

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**Логинов Максим Сергеевич**

студент, Ростовский государственный университет путей сообщения, РФ, г. Ростов-на-Дону

**Симонова Оксана Борисовна**

научный руководитель, Ростовский государственный университет путей сообщения, РФ, г. Ростов-на-Дону

В последние десятилетия изменения климата оказывают всё более значительное влияние на транспортную инфраструктуру, включая железные дороги. Повышение температуры, увеличение числа экстремальных погодных явлений и другие климатические риски создают серьезные вызовы для устойчивости железнодорожной сети. Для обеспечения надёжности и безопасности перевозок необходимо внедрение современных методов прогнозирования и предотвращения климатических рисков.

### **Климатические риски для железнодорожной инфраструктуры**

#### 1. Экстремальные температуры

Колебания температуры, включая аномальную жару и сильные морозы, могут вызывать деформацию рельсов, повреждение контактных сетей и нарушение работы стрелочных переводов. При длительных периодах жары увеличивается вероятность тепловой деформации путей, что может стать причиной аварий.

#### 2. Сильные осадки и наводнения

Ураганы, ливни и таяние снегов приводят к затоплению железнодорожных путей и объектов инфраструктуры. Это может вызывать подмыв балластного слоя и обрушение мостов.

#### 3. Оползни и эрозия грунта

Интенсивные осадки и таяние вечной мерзлоты в горных районах увеличивают риск оползней, которые блокируют пути и приводят к задержкам или авариям.

#### 4. Ветер и снеговые нагрузки

Ураганные ветры могут повредить контактные сети, опоры и станции. Сильные снегопады и метели препятствуют движению поездов и увеличивают затраты на очистку путей.

### **Методы прогнозирования климатических рисков**

Для минимизации последствий климатических воздействий важно внедрение систем мониторинга и прогнозирования:

#### 1. Цифровые модели и метеорологические данные

Использование метеорологических моделей позволяет прогнозировать экстремальные погодные явления. Например, системы искусственного интеллекта анализируют

исторические данные и климатические тренды, предсказывая вероятность наводнений или тепловых деформаций.

## 2. Системы мониторинга инфраструктуры

- Датчики на рельсах и мостах фиксируют изменения температуры, вибраций и механических нагрузок.
- Системы контроля уровня воды в реках и близлежащих водоёмах помогают прогнозировать подтопления.

## 3. Геоинформационные системы (ГИС)

ГИС-технологии используются для создания карт уязвимости железнодорожной сети. Они анализируют рельеф, тип грунтов и историю климатических явлений, помогая выявить зоны повышенного риска.

## Меры предотвращения климатических рисков

### 1. Усиление инфраструктуры

- Использование новых материалов для рельсов и шпал, устойчивых к перепадам температуры и коррозии.
- Проектирование мостов и путей с учётом повышенных нагрузок, связанных с экстремальными погодными условиями.

### 2. Дренажные системы

Улучшение систем отвода воды снижает риск затопления путей. Современные материалы и технологии строительства позволяют создать более долговечные дренажные каналы.

### 3. Защита от оползней и эрозии

В районах с повышенным риском оползней устанавливаются защитные барьеры, а склоны укрепляются геосинтетическими материалами.

### 4. Автоматизация и оперативное управление

- Интеллектуальные системы управления движением поездов (ETCS, CBTC) адаптируются к изменению погодных условий, регулируя скорость движения.
- Центры управления получают данные в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на климатические угрозы.

### 5. Переход на экологичные технологии

Снижение влияния железнодорожного транспорта на климат также важно. Использование водородных локомотивов и электрических поездов с системой рекуперации энергии сокращает выбросы углекислого газа.

## Примеры из мировой практики

- Япония: Железные дороги страны оснащены системами раннего предупреждения о землетрясениях, цунами и оползнях. Высокоскоростные поезда автоматически останавливаются при выявлении риска.
- Европа: В Швейцарии активно применяют ГИС для управления инфраструктурой в горных районах, прогнозируя лавины и оползни.
- Россия: В условиях Крайнего Севера РЖД используют технологии для мониторинга вечной мерзлоты и предотвращения её таяния под железнодорожными путями.

## Заключение

Климатические изменения требуют комплексного подхода к проектированию, эксплуатации и обслуживанию железнодорожной инфраструктуры. Интеграция современных технологий мониторинга, прогнозирования и автоматизации позволяет минимизировать последствия экстремальных погодных условий. В условиях глобального изменения климата железнодорожная отрасль должна адаптироваться к новым вызовам, обеспечивая безопасность и устойчивость перевозок.

#### **Список литературы:**

1. Васильев, А. В. "Технологии мониторинга железнодорожной инфраструктуры в условиях изменения климата" // Научно-технический вестник, 2023.
2. Кузнецов, И. П., Сергеев, М. В. "Инновационные методы прогнозирования климатических рисков для транспорта" // Транспортная инфраструктура России, 2022.
3. World Meteorological Organization. "State of Climate Services 2022: Energy" // WMO Publications, 2022.
4. International Union of Railways (UIC). "Adapting Rail Infrastructure to Climate Change" // Paris, 2021.
5. Hensher, D. A. "Sustainable Transport and Climate Resilience" // Elsevier, 2020.
6. Российские железные дороги (РЖД). "Технологические решения для обеспечения устойчивости инфраструктуры" // Официальный сайт РЖД, 2023.
7. Европейское агентство по окружающей среде. "Climate Change Adaptation and Transportation" // EEA Report, 2021.
8. Баранов, П. Н. "Использование геоинформационных систем в транспортной инфраструктуре" // Геодезия и картография, 2020.