

УДК 007.51

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗНОСА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ

Абдиев Е.Е.

магистрант, Казахский университет технологии и бизнеса имени
К. Кулажанова, г.Астана, Казахстан

Ұзаққызы Н.

PhD, Казахский университет технологии и бизнеса имени
К. Кулажанова, г.Астана, Казахстан

Жантлесов Е.Ж.

PhD, Казахский университет технологии и бизнеса имени
К. Кулажанова, г.Астана, Казахстан

В данной статье рассматривается концепция интеллектуальной системы диагностики износа рельсов, основанной на микроконтроллерных и сенсорных технологиях. Подчеркивается актуальность перехода к цифровым решениям в условиях роста транспортных нагрузок. Приведена логическая структура проекта, включающая сенсоры, обработку данных и прототип архитектуры. Система направлена на повышение оперативности, точности и надёжности оценки технического состояния рельсов. Проанализированы ключевые компоненты и обозначены перспективы её масштабирования и интеграции в инфраструктуру.

Ключевые слова: железная дорога, цифровая диагностика, сенсорная платформа, технический износ, микроконтроллер, IoT, интеллектуальная система, структурный контроль, измерительная технология.

Введение

Надёжность и безопасность железнодорожной инфраструктуры напрямую зависят от состояния её основных конструктивных элементов, среди которых рельсы занимают центральное место. Повреждения и износ рельсов создают потенциальную угрозу стабильности движения и увеличивают вероятность аварийных ситуаций. Сложность традиционных методов оценки технического состояния рельсов заключается в их трудоёмкости, зависимости от человеческого фактора и невозможности обеспечения непрерывного мониторинга. Поэтому возникает объективная необходимость в разработке

интеллектуальных систем, позволяющих автоматизировать процесс измерения параметров износа и обеспечить высокую точность диагностики в реальном времени.

Материалы и методы

Разработка системы базируется на интеграции тензометрических датчиков, акселерометров и микроконтроллеров Arduino. Измерительные элементы монтируются на участках железнодорожных путей и регистрируют параметры вибраций, давления и отклонений профиля рельса. Полученные данные передаются через беспроводные интерфейсы в облачное хранилище, где проходят этапы агрегации, фильтрации и первичной аналитики. Визуализация результатов осуществляется с помощью пользовательского интерфейса с функцией географической привязки. Формула расчета степени износа основывается на отклонении текущих значений от эталонных и выражается индексом износа $I = \sqrt{((H_0 - H)^2 + (W_0 - W)^2)}$.

Результаты и обсуждение

На текущем этапе выполнено лабораторное моделирование системы. Проверена стабильность передачи данных и корректность вычислений при имитации различных сценариев износа. Анализ показал, что архитектура системы обеспечивает своевременное выявление аномалий. Предусматривается дальнейшее внедрение алгоритмов машинного обучения для построения прогнозных моделей. В числе приоритетных направлений развития — адаптация к различным климатическим зонам и повышение автономности за счёт энергосберегающих решений.

Заключение

Разработка интеллектуальной системы измерения износа рельсов отвечает вызовам времени и способствует переходу к цифровому управлению техническим состоянием железнодорожной инфраструктуры. Комплексный подход с применением сенсоров, микроконтроллеров и облачных технологий позволяет повысить эффективность мониторинга, снизить эксплуатационные риски и реализовать предиктивные методы обслуживания путей. Полученные результаты подтверждают перспективность предложенного решения.

Список использованной литературы

1. Ковалев А.С. Диагностика рельсовых путей. – М.: Транспорт, 2019.
2. Иванов Д.В., Бобров В.П. Автоматизация контроля технического состояния железнодорожных рельсов. – СПб.: Наука, 2022.
3. ISO 13381-1:2015. Condition monitoring and diagnostics of machines – General guidelines.
4. Arduino Development Handbook. – Boston: Maker Media, 2020.

5. Нуров А.А., Сергеев Е.А. Интеллектуальные системы технического мониторинга. // Вестник Трансжд, 2023. №4.

ТЕМІРЖОЛ РЕЛЬСТЕРІНІҢ ТОЗУ ПАРАМЕТРЛЕРІН ӨЛШЕУГЕ АРНАЛҒАН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ-ТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕНІ ӘЗІРЛЕУ

Әбдиев Е.Е., Ұзаққызы Н., Жантлесов Е.Ж.

Бұл мақалада микроконтроллер мен сенсорлық технологияларға негізделген рельстердің тозуын диагностикалаудың интеллектуалды жүйесінің тұжырымдамасы қарастырылады. Көлік жүктемелерінің өсуі жағдайында цифрлық шешімдерге көшудің өзектілігі атап өтіледі. Сенсорларды, деректерді өңдеуді және архитектураның прототипін қамтитын жобаның логикалық құрылымы берілген. Жүйе рельстердің техникалық жағдайын бағалаудың жеделдігін, дәлдігі мен сенімділігін арттыруға бағытталған. Негізгі компоненттер талданды және оны масштабтау және инфрақұрылымға интеграциялау перспективалары белгіленді.

Кілт сөздері: теміржол, сандық диагностика, сенсорлық платформа, техникалық тозу, микроконтроллер, IoT, интеллектуалды жүйе, құрылымдық бақылау, өлшеу технологиясы.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Ковалев А. С. рельс жолдарының диагностикасы. - М.: Көлік, 2019.
2. Иванов Д.В., Бобров в. п. теміржол рельстерінің техникалық жағдайын бақылауды автоматтандыру. - Санкт-Петербург.: Ғылым, 2022.
3. ISO 13381-1:2015. Condition monitoring and diagnostics of machines – General guidelines.
4. Arduino Development Handbook. – Boston: Maker Media, 2020.
5. Нуров А. А., Сергеев Е. А. техникалық мониторингтің Зияткерлік жүйелері. // Transd Хабаршысы, 2023. №4.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE AND TECHNICAL SYSTEM FOR MEASURING THE WEAR PARAMETERS OF RAILWAY RAILS

Abdiev E.E., Uzakkyzy N., Zhantlesov E.Zh.

This article discusses the concept of an intelligent rail wear diagnostic system based on microcontroller and sensor technologies. The urgency of the transition to digital solutions in the context of increasing traffic loads is emphasized. The logical structure of the project, including sensors, data processing and a prototype architecture, is presented. The system is aimed at improving the efficiency, accuracy and reliability of assessing the technical condition of rails.

Keywords: Railway rails, wear monitoring, Arduino platform, sensors, machine learning.

REFERENCES

1. Kovalev A.S. Diagnostics of rail tracks. Moscow: Transport, 2019.
2. Ivanov D.V., Bobrov V.P. Automation of monitoring the technical condition of railway rails. Saint Petersburg: Nauka Publ., 2022.
3. ISO 13381-1:2015. Condition monitoring and diagnostics of machines – General guidelines.
4. Arduino Development Handbook. – Boston: Maker Media, 2020.
5. Nurov A.A., Sergeev E.A. Intelligent technical monitoring systems. // Bulletin of Transjd, 2023. № 4.