

УДК 656.222

К.С. Изосимова, А.Д. Доможирова

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЧАСТКЕ

Аннотация. Абсолютная или частичная потеря работоспособности системы или ее элементов, а кроме того расхождение рабочих характеристик системы с условиями нормативных документов, представляют собой отказ в технике. В наше время известны разнообразные классификации отказов технических систем. В статье рассмотрено понятие отказа, виды отказов, система КАСАНТ, учитывающая и анализирующая возникновения технических сбоев. Авторами приведена статистика отказов по участку, включающему семь перегонов, ее анализ. На основе представленных данных с помощью программного пакета STATISTICA построена нейронная сеть. Описана структура полученной нейросети и приведен главный показатель эффективности ее работы – производительность, составившая 0,653.

Ключевые слова: отказы, технические отказы, система КАСАНТ, анализ отказов, нормирование, нейронная сеть.

K.S. Izosimova, A.D. Domojirova

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

FORECASTING THE OCCURRENCE OF TECHNICAL FAILURES ON THE RAILWAY SECTION

Abstract. The absolute or partial loss of the system or its elements operability, as well as the discrepancy between the performance of the system and the conditions of regulatory documents, is a failure in technology. Nowadays, various classifications of failures of technical systems are known. The article considers the concept of failure, types of failures, the KASANT system, which takes into account and analyzes the occurrence of technical failures. The authors provide statistics of failures for the section, which includes seven hauls, and its analysis. Based on the presented data, a neural network was built using the STATISTICA software package. The structure of the resulting neural network is described and the main indicator of the effectiveness of its work is given - productivity, which amounted to 0.653.

Keywords: failures, technical failures, KASANT system, failure analysis, rationing, neural network.

Введение

Безопасность движения поездов различных категорий служит главным элементом эффективности перевозочного процесса. Отказы технических устройств могут послужить причиной нарушения безопасности движения поездов, создавая угрозу для жизни и здоровья пассажиров, появляются высокие расходы, связанные с задержками и возобновлением движения поездов. Увеличение количества отказов связано с несвоевременным ремонтом технических средств, который приводит к снижению надежности и становится причиной возникновения отказа. С целью обеспечения безопасности движения поездов и увеличения рентабельности перевозок следует устранить возникновения отказов в работе технических систем или минимизировать последствия, к которым они могут привести [1].

Под отказом технических средств понимается выход из строя устройства и невозможность в данный момент выполнить им свое функциональное предназначение частично или в целом. Существует несколько видов отказов: полные, частичные, независимые, зависимые, производственные, конструкционные, деградационные. Полным отказом является отказ, после появления которого применение объекта, согласно предназначению, невозможно до возобновления его работоспособности или замены. Частичный отказ – это отказ, при котором применение объекта по назначению возможно, но при этом значение некоторых параметров выходят за предельные нормы. Также существует внезапный отказ. Он является скачкообразным с неожиданным изменением основных параметров системы. Производственные отказы – отказы, которые появляются из-за нарушения или недоработки

технологического процесса при изготовлении или восстановлении объекта. Описанные виды отказов возможно увидеть в результате производства, а также при ремонте технических средств. Конструкционные отказы появляются из-за ошибок, возникающих в период формирования проектов технических средств и транспортных систем. Впоследствии все это приводит к задержкам поездов, угрозе безопасности движения, эксплуатационным и экономическим расходам [2, 3].

В работе железнодорожных станций, участков наблюдаются так называемые сбои в работе – самоустраняющиеся отказы, вызываемые при нарушении технологии, что приводит к временной утрате работоспособности. В том числе, это задержки отправления поездов и задержки на подходах, вызванные некорректными действиями работников [4, 5].

Целью нашей работы является прогнозирование количества отказов, которые могут возникнуть на участке, содержащем семь перегонов.

Анализ данных возникновения отказов

Анализ изменения величины отказов технических средств по предприятию железнодорожного транспорта на перегонах и участке возможно провести, основываясь на данные представленные на рисунках 1 и 2:

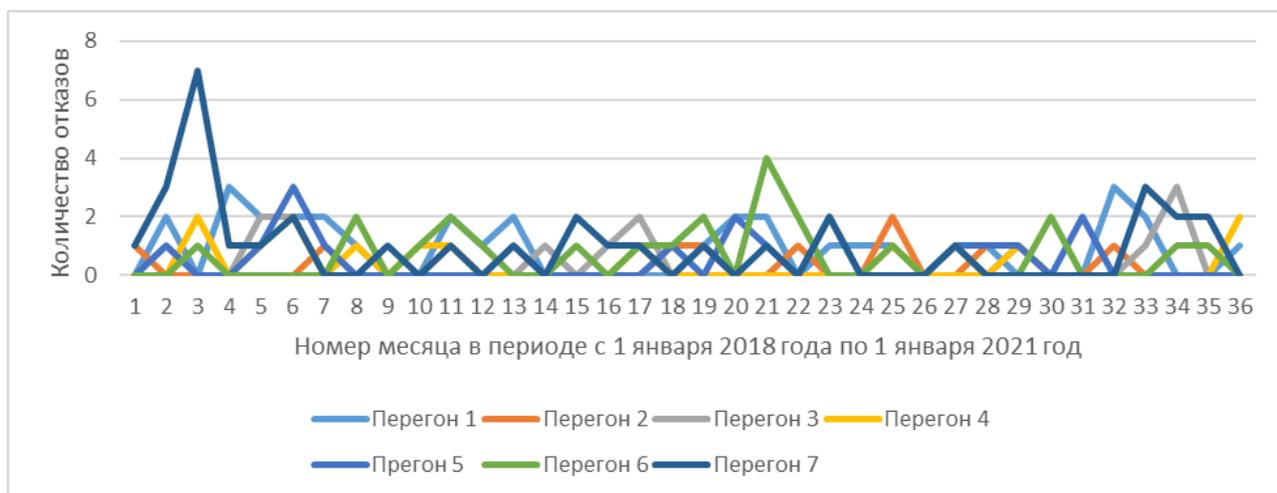


Рис. 1 – Количество колебаний отказов по перегонам 1-7

По данному рисунку возможно отметить, что на седьмом перегоне в 2018 году в течение третьего месяца возникло самое большое количество отказов. Перегоны, в пределах которых происходили сбои с наибольшей частотой имеют номера: 1, 5, 6, 7. Следует также отметить тенденцию возрастания числа отказов в 2021 году по сравнению с 2019 и 2020 годами.



Рис. 2 – Колебания количества отказов на участке

По рисунку 2 можно сделать вывод о наличии положительной динамики снижения числа отказов на железнодорожном участке. Если сравнивать 2018 г. с 2021 г. можно отметить, как происходит уменьшение общего числа сбоев до 5. Но в 2019 году происходит скачок количества отказов в 33 и 34 месяцах.

На сегодняшний день в ОАО «РЖД», имеется и используется комплексная высокоавтоматизированная структура учета, контроля исключения отказов технических средств и анализа их сохранности (КАСАНТ). За 2018-2021г. данная структура позволила постепенно перейти на структуру учета и анализа отказов в работе промышленных средств. Система КАСАНТ, благодаря надежному, быстрому сбору и передаче информации, способствует проведению исследований работы технических средств. С помощью информационной базы КАСАНТ возможно проанализировать статистику возникновения отказов для разработки мероприятий, направленных на сокращение количества сбоев и уменьшения отрицательных последствий в работе железнодорожного транспорта.

Прогнозирование количества отказов

Для прогнозирования выбран метод искусственной нейронной сети. Нейронная сеть — это способ в искусственном интеллекте, который обучает систему перерабатывать данные таким же методом, как и человеческий мозг. Данный вид машинного обучения является глубоким обучением, который применяет взаимозависимые узлы либо нейроны. Нейроны имеют такой порог, что сигнал отправится только, если совокупный сигнал переходит этот порог. Данный метод выбран по простой причине того, что в разработке нейросети имеется широкая сфера — машинное обучение. Именно она исследует способы построения алгоритмов, способных без помощи других обучаться. Это необходимо, если не имеется точного решения какой-либо задачи.

Прогноз возникновения отказов на исследуемом участке построен искусственной нейронной сетью с помощью программного пакета STATISTICA. Данный инструмент является достаточно доступным и удобным для построения прогноза. В качестве входной информации использовался временной ряд числа отказов, представленный на рисунке 2. Скрытый и выходной слой нейросети получены автоматически. Таким образом построенная нейронная сеть в итоговых данных STATISTICA получила наименование MLP 3-2-1. Из чего можно сделать вывод об ее структуре: входной слой состоит из трех нейронов, скрытый – двух, выходной – одного. Архитектура нейросети MLP 3-2-1 представлена на рисунке 3:

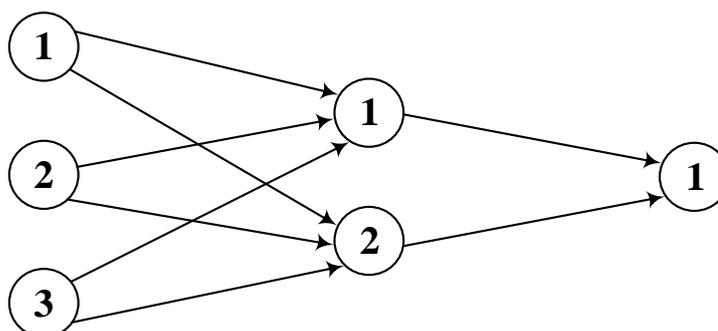


Рис. 3 – Архитектура нейросети MLP 3-2-1

Заключение

Производительность нейросети MLP 3-2-1 составила – 0,653, что отражает вероятность совпадения фактических значений с полученными искусственно на 65%. Такой невысокий показатель свидетельствует о сложности в предугадываемости сбоев в работе технических средств. Возникновение отказов трудно предсказуемо что и подтвердило построение нейронной сети и ее низкая производительность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зуева Л.Д., Пилан Е.М. Анализ отказов технических средств контроля и управления в сложно структурированной транспортной системе // Актуальные исследования. 2021. №2 (29). С. 14-16.
2. Доможирова А. Д., Упырь Р. Ю. О влиянии задержек маршрутных поездов на восстановление графика движения поездов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2021. – №. 4 (72). – С. 161-168.
3. Пигунов В.В. Надежность подвижного состава железнодорожного транспорта / М-во транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2016. – С.8-11.
4. Косенко С.А., Акимов С.С. Причины отказов элементов железнодорожного пути на полигоне Западно-Сибирской железной дороги.// Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 3 (42). – С. 26-30.
5. Громышова С.С. Эксплуатация устройств многофункционального комплекса технических средств в сложно структурированных транспортных системах как фактор обеспечения безопасности движения поездов и надежности работы. Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2019.№4(64). С. 167–173.
6. Доможирова А. Д., Упырь Р. Ю. Моделирование устойчивого состояния системы курсирования кольцевых маршрутных поездов //Железная дорога: путь в будущее. – 2022. – С. 305-308.

REFERENCES

1. Zueva L.D., Pilan E.M. Analysis of failures of technical means of control and management in a complex structured transport system // Actual research. 2021. No.2 (29). pp. 14-16.
2. Domojirova A.D., Upyr R. Yu. On the impact of block train delays on the restoration of train schedules // Modern technologies. System analysis. Modeling. – 2021. – №. 4 (72). – pp. 161-168.
3. Pigunov V.V. Reliability of rolling stock of railway transport / M-vo transport and communications Rep. Belarus. State University transp. – Gomel: BelGUT, 2016. – pp.8-11.
4. Kosenko S.A., Akimov S.S. Reasons for failures of railway track elements at the West Siberian Railway landfill.// Bulletin of the Siberian State Railway University. – 2017. – № 3 (42). – pp. 26-30.
5. Gromyshova S.S. Operation of devices of a multifunctional complex of technical means in complexly structured transport systems as a factor in ensuring the safety of train traffic and reliability of operation. Modern technologies. System analysis. Modeling. 2019.No.4(64). pp. 167-173.
6. Domojirova A.D., Upyr R. Yu. Modeling of the stable state of the ring route train running system //Railway: the way to the future. – 2022. – pp. 305-308.

Информация об авторах

Изосимова Кристина Станиславовна – обучающаяся группы ЭЖД.3-19-1, факультет «Управление на транспорте и информационные технологии», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kristysha_i@mail.ru

Доможирова Алена Дмитриевна – старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: domojirova.a@gmail.com

Information about the authors

Izosimova Kristina Stanislavovna – student, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: kristysha_i@mail.ru

Domojirova Alena Dmitrievna – senior lecturer of the department "Operational Work Management", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: domojirova.a@gmail.com