодорожном транспорте / Н. Н. Лябах, А.Н. Шабельников. – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2002. – 232 с.
9. Орлов, А.И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений / А.И. Орлов. – Москва: Март, 2005. – 496 с.