ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
КРАСНОЯРСКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА – ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

INTERESSENGEMEINSCHAFT DER DEUTSCHEN AUS RUSSLAND IN HESSEN GGMBH

JUGEND- UND STUDENTENRING DER DEUTSCHEN AUS RUSSLAND E.V. (JSDR E. V.)

МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА

Труды XXV Международной студенческой научно-практической конференции (г. Красноярск, 22. 04 – 24. 04. 2021 г.)

ТОМ 5

Секция «Инфраструктура железных дорог»

Красноярск
КрИЖТ ИрГУПС
2021

УДК 001 : 37
М 76
Молодежная наука : труды XXVI Международной научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 22.04. – 24.04. 2021 г.). Т. 5 : «Инфраструктура железных дорог» / редкол. : В.С. Ратушняк (отв. ред.) [и др.] ; КрИЖТ ИрГУПС. – Красноярск: КрИЖТ ИрГУПС, 2021. – 135 с.

Настоящая публикация является сборником трудов международной научно-практической конференции, прошедшей в г. Красноярск 22-24 апреля 2021 года. Организаторами конференции выступили Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения, Белорусский государственный технологический университет, Interessengemeinschaft der Deutschen aus Russland in Hessen gGmbH, Jugend- und Studentenring der Deutschen aus Russland e.V, ., при поддержке ООО ИЦ «ИСКРА».

В 7-й том сборника вошло 33 доклада секции «Инфраструктура железных дорог».

При использовании настоящего материала ссылки на сборник обязательны. Название программных продуктов, изделий, фирм и др., встречающиеся в тексте, являются зарегистрированными товарными знаками соответствующих производителей.

Редакционная коллегия:

В.С. Ратушняк (отв. ред.), канд. техн. наук.; О.В. Колмаков, канд. техн. наук, доцент; Ж.М. Мороз, канд. физ.- мат. наук, доцент; В.О. Колмаков, канд. техн. наук, доцент; Е.М. Лыткина, канд. техн. наук; Р.Н. Галиахметов, канд. философ. наук; Н.Г. Чистова, д-р техн. наук, Д.В. Зиновьев, канд. пед. наук, О.Ю. Дягель, канд. эконом. наук, Н.В. Фадеева, канд. техн. наук.

E-mail: krigt@krsk.irgups.ru

Тел. (391) 248-16-44, 243-73-06

ISBN *978-5-903293-66-7 (общ.)*
978-5-903293-71-1 (Т. 5)

© *Красноярский институт железнодорожного транспорта, 2021*

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Инфраструктура железных дорог» 7
БИЗНЕС – ИНТЕЛЛЕКТ. МОДЕЛИ ГИБРИДНОГО КОРПОРАТИВНОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ 7
Д.В. Аксенова 7
Научный руководитель: А.А. Уланов 7
СИСТЕМА ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ 10
Р. М. Аминев 10
Научный руководитель: М.В. Охотников 10
НЕГОДНОСТЬ ШПАЛ И СКРЕПЛЕНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЬНОГО УКЛОНА 14
Д.В. Артамонов 14
Научный руководитель: П.С. Труханов 14
СТАБИЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУЗОВОЙ СТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПУТЯМИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ 18
С. А. Бричеев, И. С. Гаврин 18
Научный руководитель: С. В. Богданович 18
ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ 20 ФУТОВЫХ КОНТЕЙНЕРОВ НА ГРУЗОВОМ ТЕРМИНАЛЕ 22
С. А. Бирюкова 22
Научный руководитель: В.А. Курочкин 22
АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОТКАЗОВ РЕЛЬСОВ НА Т ДИСТАНЦИИ ПУТИ 25
К.Д. Бобров 25
Научный руководитель: С.А. Косенко 25
СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА 31
В.Е. Бочаров, Н.А. Дунаев 31
Научный руководитель: В.М. Груманс 31
МАТЕМАТИКА, КАК ОСНОВНОЙ ЯЗЫК ТЕХНИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН 35
Н.В. Войновский, ... 35
Научный руководитель: Н.М. Ничкова 35

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМ ЭЛЕКТРОВОЗА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА СЕРИИ 2ЭС5К В РЕЖИМЕ ТЯГИ В РАСЧЕТЕ НА ОДНУ ТЕЛЕЖКУ 38
Д.А. Тихонов 38
Научный руководитель: Т.В. Волчек 38
ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПЕРЕД ОТСЫПКОЙ ВТОРОГО ПУТИ НА ПЕРЕГОНЕ ТУЮН-СТЛАНИК ВОСТОЧНОГО ПОЛИГОНА ДВЖД 43
А. И. Галишникова 43
Научный руководитель: С. М. Жданова 43
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УСКОРЕННЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК 46
А.Э. Дидович, М.А. Слепов, Д.А. Квашенинник 46
Научный руководитель: В.Ф. Долгова 46
СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ КУРСИРОВАНИЯ КОЛЬЦЕВЫХ МАРШРУТНЫХ ПОЕЗДОВ 50
А. Д. Доможирова 50
Научный руководитель: Р. Ю. Упырь 50
ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЭЛЛИПСА ПО ЭКСПЕРИМЕЗНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ 53
А.С. Дробязко, Д.А. Куров 53
АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОТКАЗОВ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ НА А ДИСТАНЦИИ ПУТИ 58
А.А. Ефимов[1], И.К. Соколовский[2] 58
Научный руководитель: С.А. Косенко 58
ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ 40 ФУТОВЫХ КОНТЕЙНЕРОВ НА ГРУЗОВОМ ТЕРМИНАЛЕ 63
В. С. Кабанцев 63
Научный руководитель: В. А. Курочкин 63
ORGANIZATION WORK OF A PORT. MULTIMODAL TRANSPORTATION . 67
M.A. Krutykh, A.A. Petrosyan 67
Research advisers: I.N. Pisareva[1], I.S.Volegzhanina[2] 67
УКЛАДЧИК БЕССТЫКОВОГО ПУТИ 70
Р.А. Курочкин 70
Научный руководитель: В.А. Курочкин 70

ПРИБОРЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО КОНТРОЛЯ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ 74
С.В. Ломасов 74
Научный руководитель: В.С. Рябков 74
ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ 78
Н.А. Мещеряков, К.В. Якуничева 78
Научный руководитель: В.Ф.Долгова 78
ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ НА И. ДИСТАНЦИИ 83
Ю.В. Музыченко 83
Научный руководитель: П.С. Труханов 83
ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА ПРОИЗВОДСТВО ПУТЕВЫХ РАБОТ, РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ НОРМАТИВНЫМИ ДОКУМЕНТАМИ 87
Н.А. Насонова 87
Научный руководитель: С.М. Жданова 87
ОТВОД ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД У НАСЫПЕЙ И ВЫЕМОК. СОВРЕМЕННОЕ ВОДООТВЕДЕНИЕ 91
Е.Ю. Нуцкова 91
Научный руководитель: И.Г. Хорошайлова 91
ИНФРАСТРУКТУРА ИЧ ИВАНОВО 95
И.В. Петушкова 95
Научный руководитель: Л.И. Зеленская 95
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ 100
Д.С. Поляков 100
Научный руководитель: Л.В. Горбенко 100
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЖАРА С ПЕРЕМЕННОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ И СКОРОСТЬЮ 103
Д. А. Пятков, В.В. Спирюхов 103
Научный руководитель: В.М. Груманс 103
ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СТРЕЛОЧНОГО ХОЗЯЙСТВА ДИСТАНЦИИ ПУТИ НОВОСИБИРСКОГО РЕГИОНА ИНФРАСТРУКТУРЫ 107
Д.В. Река 107
Научный руководитель: С.С. Акимов 107

АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ УСИЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА УЧАСТКЕ ПРОТАИВАЮЩИХ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ (КМ 693 – КМ 695) «АО «АК ЖДЯ»» 111
К. С. Рубцов 111
Научный руководитель: С.М. Жданова 111
СИСТЕМА ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ 115
С.А. Рыжаков 115
Научный руководитель: Ж.М. Мороз[1], А.И. Васекин[2] 115
ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ 119
И.А. Финашин, М.Д. Чупров 119
Научный руководитель: В.М. Груманс 119
ОЦЕНКА ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ 123
С.М. Шпиц 123
Научный руководитель: П.С. Труханов 123
Анализ возможности использования рельсовых автобусов в системе «лёгкий Аэроэкспресс» для связи г. Новосибирска с аэропортом «Толмачево» 127
П.Е. Юрданова 127
Научный руководитель: С.В Карасёв 127

СЕКЦИЯ «ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»

"RAILWAY INFRASTRUCTURE" SECTION

УДК 656.259 **ГРНТИ 73.29.81**

БИЗНЕС – ИНТЕЛЛЕКТ. МОДЕЛИ ГИБРИДНОГО КОРПОРАТИВНОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Д.В. Аксенова
студент факультета «Бизнес-информатика» 09.03.03, СГУПС, г. Новосибирск
Научный руководитель: А.А. Уланов
кандидат технических наук, доцент, СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. *Настоящая статья посвящена использованию гибридных интеллектуальных систем в проектах цифровой железной дороги. Железнодорожные перевозки стали областью, в которой производительность все больше зависит от имеющейся способности извлекать информацию из сложных наборов данных, а также принимать оптимальные решения в режиме реального времени. В качестве примера в работе рассматривается программный комплекс «ЖД-Интеллект», отмечается большая роль искусственного интеллекта и систем на базе машинного обучения. Как фактор повышения безопасности и эффективности перевозочной деятельности анализируется подход к сбору и хранению данных, а также рассматривается интеграция технологических инноваций во всех областях деятельности.*

Ключевые слова: *интеллект, железная дорога, транспортировка, гибридные интеллектуальные системы, инновации, технологии, интеграция.*

BUSINESS INTELLIGENCE. MODELS OF HYBRID CORPORATE INTELLIGENCE ON THE RAILWAY

D.V. Aksenova
Student of the Faculty of Business Informatics, STU, Novosibirsk

Scientific Supervisor: Ulanov A. A.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, STU, Novosibirsk

Annotation. *This article is devoted to the use of hybrid intelligent systems in digital railway projects. Rail transport has become an area where productivity is increasingly dependent on the available ability to extract information from complex data sets, as well as make optimal decisions in real time. As an example, the paper considers the software package "RAILWAY-Intelligence", and notes the great role of artificial intelligence and systems based on machine learning. The approach to data collection and storage is analyzed as a factor for improving the safety and efficiency of transportation activities, as well as the integration of technological innovations in all areas of activity.*

Keywords: *intelligence, railway, transportation, hybrid intelligent systems, innovations, technologies, integration.*

Вся история человечества – это история новых открытий. За счет достижений в области искусственного интеллекта создано огромное количество научных разработок, которые существенно упрощают жизнь людей и являются ее неотъемлемой частью.

В последние годы интенсивно развиваются гибридные интеллектуальные системы, которые позволяют использовать преимущества общепринятых средств и методов искусственного интеллекта. Данный вид интеллектуальных систем способен справляться с некоторыми своими недочетами и вычислять задачи, наподдаваемые отдельным методам искусственного интеллекта.

Гибридные интеллектуальные системы применимы во всех сферах жизнедеятельности человека. Они являются залогом эффективной и успешной работы в таких областях как: медицина, банковское дело и т.д. Стоит отметить, что их использование и развитие активно внедряется и на железных дорогах, в целях усовершенствования и повышения эффективности работы, как на железнодорожных путях, так и на предприятиях в целом.

Учет подвижного состава — важная задача, с которой ежедневно сталкиваются железнодорожные компании и предприятия, продукция которых транспортируется по железной дороге [4]. Для разрешения инцидентов, а также в целях контроля качества работы подрядчиков и персонала необходим инструмент, позволяющий получить документальное подтверждение прохождения вагоном определенных контрольных точек [3]. Таким инструментом является программный комплекс «ЖД-Интеллект», разработанный международной компанией ITV | AxxonSoft [5].

На базе программного обеспечения «Интеллект» реализована возможность построить интегрированный комплекс безопасности любого масштаба. В его

составе доступен ряд специализированных модулей, позволяющих воздвигать на основе этой платформы различные отраслевые решения.

Комплекс «ЖД – Интеллект» предусматривает автоматическое распознавание номера грузовых и пассажирских вагонов по видеоизображению, ведет подсчет вагонов в составе и вносит полученные данные, синхронизированные с видеокадрами, в базу данных [1]. Система производит запись в базу данных для каждого состава: даты и времени прохождения через пост контроля, количества вагонов в составе со связанными видеокадрами.

Необходимо подчеркнуть, что Алгоритм распознавания, применяемый в «ЖД-Интеллекте» распознает даже номера, нанесенные на раму вагона, и номера вагонов внутреннего парка предприятий, состоящие из восьми цифр, а также предусматривает деление состава на отдельные вагоны как при помощи датчиков типа «луч», так и по сигналу от программного обеспечения партнеров.

Таким образом, обеспечивается надежный контроль оборота подвижного состава на выбранном маршруте или на территории предприятия.

«ЖД-Интеллект» предоставляет набор удобных инструментов для автоматической регистрации составов и отдельных вагонов, проходящих через посты контроля, проверки и корректировки данных, а также для последующего поиска данных и их анализа [1].

Одними из важных функций комплекса «ЖД – Интеллект» являются:

— автоматическое распознавание номеров грузовых и пассажирских вагонов по видеоизображению с определением степени достоверности распознавания;

— запись в базу данных для каждого состава: даты и времени прохождения через пост контроля, количества вагонов в составе;

— поиск вагонов в базе данных по постам контроля, временному интервалу, инвентарному номеру (части номера) и по текстовому комментарию;

— вывод отчетов по составам и вагонам, возможность включения в отчет по вагонам видео – кадров.

Преимущества алгоритма распознавания:

Предприятия редко соответствуют требованиям чистоты и «стандартным» номерам, нанесенным на автомобили, и почти везде встречаются малоконтрастные, трафаретные и нестандартные номера. Алгоритм распознавания, используемый в комплексе «ЖД-Интеллект», также распознает номера, нанесенные на шасси вагона, а также номера вагонов внутреннего парка компании, состоящие из восьми цифр, а также предусматривает разделение состава на отдельные вагоны как с использованием датчиков типа «луч», так и по сигналу от программного обеспечения партнеров [1].

Интеллектуализация железных дорог в современных условиях становится актуальной задачей. Она рассматривается как поэтапное внедрение и интеграция

технологических инноваций во всех областях деятельности – от управления движением до стратегического управления с целью повышения безопасности и эффективности перевозочной деятельности [2].

Список использованных источников

1. Единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс]. – URL: www.vniias.ru/isuzh

2. ОАО «РЖД». Инновации [Электронный ресурс]. – URL: www.rzd.ru/static/public/ru

3. Стратегия научно-технического развития холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и перспективу до 2025 года «Белая книга» [Электронный ресурс]. – URL: www.rzd-expo.ru

4. Крейнис З.Л. Железнодорожный путь скоростных и высокоскоростных магистралей: учеб. пособие. — М.: ОАО "Российские железные дороги",2015.— 280 с.

5. Intellect. Интегрированная система безопасности с распределенной архитектурой [Электронный ресурс]. – URL: www.axxonsoft.com

УДК 656.21 **ГРНТИ 73.29.61**

СИСТЕМА ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ

Р. М. Аминев

студент специальности Специальные электромеханические системы, УГАТУ, г. Уфа

Научный руководитель: М.В. Охотников

доцент кафедры электромеханики,

ответственный за прием абитуриентов на факультете АВИЭТ, УГАТУ, г. Уфа

Аннотация. *В работе рассматривается система индукционного обогрева в виде «гибкого одеяла», выполненная с возможностью обогрева сложных поверхностей, в частности, как вариант обеспечения необходимого температурного режима работы рельсовых плетей. Приведен расчет основных параметров, а так же модель «гибкого одеяла».*

Ключевые слова: *рельсовые плети, индукционное одеяло, разогрев, рабочая температура, система катушек.*

SYSTEM FOR INDUCTION HEATING OF RAIL WHIPS

R.M. Aminev

Specialty Special Electromechanical Systems, UGATU, Ufa

Scientific adviser: M.V. Ohotnikov
Associate Professor of Electrical Mechanics,
responsible for the admission of applicants at the Faculty of AVIET, UMATU, Ufa

***Annotation**. The work considers the system of induction heating in the form of a "flexible blanket" made with the ability to heat complex surfaces, in particular, as an option to ensure the necessary temperature of the rail whips. The basic parameters are calculated, as well as the "flexible blanket" model.*

***Keywords:** rail whips, induction blanket, heating, working temperature, coil system.*

В настоящее время перезакрепление и замена рельсовых плетей в суровых условиях являются одними из самых трудоёмких работ при содержании бесстыковых путей. Перезакрепление и замена рельсовых плетей принято производить при естественной температуре рельсов, для затраты относительно малого количества времени. Для введения рельсовых плетей в установленный температурный режим применяют натяжительные или нагревательные устройства, или совместно натяжительные и нагревательные. Гидравлические натяжители применимы только при положительных температурах, и с помощью них можно повысить температуру закрепления приблизительно на 35^{o}C [1]. Нагревательные установки имеют преимущество перед натяжителями, заключающееся в значительно большем диапазоне рабочих температур (20-50 ^{o}C) и являются более эффективными, но также имеют ряд недостатков, такое как негативное влияние открытого пламени на другие части установки и пожароопасные элементы рельс [2].

Предлагаемая авторами конструкция способна решить недостатки применения существующих способов обогрева рельсовых плетей, является безвредной, экономичной и удобной в применении. На рис 1. представлена конструктивная схема индукционного одеяла, имеющего габариты 60х67 см, выполненная из отдельных сегментов, в свою очередь представляющих из себя систему катушек, соединённых параллельно. Основанием для крепления катушек является гибкое полотно из нагревостойкого материала, не теряющего своей эластичности после остывания. Данное исполнение позволяет, полученному нагревательному элементу повторять форму обогреваемого объекта, не зависимо от формы поверхности.

В качестве основы используется плоский силиконовый материал, который способен выдерживать рабочую температуру до 200 градусов, имеет толщину всего 1 мм. Для проведения экспериментальной апробации представляемой идеи были выполнены несколько модификаций элементов имеющий габариты 20,5х10х0,2 см.

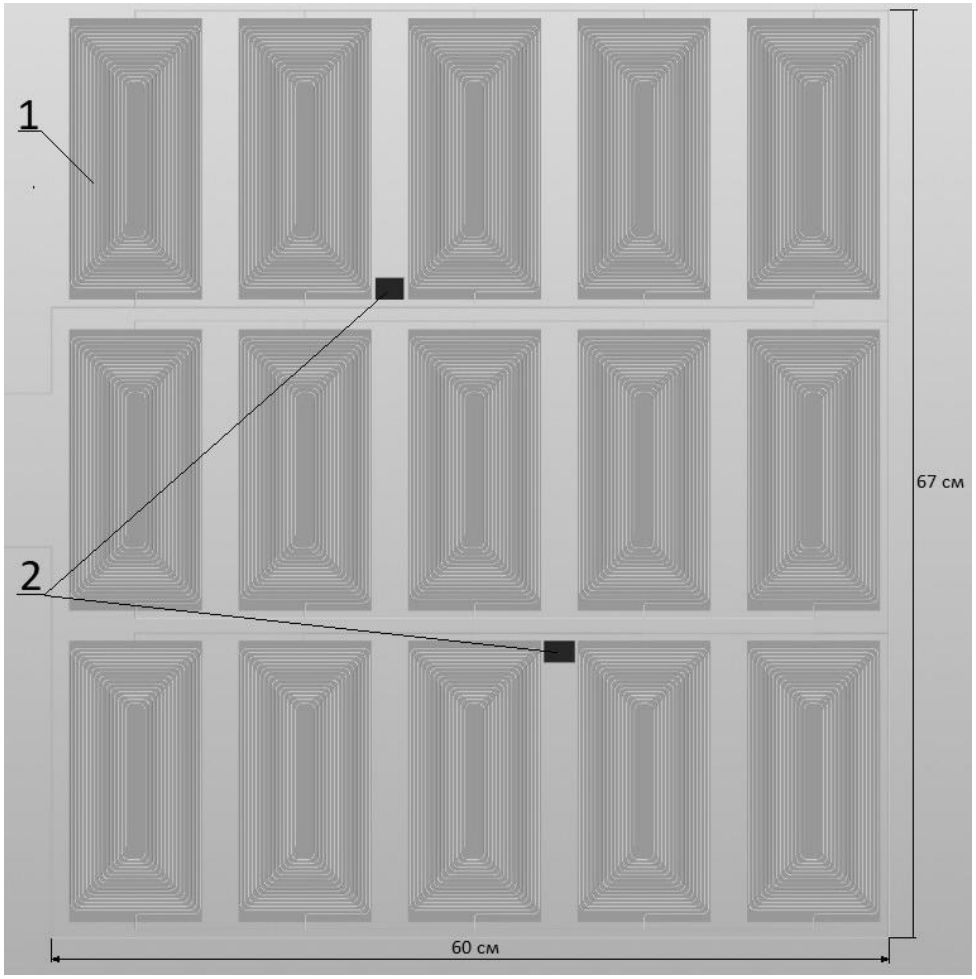


Рисунок 1 – Конструктивная схема индукционного одеяла,
1 – медная катушка, 2 – датчики температуры

На рисунке 2 представлены отдельные элементы разрабатываемой системы.

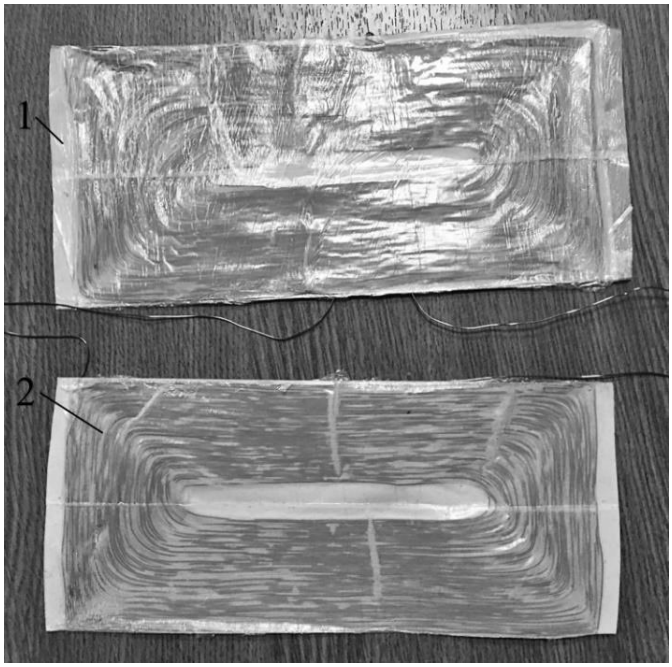


Рисунок 2 – Элементы индукционного «одеяла»:
1 – обмотка, 2 – изолирующий экран

Экспериментальное устройство работает от напряжения в 220 В с частотой f=50 Гц. Катушка выполнена из меди диаметром d=0,5 мм ГОСТ 5307-50 длиной l=25 м. Данная система может выдавать рабочую температуру порядка 80°С.

Расчет основных параметров индукционного «одеяла» можно произвести по следующим уравнениям [2] (1):

Электрическое сопротивление одной катушки:

$$R = \frac{\rho l}{S} = \frac{0{,}46 \cdot 25}{0{,}1964} = 59\,\text{Ом}; \quad (1)$$

где l – длина намотки, м;

S – площадь поперечного сечения, равное 0,1964 мм^2 [3];

ρ – удельное электрическое сопротивление, равное 0,46 $\frac{Ом \cdot мм^2}{м}$ [3];

Сила тока одной катушки будет равняться (2):

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{59} = 3{,}7\ \text{А}; \quad (2)$$

Если конструкцию собрать из пятнадцати сегментов, то общее эквивалентное электрическое сопротивление при параллельном соединении будет вычисляется как (3):

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot \ldots \cdot R_{15}}{R_1 + R_2 + \ldots + R_{15}} = \frac{59 \cdot 59 \cdot \ldots \cdot 59}{59 + 59 + \ldots + 59} = 3{,}9\,\text{Ом}; \quad (3)$$

Сила тока этой цепи:

$$I_ц = \frac{U}{R} = \frac{220}{3{,}9} = 56{,}4\ \text{А};$$

Допустимая температура нагрева медной обмотки составляет [4] (4):

$$T = \frac{K_t - 10{,}93 \cdot I + 0{,}8744}{0{,}0437} = \frac{43{,}1 - 10{,}93 \cdot 3{,}7 + 0{,}8744}{0{,}0437} = 80{,}9\,^{\circ}\text{С}; \quad (4)$$

где K_t – температурный коэффициент для медного провода;

Масса индукционного одеяла равняется (5):

$$m = \frac{m_T \cdot l}{1000} \cdot 15 = \frac{1{,}748 \cdot 25}{1000} \cdot 15 = 0{,}66\,\text{кг}; \quad (5)$$

где m_T – теоретическая масса 1000 метровой проволоки, 1,748 кг [3];

Область применения подобных систем, представляющих из себя, саморегулирующиеся нагревательные провода, керамические нагревательные элементы и т.д. довольно обширна. Минусом этих систем является их однотипное применение и невозможность многоразового использования на различных по своей форме поверхностях. Предполагаемая система позволяет перешагнуть данные ограничения и значительно расширить сферу применения индукционного разогрева. Применение машин индукционного нагрева

позволяет исключить негативное влияние нагрева рельсов на электроизолирующие детали промежуточных скреплений.

Список использованных источников

1. А.И. Бунин Новая технология для бесстыкового пути // Путь и путевое хозяйство. 2011. № 4.

2. В.И. Новакович Натяжители или нагреватели // Путь и путевое хозяйство. 2015. № 6

3. А.Н. Шамов, В.А. Бодажков Проектирование и эксплуатация высокочастотных установок. Изд. 2-е, доп. и переработ. – Л., Машиностроение, (Ленингр. отд-ние), 1974. 280 с.

4. Проволока константановая неизолированная ГОСТ 5307-77, Москва: Изд-во стандартов, 1994;

5. В.А. Медведев Расчет автономных резонансных инверторов для индукционного нагрева: учебно-методическое пособие. Тольятти, 2010.

УДК 625.142.42+625.143.543 **ГРНТИ 73.29.11**

НЕГОДНОСТЬ ШПАЛ И СКРЕПЛЕНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЬНОГО УКЛОНА

Д.В. Артамонов

студент специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», СГУПС, г. Новосибирск

Научный руководитель: П.С. Труханов

доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство», СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. *В данной работе была проанализирована негодность железобетонных шпал и промежуточных рельсовых скреплений в пределах И. дистанции пути. Данные о негодных элементах взяты из технического паспорта дистанции пути формы АГУ-4. Построены гистограммы зависимости негодных шпал и скреплений от профиля пути с выявлением взаимосвязи при помощи коэффициента корреляции. Сделан вывод о влиянии данной эксплуатационной характеристики железнодорожного пути на рост и снижение негодности шпал и скреплений.*

Ключевые слова: *железнодорожный путь, негодные элементы, шпалы, скрепления, продольный уклон, коэффициент корреляции.*

THE UNSALTYMENT OF SLEEPERS AND RAILROAD FASTENERS DEPENDING ON THE LONGITUDINAL SLOPE

D.V. Artamonov
specialty student 23.05.06 "Building railways, bridges and transport tunnels"
SGUPS, Novosibirsk
Scientific Director: P.S. Trukhanov
Assistant Professor of The Way and Travel, SGUPS, Novosibirsk

Annotation. *This paper analyzed the unfitness of reinforced concrete sleepers and intermediate rail bonds within the AI distance of the path. Data on unfit elements are taken from the technical passport of the distance of the asGU-4 form. The histograms of the dependence of unfit sleepers and bindings from the path profile are constructed with the identification of the relationship using the correlation factor. The conclusion is drawn on the impact of this operational characteristic of the railway track on the growth and reduction of the unfitness of sleepers and bonds.*

Keywords: *railroad track, unfit elements, sleepers, bonds, longitudinal slope, correlation factor.*

Дефектные шпалы и скрепления в существенной степени влияют на безопасность, надежность, работоспособность, а также качественную оценку состояния рельсовой колеи. В сложных условиях эксплуатации параметры верхнего строения пути (ВСП) играют немалую роль в зарождении и развитии дефектов в его элементах. Поэтому необходимо анализировать и видеть взаимосвязь между негодностью элементов ВСП и техническими параметрами пути.

И. дистанция пути находится на территории РФ в Н. области. Рельеф территории преимущественно равнинный. Минимальная температура в январе находится в районе минус 42°С, а максимальная температура в июле достигает плюс 37°С.

На основании технического паспорта пути формы АГУ-4 [1] и отчета о путевом хозяйстве формы АГО-1 [2] за 2021 год на И. дистанции преобладает бесстыковая конструкция пути с рельсами типа Р-65 на железобетонных шпалах со скреплениями типа КБ-65 и ЖБР-65Ш. Развернутая длина главных путей составляет 269,765 км. Протяженность кривых участков – 39,9%. Протяженность участков с уклоном составляет 87,2%, наибольшее протяжение имеют участки с уклоном до 8‰.

В соответствии с «Инструкцией по ведению шпального хозяйства с железобетонными шпалами №380р от 12.02.2014» [3] в главных путях шпалы с дефектами 2 степени развития, лежащие по две и более подряд, следует заменять

при текущем содержании пути. Причинами дефектов шпал могут быть скрытые недостатки при изготовлении шпал, удары по шпалам при транспортировке, сборке и укладки звеньев, сильные морозы и высокая влажность.

Согласно учебному пособию «Проектирование и расчеты элементов верхнего строения железнодорожного пути» [4] к положительным качествам скрепления КБ-65 относят большой запас прочности и двуслойную амортизацию, к недостаткам – малый срок службы прокладок, многодетальность. К положительным качествам скрепления ЖБР-65Ш относят малую металлоемкость, к недостаткам – трудность укладки. Причинами дефектов скреплений являются повышенные нагрузки от подвижного состава, коррозия деталей скреплений.

Для анализа негодности шпал и скреплений на И. дистанции был выбран 2 путь направления Н. – Б. Наибольшее количество негодных элементов связано с продольным уклоном пути. В связи с этим определялась зависимость негодности от уклона на подъемах и спусках. Гистограммы зависимости негодности шпал и скреплений от продольного уклона представлены на рисунках 1-2.

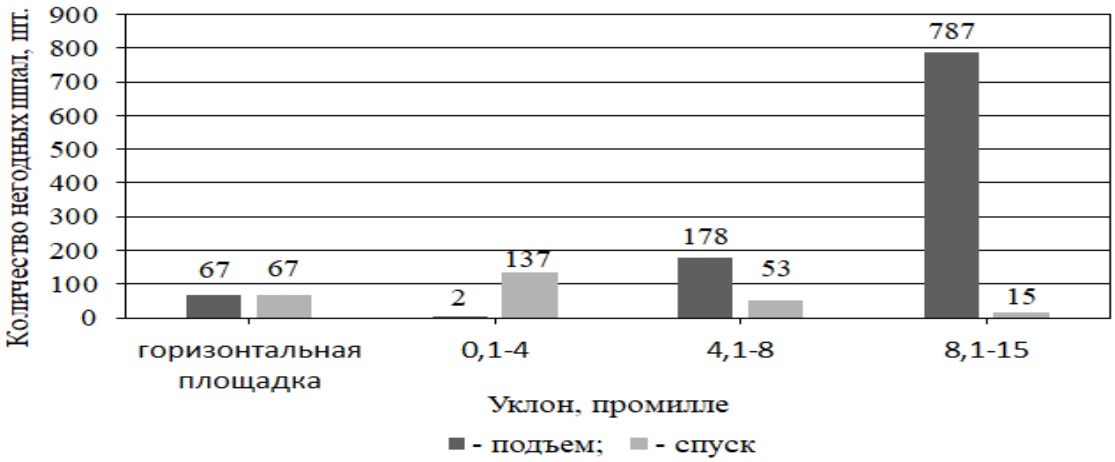


Рисунок 1 – Гистограмма зависимости негодности шпал от продольного уклона

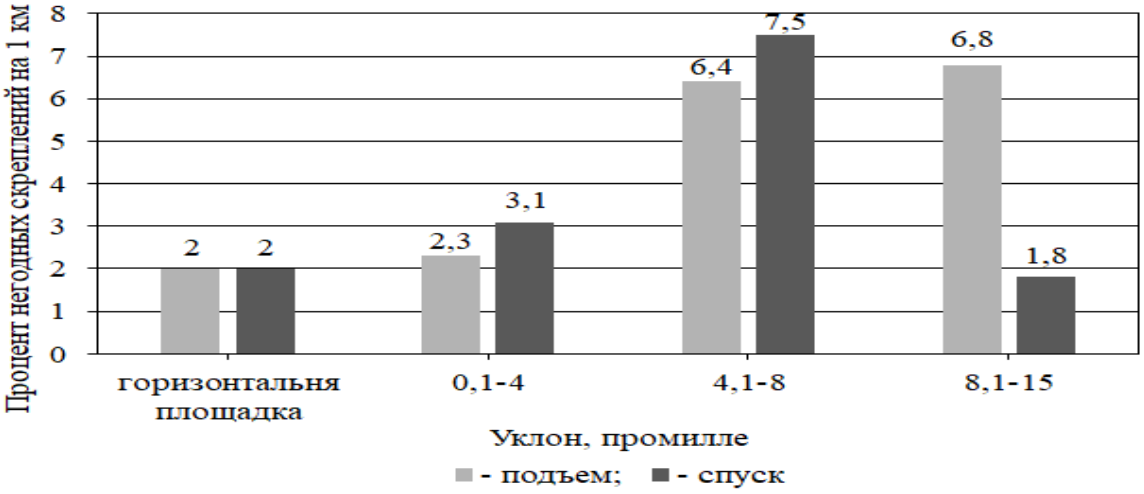


Рисунок 2 – Гистограмма зависимости негодности скреплений от продольного уклона

Из вышеприведенных гистограмм следует, что при повышении уклона на подъемах количество негодных железобетонных шпал увеличивается, а на спусках уменьшается. Это можно объяснить повышенным сопротивлением движению на подъемах и его снижением на спусках за счет использования холостого режима движения.

Для скреплений наблюдается аналогичная ситуация, однако на уклонах 4,1-8‰ отмечается повышенное значение процента негодных скреплений на 1 км из-за наличия на данном участке загрязненного балласта более 30%, что сказалось на негодности скреплений из-за накопления деформаций.

Для определения статистической связи между негодностью и уклоном использовался коэффициент корреляции. Он рассчитывается по формуле (1).

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - x_{cp}) \cdot (y_i - y_{cp})}{\sqrt{\sum (x_i - x_{cp})^2 \cdot \sum (y_i - y_{cp})^2}}, \quad (1)$$

где x_i – значение переменной X;

y_i – значение переменной Y;

x_{cp} – среднее арифметическое для переменной X;

y_{cp} – среднее арифметическое для переменной Y.

В соответствии с этой формулой был выполнен расчет, приведенный в таблице 1. Наблюдается очень сильная прямая взаимосвязь между уклоном на подъемах и ростом негодности шпал, и очень сильная обратная взаимосвязь уклона на спусках с ростом негодности шпал. Для скреплений наблюдается то же самое, лишь на спусках взаимосвязь слабая обратная.

Таблица 1 – Результаты расчета коэффициента корреляции

Исследуемые параметры пути	**Коэффициент корреляции**	**Взаимосвязь**
уклон на подъемах и количество негодных шпал	0,97	очень сильная прямая
уклон на спусках и количество негодных шпал	-0,96	очень сильная обратная
уклон на подъемах и процент негодных скреплений на 1 км	0,92	очень сильная прямая
уклон на спусках и процент негодных скреплений на 1 км	-0,28	слабая обратная

В результате выполненной работы выявлена взаимосвязь негодности железобетонных шпал и промежуточных рельсовых скреплений с продольным уклоном пути. Для снижения данной негодности можно рекомендовать снижение осевой нагрузки и скоростей движения на участках с подъемами при уклонах выше 4‰. Также необходимо своевременно выполнять очистку загрязненного балласта, что может отразиться на уменьшении негодности исследуемых элементов пути.

Список использованных источников

1. Технический паспорт формы АГУ-4 И. дистанции пути за 2021 год.
2. Отчет о путевом хозяйстве формы АГО-1 И. дистанции пути за 2021 год.
3. Инструкция по ведению шпального хозяйства с железобетонными шпалами, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» №380р от 12.02.2014. 28 с. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Карпущенко Н. И., Труханов П. С. Проектирование и расчеты элементов верхнего строения железнодорожного пути: учебное пособие. Новосибирск: Изд-во СГУПСа, 2016. – 192 с.

УДК 656.225 **ГРНТИ 73.29.61**

СТАБИЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУЗОВОЙ СТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПУТЯМИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

С. А. Бричеев, И. С. Гаврин

студенты специальности «Эксплуатация железных дорог», СГУПС, г. Новосибирск

Научный руководитель: С. В. Богданович

доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. *Грузовые станции, как правило не имеют достаточного путевого развития. В случае прибытия вагонов для выполнения грузовых операций без учета погрузочно-выгрузочных возможностей путей необщего пользования и емкости путевого развития грузовой станции возникает проблема загруженности путевого развития, завышения времени простоя вагонов. Ставится задача определить возможность применения для грузовой станции технологии отправления готовых составов по согласованному расписанию и календарного планирования, с учетом погрузочно-выгрузочных возможностей и технического оснащения путей необщего пользования.*

Ключевые слова: *грузовая станция, пути необщего пользования, технология взаимодействия.*

STABILISATION OF CARGO STATION OPERATION IN CONDITIONS OF OPTIMIZATION OF INTERACTION WITH NON-PUBLIC ROUTES

S. A. Bricheev, I. S. Gavrin

student of the specialty «Railway Transportation and Management», STU, Novosibirsk

Scientific Supervisor: S. V. Bogdanovich

Associate Professor Department of Track Maintenance Management, STU, Novosibirsk

Annotation. *Freight stations, as a rule, do not have sufficient track development. In the case of the arrival of wagons for the performance of freight operations, without taking into account the loading and unloading capabilities of non-usable tracks and the capacity of the track development of the freight station, the problem of congestion of track development and overstatement of the downtime of wagons arises. The task is to determine the possibility of using the technology of departure of finished trains for the cargo station according to the agreed schedule and scheduling, taking into account the loading and unloading capabilities and technical equipment of non-public routes.*

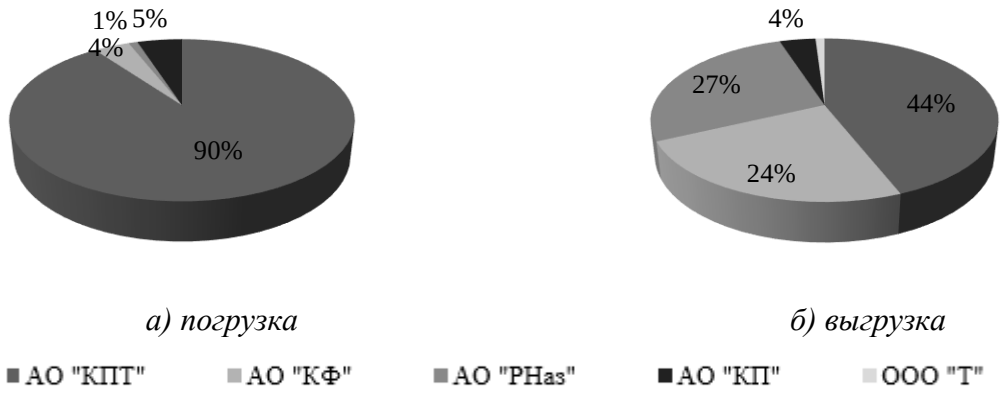
Keywords: *freight station, non-public tracks, interaction technology.*

В Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации [1] сформулированы главные задачи и целевые векторы развития железнодорожной инфраструктуры и технологических решений в обеспечении доступности, эффективной деятельности и клиентоориентированности железнодорожного транспорта. В соответствии с поставленными в Стратегии задачами, одно из основных направлений в развитии перевозочного процесса, требующего первоочередного решения – ликвидация «узких» мест в пропускной и провозной способности инфраструктурных объектов (железнодорожных участков, станций и т.д.). При решении данных задач необходимо учитывать дополнительные факторы - использование инновационного подвижного состава, развитие тяжеловесного движения на приоритетные направления сети, наличие большого числа собственников подвижного состава [2, 3].

Одним из решений в совершенствовании перевозочного процесса на текущем этапе развития железнодорожной отрасли является технология управления движением поездов по расписанию. Это дает возможность обеспечения сквозных технологий взаимодействия путей общего и необщего пользования, является одним из условий устойчивого обеспечения погрузки, согласованного подвода порожних и груженых вагонов в соответствии с перерабатывающей способностью пунктов местной работы, выполнения срока доставки [4].

Рассмотрим возможные варианты оптимизации работы на примере грузовой станции О (станция первого класса, тупикового типа, расположена на однопутном участке, путевое развитие включает 11 путей, из которых приемо-отправочных – шесть, из них один – главный, выставочных – пять). Станция взаимодействует с пятью путями необщего пользования (далее ПНОП).

Общий объем среднесуточной погрузки составляет в среднем 150, выгрузки - 200 вагонов. Распределение объема погрузки-выгрузки по ПНОП представлено на рисунке 1.



а) погрузка *б) выгрузка*

Рисунок 1 - Распределение объема погрузки-выгрузки по ПНОП

Как видно из представленных диаграмм основной объем грузовой работы сосредоточен на ПНОП АО «КПТ», объемы устойчивы. ПНОП АО «КПТ» взаимодействует с постоянными грузоотправителями и получателями, что дает возможность формирования технологических маршрутов с учетом технологических возможностей и перерабатывающей способности грузовых пунктов. Данная технология позволит исключить существующие на сегодняшний день элементы ожидания в выполнении операций в величине простоя местного вагона, представленного на рисунке 2.

Как видно из диаграммы, основное время простоя местного вагона приходится на ПНОП – 81%, из которых половина времени составляет ожидание

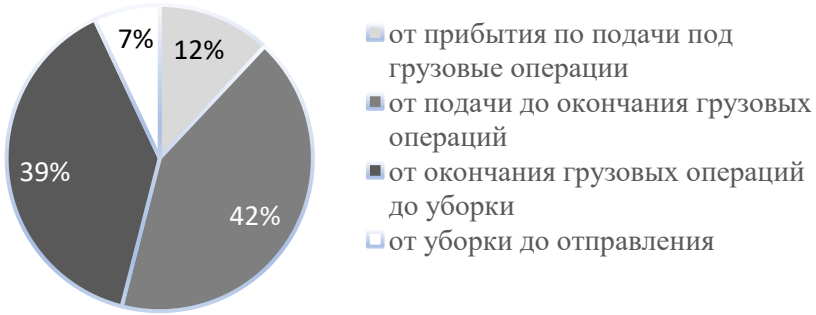


Рисунок 2 – Распределение времени простоя местного вагона по операциям

уборки с ПНОП после окончания грузовых операций. Данное положение объясняется занятостью станционных путей излишним вагонным парком (прибытие составов на станцию под выгрузку-погрузку, ожидание подачи вагонов на ПНОП вследствие их занятости и т.д.). Кроме того, 7% приходится на ожидание отправления, что составляет в среднем 9 часов (при общей величине простоя местного вагона на станции в среднем 140-150 часов). При этом технологическое время обработки готового состава по отправлению составляет в среднем 140 мин (2,3 часа). Таким образом, можно предположить, что прикрепление технологических маршрутов к определенному расписанию по прибытию и отправлению позволит сократить долю простоя местных вагонов.

Для грузовых станций с небольшим путевым развитием и устойчивыми объемами грузовой работы данная технология дает возможность стабилизировать работу станции по переработке местного вагонопотока, снизить простои местных вагонов, наиболее эффективно использовать путевое развитие.

Для ПНОП АО «КФ» проблема организации взаимодействия со станцией заключается в том, что объем выгрузки значительно превышает погрузку. При этом номенклатура выгружаемых грузов составляет свыше 30 наименований, а погрузка – семь (это связано со спецификой работы предприятия). Зачастую, как показал анализ, на станционных путях в результате образовывается избыток вагонного парка т.к. размер поступаемого вагонопотока не соответствует перерабатывающей способности ПНОП. Решение проблемы возможно при организации календарного планирования при взаимодействии грузоотправителей и грузополучателей с учетом погрузочно-выгрузочных возможностей, и емкости путевого развития станции [5].

Таким образом, для стабилизации работы грузовой станции во взаимодействии с путями необщего пользования возможно применение нескольких технологических решений – отправление по расписанию и календарное планирование погрузки-выгрузки. Результатом будет сокращение времени простоя вагонов, приведение в соответствие емкости путевого развития и размеров вагонного парка.

Список использованных источников

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г.: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 г. №877-р. 171 с. Доступ из справ. -правовой системы «КонсультантПлюс»

2. Akimov S., Kosenko S., Bogdanovich S. Stability of the supporting subgrade on the tracks with heavy train movement. advances in intelligent systems and computing// VIII International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia. /Novosibirsk, 2020. Pp. 228 − 236.

3. Kosenko S. A., Akimov S. S. Design of track structure for corridors of heavy-train traffic // MATEC Web of Conferences. 2018. № 239. Pp. 1 - 12.

4. Бородин А.Ф. Влияние развития инфраструктуры и взаимодействия магистрального и промышленного железнодорожного транспорта на эффективность управления вагонопотоками //Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2016. №3. С. 41–51.

5. Богданович С. В. Оптимизация простоя вагонов в пунктах взаимодействия при организации погрузки-выгрузки массовых грузов // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2011.№4. С. 14–18.

УДК 656.22:37 **ГРНТИ 00.00.00**

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ 20 ФУТОВЫХ КОНТЕЙНЕРОВ НА ГРУЗОВОМ ТЕРМИНАЛЕ

С. А. Бирюкова

студент направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов», Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Красноярск

Научный руководитель: В.А. Курочкин

доцент, канд. техн. наук, доцент кафедры общепрофессиональные дисциплины, Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Красноярск

Аннотация. *В данной статье рассматривается проблема размещения контейнеров на контейнерных площадках, с целью оптимизации переработки 20 футовых контейнеров на примере контейнерного терминала станции «Базаиха».*

Ключевые слова: *контейнерный терминал, оптимизация, переработка, специализация секций, сортировка.*

OPTIMIZATION OF PROCESSING OF 20 FOOT CONTAINERS AT THE CARGO TERMINAL

S. A. Biryukova

student of the direction of training 03.23.01 "Technology of transport processes", Krasnoyarsk Institute of Railway Transport – a branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Irkutsk State Transport University ", Krasnoyarsk

Scientific adviser - V.A. Kurochkin

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of General Professional Disciplines, Krasnoyarsk Institute of Railway Transport - a branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Irkutsk State Transport University", Krasnoyarsk

Annotation. *This article discusses the problem of placing containers at container sites in order to optimize the processing of 20-foot containers on the example of the container terminal at the Bazaikha station.*

Key words: *container terminal, optimization, processing, section specialization, sorting.*

Контейнерные терминалы являются важнейшими узлами мировой сети грузовых перевозок, где предоставляются интермодальные услуги, а также реализация комплексных транспортных и логистических решений «от двери до

двери», позволяющих доставить контейнерные грузы в любую точку России, СНГ, Европы или в Азии [1]. С момента появления контейнерных перевозок объем контейнерных перевозок неуклонно растет и, как ожидается, продолжит расти в будущем. Растущая тенденция ставит контейнерных операторов в сложную ситуацию: добиться более высокой операционной эффективности при ограниченных ресурсах. Это дает прекрасную возможность применения методов оптимизации к решению различных задач на контейнерных терминалах для повышения общей производительности [2].

В данной статье рассматривается проблема размещения контейнеров на контейнерных площадках, с целью оптимизации переработки 20 футовых контейнеров на примере контейнерного терминала станции «Базаиха» - филиала ПАО «ТрансКонтейнер», российского интермодального контейнерного оператора, который управляет крупнейшим в России парком контейнеров и платформ.

На данном контейнерном терминале применяется следующая специализация рядов и секций:

1 ряд всех секций, 2 ряд (5-19 секции) - для контейнеров готовых к отправлению;

2 ряд и 3 ряд (1-4 секции, 20-24 секции) - для порожних контейнеров;

3 ряд (5-19 секции), 4 ряд все секции для контейнеров к вывозу [3].

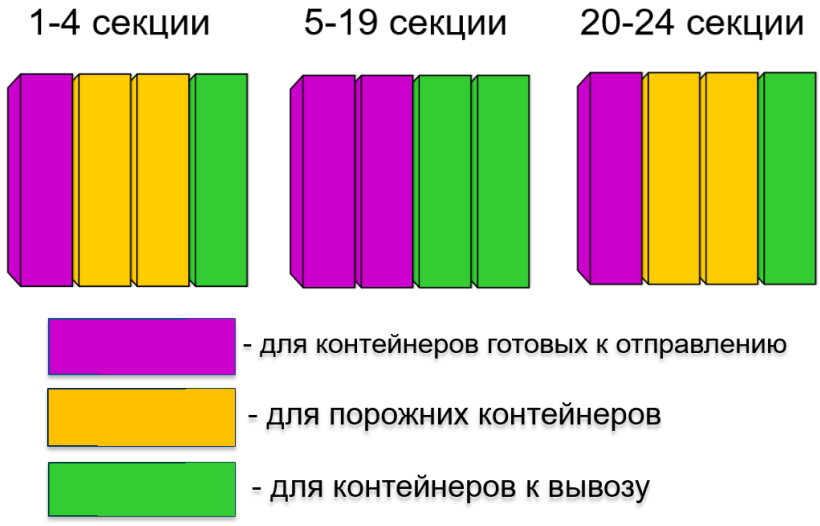


Рисунок 1 – Специализация рядов и секций контейнерного терминала станции «Базаиха»

Как видно из рисунка 1, данный порядок расстановки контейнеров не позволяет производительно использовать погрузо-разгрузочные машины и быстро разыскивать нужный контейнер, с тем чтобы не задерживать вагоны и автомобили под грузовыми операциями, что доказывает необходимость переформирования секций на данном терминале.

Для разработки предложений по формированию секций необходимо определить объем по сортировке на настоящий момент [4].

Общий объем грузовой работы погрузки 20 футовых контейнеров составляет 12 856 шт, выгрузки - 13 814 шт, сортировки - 2445 шт.

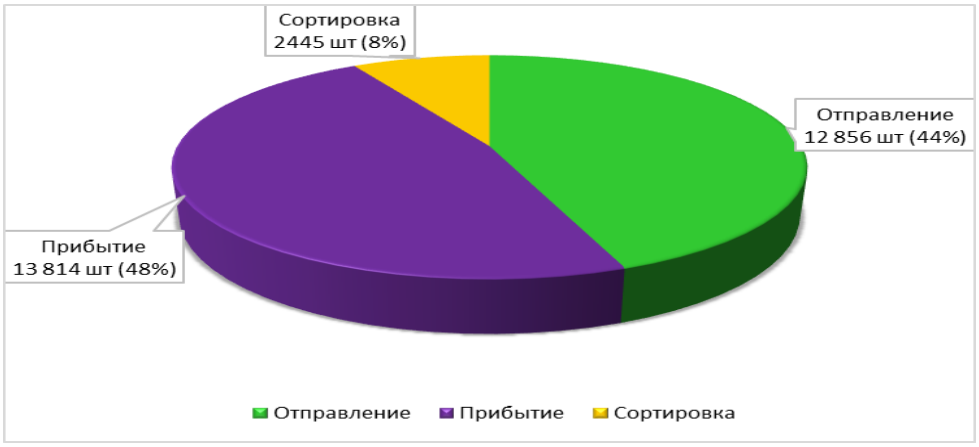


Рисунок 2 – Диаграмма объема грузовой работы, приходящегося на прибытие, отправление и сортировку контейнеров

На контейнерном терминале возможна такая организация работ, когда каждая площадка специализируется на определенные видах работ (погрузке, выгрузке и сортировке) [5]. Для размещения контейнеров площадка разделена на секторы, в каждом из которых находится группа контейнеро-мест. Между секторами оставляют проходы для приёмосдатчиков. Каждый ряд в секторе и каждое контейнеро-место в ряду имеют номера, по которым составляют координаты, служащие для быстрого нахождения контейнера.

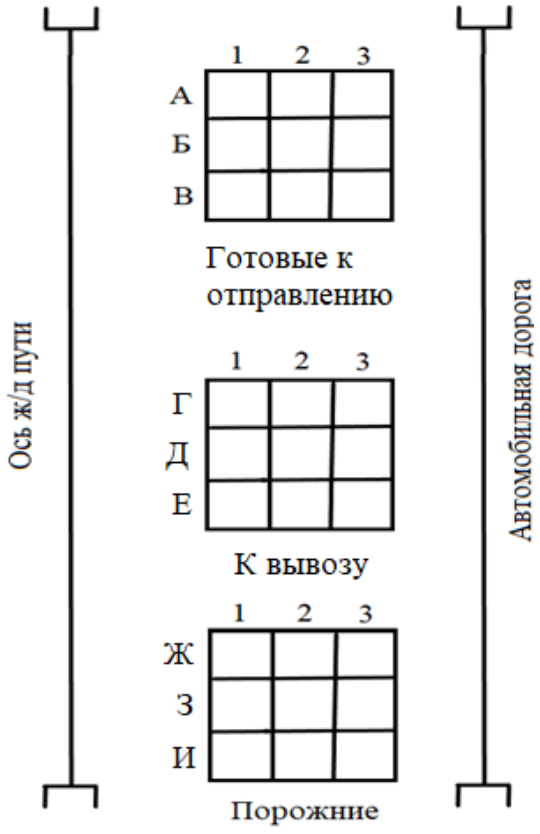


Рисунок 3 – Схема размещения контейнеров с применением буквенно-цифрового обозначения контейнеро-мест

Такая расстановка контейнеров позволит сократить время на поиск нужного контейнера и как следствие сократит операции по внурискладской сортировке и уменьшит простои транспортных средств.

Список использованных источников

1. Горюшинский, И.В. Организация контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте: Учебник для Вузов / И.В. Горюшинский, Г.М. Третьяков, О.В. Москвичев. - Самара: СамГУПС, 2008. - 359 с.

2. Ушаков Д. В. Организация контейнерных перевозок грузов – Изд-во ТРАНСЛИТ, 2015. – 208 с.

3. Технологический процесс работы контейнерного терминала Базаиха филиала ПАО «ТрансКонтейнер» на Красноярской железной дороге.

4. Транспортно-грузовые системы: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Транспортно-грузовые системы» для студентов очной и заочной формы обучения для направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»/В.А. Курочкин, 2019. – 86 с.

5. Кузнецов, А.Л. Оборудование контейнерных терминалов / А.Л. Кузнецов, А.Л. Степанов. - Спб.: Фреш Эйр, 2001. - 102с.

УДК 625.143 **ГРНТИ 73.29.11**

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОТКАЗОВ РЕЛЬСОВ НА Т ДИСТАНЦИИ ПУТИ

К.Д. Бобров

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС), г. Новосибирск

Научный руководитель: С.А. Косенко

д-р. техн. наук, профессор кафедры «Путь и путевое хозяйство», Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

Аннотация. *В статье проведен анализ состояния рельсового хозяйства на Т дистанции пути. Приведены краткие характеристики предприятия. Показана подробная тенденция изменения дефектности пути, согласно ведомости дефектных рельсов, замененных на главных путях Т дистанции пути.*

Ключевые слова: *железнодорожный путь, верхнее строение пути, рельс, грузонапряженность, пропущенный тоннаж.*

ANALYSIS AND EVALUATION OF THE TECHNICAL CONDITION AND FAILURES OF RAILS AT THE T DISTANCE

K.D. Bobrov
Siberian Transport University (STU), Novosibirsk
Scientific supervisor: S.A. Kosenko
Professor of the department of track management, STU, Novosibirsk

Annotation. *The article analyzes the state of the rail economy at the T distance of the track. Brief characteristics of the enterprise are given. A detailed trend of changes in the defect rate of the track is shown, according to the list of defective rails replaced on the main tracks T of the track distance.*

Keywords: *railway track, upper structure of the track, rail, load capacity, missed tonnage.*

Рельс – это металлическая балка, имеющая оригинальное сечение. Основная задача – направлять колеса транспорта и принимать на себя нагрузку с последующим ее распределением на нижние элементы верхнего строения пути. При использовании составов на участках с электрической тягой и автоблокировкой, рельсы играют роль проводника тока. В настоящее время в условиях повышенных осевых нагрузок (свыше 25 т/ось), а также высоких скоростей движения поездов, увеличилось на элементы железнодорожного пути [1, 2]. В данной статье мы разберем отказы рельсов на Т дистанции пути и их причины.

Т дистанция является частью ТС магистрали. Является структурным подразделением З-С дирекции инфраструктуры – структурного подразделения Ц дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД». Расположена в восточной части Б низменности на территории Н области в городе Т, в 500 км от города Н. Пересекает 3 административных района. Схема Т дистанции пути представлена на рисунке 1.

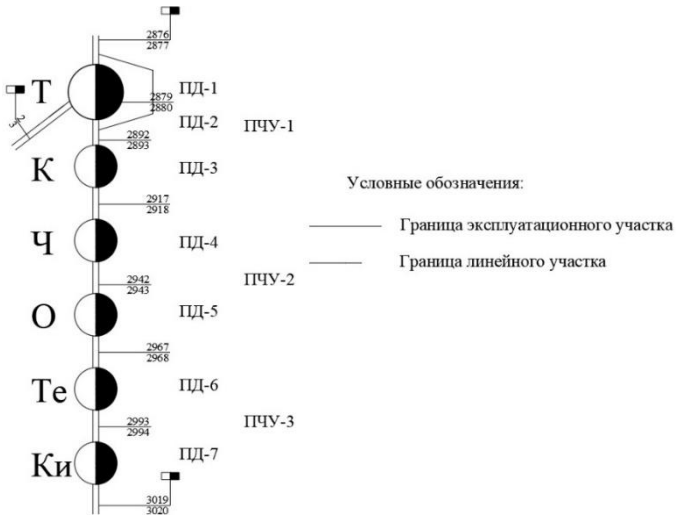


Рисунок 1 – Общая схема Т дистанции пути

Эксплуатационная длина главных путей – 145 км, развернутая – 291,447 км. Всего в пределах дистанции находится 100 кривых суммарной протяженностью 36,936 км, в том числе радиусом менее 650 м – 2,802 км. Средняя грузонапряженность – 97, 449 млн. т брутто/км в год. От узловой станции Т идет три направления: однопутное Т-К, двухпутное Т-Н и обвод узловой станции (Об). Направление Т-Н электрифицировано и оборудовано автоблокировкой.

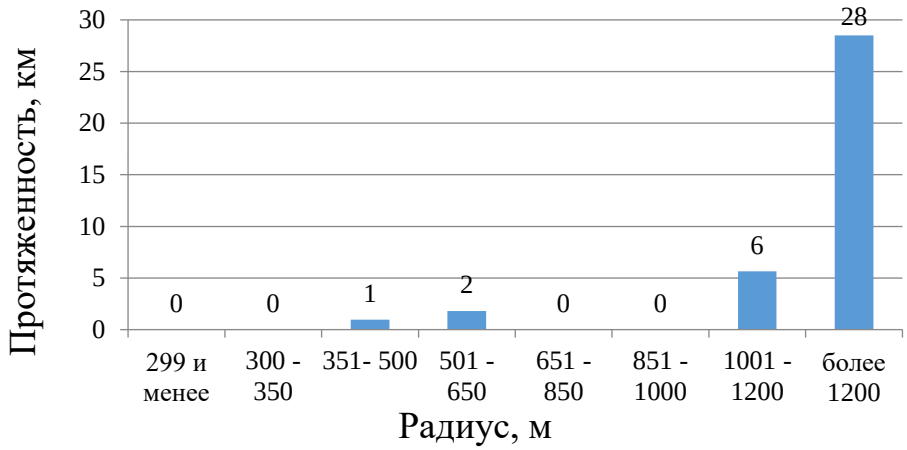


Рисунок 2 – Диаграмма соотношения кривых участков в зависимости от их протяженности

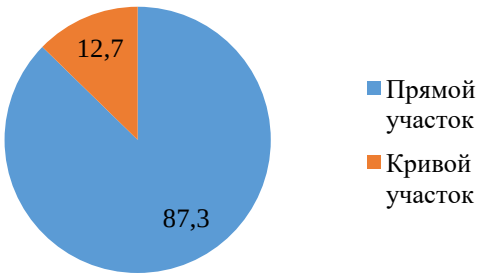


Рисунок 3 – Процентное соотношение прямых и кривых участков пути

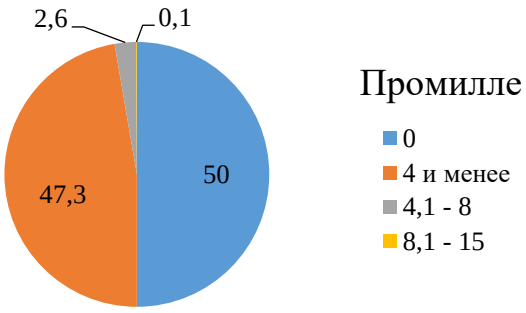


Рисунок 4 – Процентное соотношение уклонов

Протяженность бесстыкового пути – 292,055 км (97% от общей длины). Основной тип рельсов на главных путях – Р65, шпал – железобетонные первого

срока, скреплений – КБ и ЖБР, балласта – щебеночный, стрелочных переводов – Р65 марки 1/11.

Ниже на рисунках 5-9 представлены отказы рельсов на главных путях по разным кодам на Т дистанции пути.

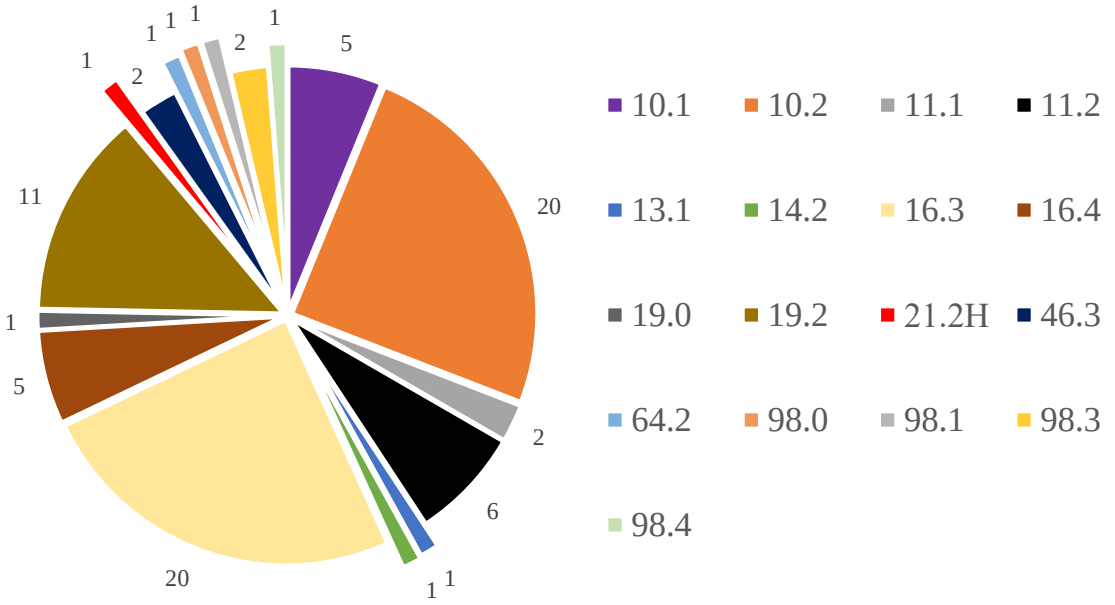


Рисунок 5 – Выход рельсов по разным кодам Т дистанции за 2016 год

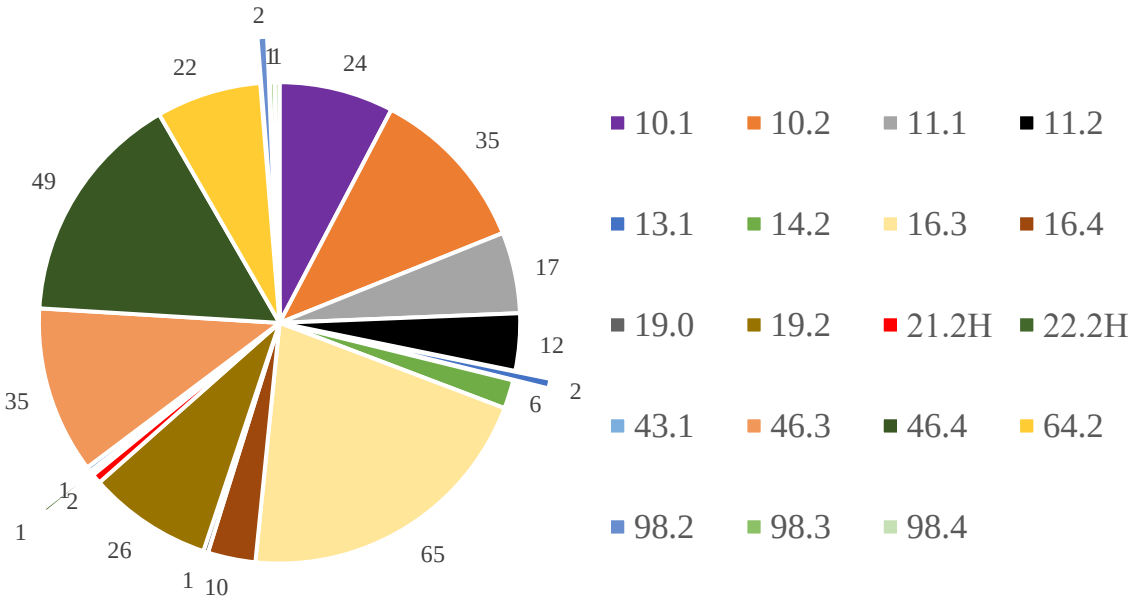


Рисунок 6 – Выход рельсов по разным кодам Т дистанции за 2017 год

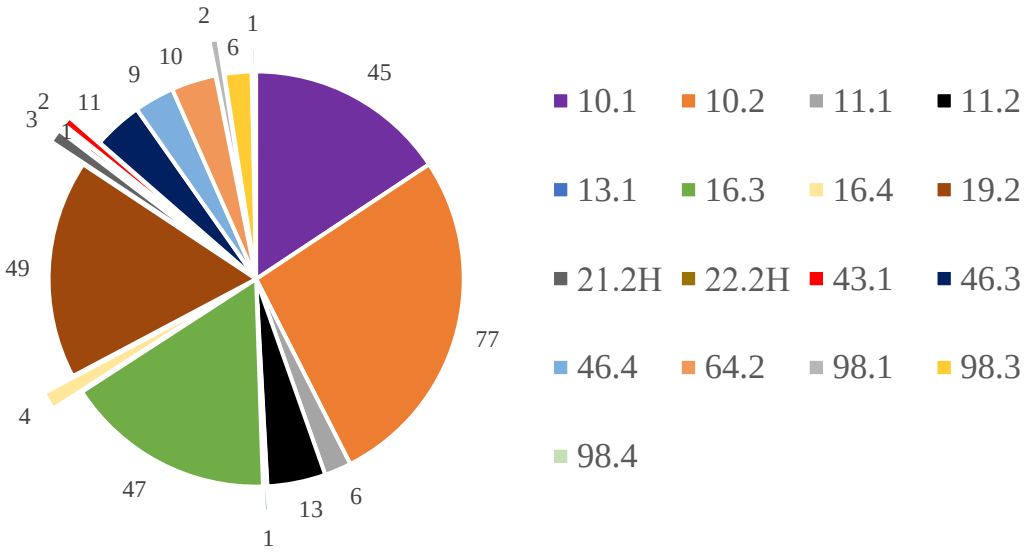


Рисунок 7 – Выход рельсов по разным кодам Т дистанции за 2018 год

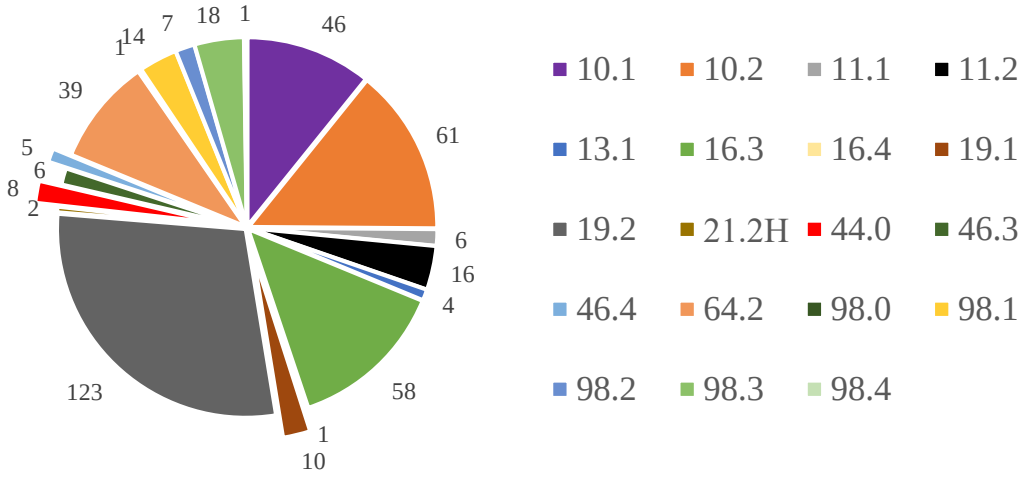


Рисунок 8 – Выход рельсов по разным кодам Т дистанции за 2019 год

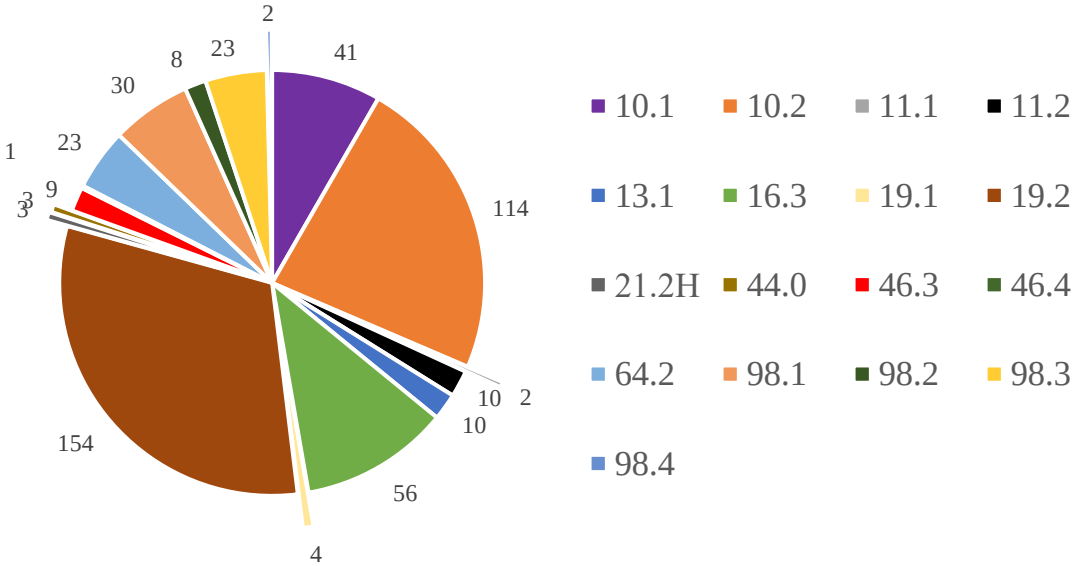


Рисунок 9 – Выход рельсов по разным кодам Т дистанции за 2020 год

Вывод

В соответствии рисункам 5-9 можно сделать вывод о том, что основными отказами рельсов являются следующие:

- код 10. (трещины и выкрашивания металла на поверхности катания головки из-за нарушений технологии изготовления рельсов) [3];

- код 16. (выкрашивание металла на поверхности катания головки в зоне сварного стыка после пропуска гарантийного тоннажа) [3];

- код 19. (контроленепригодность из-за наличия выкрашиваний, трещин на поверхности катания, или рябизны, отпечатков, или сильной коррозии на нижней поверхности головки рельса) [3];

- код 64. (местные выработки или местная коррозия подошвы рельса в местах контакта с элементами скреплений из-за нарушений норм текущего содержания пути) [3];

Так как известны номера дефектов, можно выявить причины их возникновения:

- наличие местах дефектов поверхностных повреждений металлургического происхождения (волосовин, закатов, плен), а также многократное воздействие высоких контактных напряжений;

- недостатки в металлургическом качестве рельсовой стали;

- повышенное динамическое воздействие колес в болтовых стыках;

- нарушение технологии сварки и обработки сварного стыка;

- трещины и выкрашивания в головке рельса, которые делают рельс контроленепригодным, возникшие в результате развития контактно-усталостных напряжений;

- неоднородность механических свойств металла, полученная при сварке рельсов;

- нарушение норм текущего содержания пути;

Отталкиваясь от известных номеров дефектов, можно дать соответствующие рекомендации по содержанию пути для продления срока службы рельсов. Необходимо исключить недостатки и нарушения технологии сварки рельсов, улучшить обработку сварных стыков и их контроль в процессе эксплуатации, а также отладить работу системы дефектоскопирования, позволяющей своевременно предотвращать разрушения рельсов под подвижным составом. Также имеет место быть организация системы шлифования и лубрикации.

Список использованных источников

1. Косенко, С.А. Причины отказов элементов железнодорожного пути на полигоне Западно-Сибирской железной дороги / С.А. Косенко, С.С. Акимов // Вестник СГУПС. – 2017. – № 3 (42). – С. 26-34.

2. Эксплуатационные измерения напряжений в рельсе при воздействии подвижного состава / С.А. Косенко, М.Я. Квашнин, И.С. Бондарь, С.С. Акимов // Известия Транссиба. – 2017. – № 2 (30). – С. 133-145.

3. Распоряжение ОАО "РЖД" № 2499р от 23.10.2014 Об утверждении и введении в действие инструкции "Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и остродефектных рельсов".

УДК 614.849 **ГРНТИ 28.17.19**

СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В.Е. Бочаров, Н.А. Дунаев

студенты специальности «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: В.М. Груманс

канд. с-хоз. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. *Обоснована необходимость повышения уровня пожарной безопасности объектов народного хозяйства, включая транспортную отрасль. Проведен анализ нормативно-справочной информации и статистических данных по пожарам в России. Для оценки уровня пожарной безопасности предлагается использовать показатель пожарного риска. Предложена математическая модель минимизации пожарного риска, как функции системы противопожарных мероприятий при ограничениях по ресурсам.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, железнодорожный транспорт, причины пожаров, ущерб, затраты, математическая модель*

REDUCTION OF FIRE RISKS AT RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES

V. E. Bocharov, N. A. Dunaev

students of the "Construction of Railways, Bridges and Transport Tunnels" specialty, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: V. M. Grumans

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Abstract. *The necessity of increasing the level of fire safety of the national economy facilities, including the transport industry, is justified. The analysis of*

normative reference information and statistical data on fires in Russia is carried out. To assess the level of fire safety, it is proposed to use the fire risk indicator. The mathematical model of fire risk minimization is proposed as the function of the system of fire-fighting measures with resource constraints.

Keywords: *fire safety, railway transport, causes of fires, damage, costs, mathematical model*

Пожары природного и техногенного характера наносят большой ущерб экономике страны. Не являются исключением и объекты железнодорожного транспорта. Причинами возникновения пожаров становятся неосторожное обращение с огнем, нарушение правил пожарной безопасности, различного рода объективные причины. Ущерб от пожаров в масштабе страны исчисляется многомиллионными суммами. Нередко в результате воздействия поражающих факторов пожара теряют здоровье и гибнут люди. Поэтому вопросы обеспечения пожарной безопасности промышленных и гражданских объектов по-прежнему остаются актуальными и требуют повышенного внимания со стороны административных органов, научных и проектных организаций и общественности. Актуальность данной проблемы заключается в том, что транспорт - приоритетная отрасль народного хозяйства, которая является показателем экономического развития страны.

Транспорт относится к числу отраслей, в которых особенно ощущается специфичность труда и его повышенная опасность. Основными причинами пожаров на объектах транспорта является неосторожное обращение с огнём, перехода огня со степей и лесных массивов, нарушение правил пожарной безопасности, короткие замыкания, а также технические неисправности.

Целью работы является анализ пожарных рисков и мероприятий по их снижению на объектах транспорта.

В соответствии с этой целью решались следующие задачи:

изучение нормативно-справочной информации по этому направлению;

анализ статистических данных по пожарам и ущербу на транспорте;

изучить мероприятия по снижению пожарных рисков и разработать методы оценки их эффективности.

Пожар представляет собой сложный физико-химических процесс, включающий, помимо горения, массо- и теплообмен, развивающийся во времени и пространстве. Данные явления характеризуются такими параметрами как скорость и интенсивность горения, температура пламени.

Пожар сопровождается социальными последствиями, приводящими не только к материальному, но и моральному ущербу. Гибель людей, термические травмы и отравления токсичными продуктами горения, паника на объектах с пребыванием людей – распространенные последствия пожаров.

Возникновение и действие пожаров связано с рядом случайных факторов, влияние которых трудно предсказать. Для повышения уровня охраны и успешного тушения пожаров необходимо изучение причин и условий их возникновения и распространения. Для этого требуется тщательный анализ статистической информации за предшествующий многолетний период с целью оценки состояния противопожарных служб, эффективности их работы, выявления недостатков и определения путей их устранения [1, 2].

Анализ причин возникновения пожаров в России в 2018 году (всего 13184 пожаров) показывает, что наибольшее их число произошло вследствие нарушений эксплуатации оборудования (41769), неосторожного обращения с огнем (37195), нарушений эксплуатации печей (21934), в результате поджогов (13625), нарушений работы транспортных средств (9027) и др. Наиболее часто пожары возникают в жилом секторе (69%), транспортных средствах (15%), производственных и административных зданиях, складах (7%) [1].

Ежегодное число погибших на пожарах за последнее десятилетие находится в интервале от восьми до одиннадцати тысяч человек. Эта трагическая статистика говорит о необходимости усиления мер пожарной безопасности. В последние годы наметилась тенденция снижения числа погибших и травмированных на пожарах, важно сохранить эту тенденцию и добиться существенного улучшения обстановки с пожарами.

Для оценки пожарной безопасности часто используется показатель пожарного риска, который выражается произведением вероятности возникновения пожара на экономический ущерб в случае уничтожения объекта. Основные действия, которые могут снизить пожарный риск, должны быть направлены на уменьшение вероятности пожара. К таким мероприятиям относятся профилактика возникновения и распространения пожаров, системы сигнализации и автоматического пожаротушения, оперативное прибытие к месту пожара, непосредственное тушение [3].

Оценка пожарных рисков для объектов железнодорожного транспорта в общем виде может осуществляться с использованием математического моделирования, основанного на связях различных параметров. Факторы, определяющие пожарные риски, объединяются в две группы: неуправляемые и управляемые, на которые можно воздействовать для уменьшения их влияния.

С целью формализации данной задачи введем следующие обозначения:

$\bar{a} = (a_1, \ldots, a_k)$ – вектор неуправляемых параметров, выражающих количественные значения различных факторов (природных, социальных, организационно-технических);

$\bar{x} = (x_{k+1}, \ldots, x_l)$ – вектор управляемых параметров, значения которых могут изменяться при планировании мероприятий по снижению пожарных рисков;

B_i – коэффициент значимости i-го вида пожарной опасности в интегральной оценке (i = 1, …, 4);

A_{ij} – коэффициент, учитывающий влияние на i-ый вид пожарной опасности j-го параметра (неуправляемого – при j = 1, …, k; управляемого – $j = k$ +1, …, l).

Интегральный индекс пожарного риска (R_0) определяется по формуле:

$$R_0 = F(\vec{a}, \vec{x}) = \sum_{i=1}^{4} B_i \left(\sum_{j=1}^{k} A_{ij} a_j + \sum_{j=k+1}^{l} A_{ij} x_j \right), \quad (1)$$

При управлении пожарными рисками изменяются значения x_j с целью снижения интегральной оценки R_0. Задача оптимизации управления пожарными рисками заключается в минимизации целевой функции (1) при ограничении (2) на финансовые ресурсы, необходимые для реализации системы противопожарных мероприятий:

$$\sum_{j=k+1}^{l} z_j \, (x_j - x_j^*) \leq Z_0, \quad (2)$$

где x_j^* - фактическое значение управляемого параметра x_j;

z_j – удельные затраты на мероприятия, соответствующие j-му параметру;

Z_0 – предельно допустимая сумма расходов на реализацию системы противопожарных мероприятий.

Задача определения эффективности мероприятий по снижению пожарных рисков объектов железнодорожного транспорта основывается на учете планируемых затрат и ожидаемого ущерба. Критерием оптимальности будут суммарные убытки (3), включающие планируемые затраты и ожидаемый ущерб:

$$Q(R_0) = A(R_0) + B(R_0), \quad (3)$$

Учитывая, что $R_0 = F(\bar{a}, \bar{x}_0)$, критерий оптимальности определяется как:

$$\min_{\bar{x}} Q(\bar{a}, \bar{x}) = min\{A(\bar{a}, \bar{x}) + B(\bar{a}, \bar{x})\}. \quad (4)$$

При снижении пожарного риска R_0 посредством увеличения объемов мероприятий величина $A(\bar{a}\,, \bar{x})$ возрастает, но при этом уменьшается величина $B(\bar{a}\,, \bar{x})$ - ущерб от пожаров (3, 4). При оптимальном распределении финансовых средств между основными группами мероприятий эти функции будут соответственно монотонно возрастающей и монотонно убывающей. Поэтому сумма имеет экстремальную точку, соответствующую минимальному значению суммарных убытков при осуществлении оптимальной системы мероприятий.

Комплекс противопожарных мероприятий, позволяющий управлять пожарными рисками, включает следующие основные направления [3]:

- противопожарная пропаганда, информирование и обучение населения, работников предприятий железнодорожного транспорта;
- мероприятия по контролю пожарной безопасности объектов железнодорожного транспорта и обнаружению пожаров;
- противопожарное обустройство территории объектов;
- организация оперативного тушения пожаров.

Предложенные математические модели являются основой для оптимизации мероприятий по снижению пожарного риска и повышению уровня пожарной безопасности на транспорте.

Список использованных источников

1. Тушение пожаров и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций на транспорте. URL: https://fireman.club/conspects/tema-13-tushenie-pozharov-i-likvidaciya-posledstvij-chrezvychajnyx-situacij-na-transporte/

2. Статистика пожаров за 2019 год. Статистический сборник: Пожары и пожарная безопасность в 2019 году. Под общей редакцией Гордиенко Д.М. -М.: ВНИИПО, 2020. URL: https://fireman.club/literature/statistika-pozharov-za-2019-god-pozharyi-i-pozharnaya-bezopasnost-v-2019/

2. Груманс В.М. Проблемы оптимизации мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на транспорте // Цифровизация транспорта и образования: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию железнодорожного образования в Сибири / КрИЖТ ИрГУПС. Красноярск, 2019. С. 328-332.

УДК 51-7 **ГРНТИ 27.35.00**

МАТЕМАТИКА, КАК ОСНОВНОЙ ЯЗЫК ТЕХНИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Н.В. Войновский,
студент гр.ЭТТп.4-20-1, КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск
Научный руководитель: Н.М. Ничкова
старший преподаватель КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. *Автором был проведен анализ, какие разделы математики являются основой для дальнейшего изучения технических и экономических дисциплин студентами железнодорожного ВУЗА.*

Ключевые слова: *математика, студент железнодорожник.*

MATHEMATICS AS THE MAIN LANGUAGE OF TECHNICAL AND ECONOMIC DISCIPLINES

N. V. Voynovsky,
student 4-20-1, gr. ETTp.4-20-1,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk
Scientific supervisor: N. M. Nichkova
Senior teacher
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Abstract. *The author analyzed the sections of mathematics which are the basis for further study of technical and economic disciplines by students of a railway university.*

Keywords: *mathematics, railway student.*

Математика сопровождает нас на протяжении всей жизни и является языком технических наук. Тем не менее, многие люди говорят и думают, что математика им в жизни не пригодится – это далеко не так.

Чтобы овладеть практически любой профессией, нужно обладать знаниями по математике. Особое значение имеет умение строить математическую модель реальной ситуации.

Математика применяется во всех сферах жизни в разной степени и лишь в одном она может быть определяющей, когда она используется в профессиях, от которых зависит безопасность людей. От точных математических расчётов, умения применять их на практике зависит жизнь многих людей. Такой степенью ответственности обладает математика в профессии железнодорожника.

Учась в ВУЗе, студенты задаются вопросом для чего им нужны полученные знания и как применять их в дальнейшем.

Студентам экономического направления важно знание финансовой математики, методов оптимального управления, динамики ценообразования. Если ранее для определения стоимость проезда пассажира в скором поезде достаточно было к стоимости проезда по тарифу прибавить НДС и комиссионный сбор, то в настоящее время стоимость проезда зависит не только от расстояния и популярности маршрута, но и от таких факторов, как:

- категория поезда;
- время года, день недели, время отправления, прибытия и т.д.;
- количество предложенных мест в поезде;
- дата совершения покупки билета (количество дней до отправления поезда).

В результате цена билета может измениться в течение часа и даже нескольких минут [3].

Также важно уметь применять цифровые технологии для обработки больших объемов информации [1].

Студентам технических специальностей важны знания по аналитической геометрии и векторной алгебре, которым в школе не уделяют должного внимания, а также знание дифференциальной геометрии, применяемой в железнодорожном проектировании. Например, какие кривые можно использовать в качестве переходных (Рисунок.1).

К сожалению, несмотря на обилие различных кривых, ни одна из них не имеет строгого математического обоснования соответствия ее формы и характера изменения кривизны наперед заданным условиям движения, поэтому вопрос выбора наиболее подходящей переходной кривой остается актуальным [2].

Для студентов специальности «Эксплуатация железных дорог» важно знание работы систем массового обслуживания (СМО). С помощью простейшего (Пуассоновского) потока и основ теории вероятностей можно рассчитать основные показатели эффективности СМО, такие как: абсолютная и относительная пропускные способности СМО, вероятность отказа, среднее число заявок как в СМО, так и в очереди, если она есть, среднее время пребывания заявки как в СМО, так и в очереди, среднее число занятых каналов и т.д.

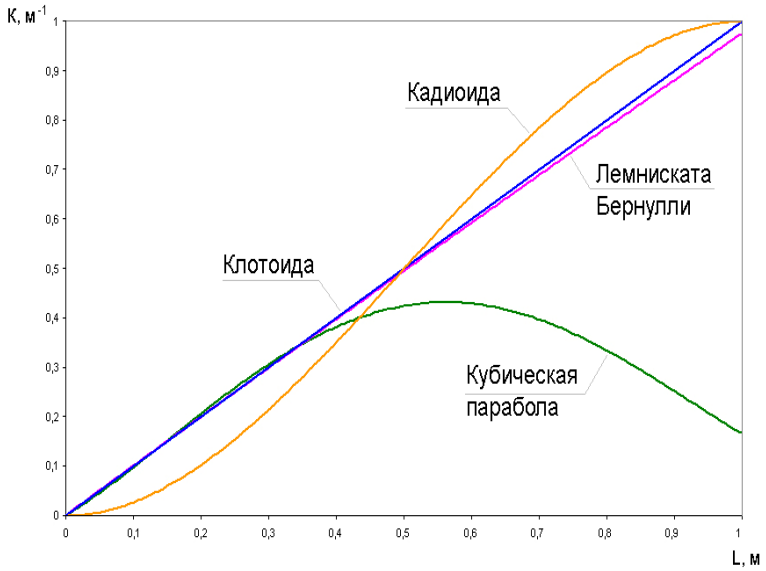


Рисунок 1 – Виды кривых, которые можно использовать в качестве переходных

Подводя итог, хочется выделить то, что математика выступает как основной фундамент для дальнейшего изучения специальных дисциплин. Ни одна прикладная дисциплина не обходится без математических формул и основная задача студента – научиться понимать эти формулы.

Список использованных источников

1.Ничкова Н.М. Преподавание математических дисциплин в условиях перехода к цифровым компетенциям // Цифровизация транспорта и образования [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию железнодорожного образования в Сибири (Красноярск, 9-11 октября 2019 г.) / КрИЖТ ИрГУПС, 2019.–С. 465-468.

2.Погребняк, В. А. Дифференциальная геометрия в железнодорожном проектировании. Переходные кривые / В. А. Погребняк, Н. М. Ничкова// Молодежная наука Сибирского региона [Электронный ресурс]: труды XXII Межвузовской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС : в 2-х т. / Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 22-я межвузовская научно-практическая конференция (19.04.2018). Т. 1, 2018. - С .243-248.

3.Российские железные дороги: официальный сайт URL: http://www.rzd.ru(дата обращения 12.04.2021)

УДК 629.423.1 **ГРНТИ 73.29.41**

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМ ЭЛЕКТРОВОЗА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА СЕРИИ 2ЭС5К В РЕЖИМЕ ТЯГИ В РАСЧЕТЕ НА ОДНУ ТЕЛЕЖКУ

Д.А. Тихонов

студент ПСЖ.3-17-2, ИрГУПС, г. Иркутск

Научный руководитель: Т.В. Волчек

аспирант кафедры «Электроподвижной состав», ИрГУПС, г. Иркутск

Аннотация. *В настоящее время одними из самых современных электровозов переменного тока являются электровозы серии «Ермак», которые имеют различные модификации Э5К, 2(3,4) ЭС5К. Данные электровозы являются следующей эволюционной ступенью в развитии грузовых электровозов семейства ВЛ80 и позиционируются как их основная замена. В данной статье разработана функциональная и принципиальная схемы электровоза переменного тока серии 2ЭС5К в режиме тяги в расчете на одну тележку, позволяющие показать все элементы силовой цепи электровоза, а также связи между ними.*

Ключевые слова: *электровоз переменного тока, функциональная схема, принципиальная схема, блок управления, выпрямительно-инверторный преобразователь, тяговый электродвигатель*

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL AND SCHEMATIC DIAGRAMS OF AN ALTERNATING CURRENT ELECTRIC LOCOMOTIVE OF THE 2ES5K SERIES IN THE TRACTION MODE PER ONE TROLLEY

D. A. Tikhonov
[2] students of PSG.3-17-2 group,
Irkutsk State Railway Engineering University, Irkutsk
Scientific supervisor: T. V. Volchek
[1] postgraduate student of the "Electric Rolling Stock" Department,
Irkutsk State Railway Engineering University, Irkutsk

Abstract. *At present, the electric locomotives of the Ermak series, which have various modifications of E5K, 2(3,4) ES5K are the most modern electric locomotives of alternating current. These electric locomotives are the next evolutionary step in the development of freight electric locomotives of the VL80 family and are positioned as their main replacement. In this article, the functional and schematic diagram of the alternating current electric locomotive of the 2ES5K series in the traction mode per trolley is developed, which allows showing all the elements of the electric locomotive power circuit, as well as the connections between them.*

Keywords: *AC electric locomotive, functional diagram, schematic diagram, control unit, rectifier-inverter converter, traction electric motor*

В настоящее время электровозы серии «Ермак», выпускаемые с 2005 года, являются одними из самых современных отечественных электровозов переменного тока, которые имеют различные модификации – Э5К, 2(3,4)ЭС5К. Данные электровозы являются следующей эволюционной ступенью в развитии грузовых электровозов семейства ВЛ80 и позиционируются как их основная замена [1]. Поэтому студентам железнодорожных высших учебных заведений специальности «Электрический транспорт железных дорог» необходимо подробно изучать работу современных электровозов, что позволит сделать их грамотными специалистами. Для этого разработаем функциональную и принципиальную схемы электровоза переменного тока серии 2ЭС5К, позволяющие показать все элементы силовой цепи электровоза, а также связи между ними.

На рисунке 1 изображена функциональная схема электровоза серии 2ЭС5К, работающего в режиме тяги в расчете на одну тележку. Схема включает в себя тяговый трансформатор (ТТ), за прототип которого принят ОНДЦЭ-4350/25-У2, питающийся от контактной сети напряжением 25 кВ; выпрямительно-инверторный преобразователь (ВИП) типа ВИП-4000М, сглаживающий реактор РС-19 и тяговый электродвигатель (ТЭД) типа НБ-514Б, а также блоки

измерения, к которым относят датчики токов якоря и возбуждения (ДТЯ, ДТВ), датчик скорости (ДС) [2].

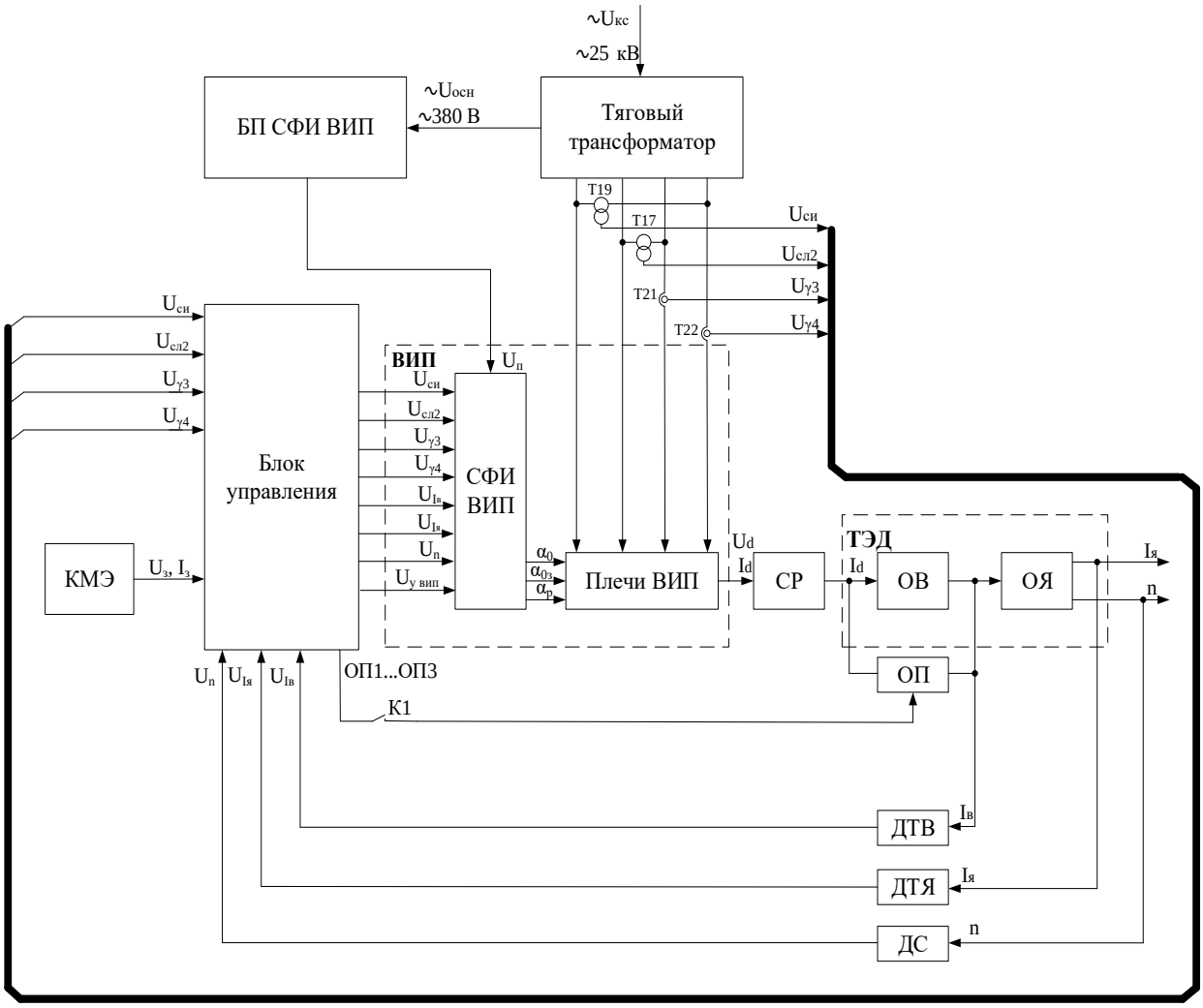


Рисунок 1 – Функциональная схема электровоза 2ЭС5К, работающего в режиме тяги в расчете на одну тележку

Управление ВИП осуществляется с помощью контроллера машиниста (КМЭ) или автоматически (в режиме автоведения) путем изменения углов открытия тиристоров ВИП, за счёт задания скорости и тока [3]. Сигналы от КМ подаются на БУ электровоза. Информация об углах коммутации на БУ поступает от датчиков углов коммутации (Т21 и Т22), о значениях токов якоря и возбуждения – от датчиков тока (ДТЯ и ДТВ), которые формируют напряжения, пропорциональные токам якоря и возбуждения ТЭД. На БУ от датчиков скорости (ДС) поступает сигнал пропорциональный фактическому значению скорости движения электровоза, с помощью которого контролируются скорости вращения осей колесных пар (n) для поддержания заданной скорости электровоза. При помощи ДС обеспечивается защита от боксования и юза. Также к БУ подаётся сигнал от трансформатора (Т18) для обеспечения работы системы синхронизации аппаратуры с сетью и трансформатора (Т17) – для обеспечения

работы системы, устанавливающей необходимую величину α_0 в зависимости от формы и уровня напряжения контактной сети.

БУ формирует управляющие импульсы на систему формирования импульсов (СФИ) ВИП, которая служит для включения его тиристоров. Блок питания (БП) СФИ ВИП питается от обмотки собственных нужд (ОСН) 380 В ТТ. БУ обеспечивает плавное четырехзонное регулирование напряжения на ТЭД.

После полного открытия тиристоров на четвертой зоне регулирования дальнейшее увеличение скорости достигается ослаблением поля ТЭД [3].

На основании функциональной схемы электровоза 2ЭС5К, разработана принципиальная электрическая схема электровоза 2ЭС5К с его блоком управления в расчете на одну тележку, которая включает схемы замещения системы электроснабжения, ТТ, ВИП на четвертой зоне регулирования и ТЭД, работающего в режиме ослабления поля, рисунок 2.

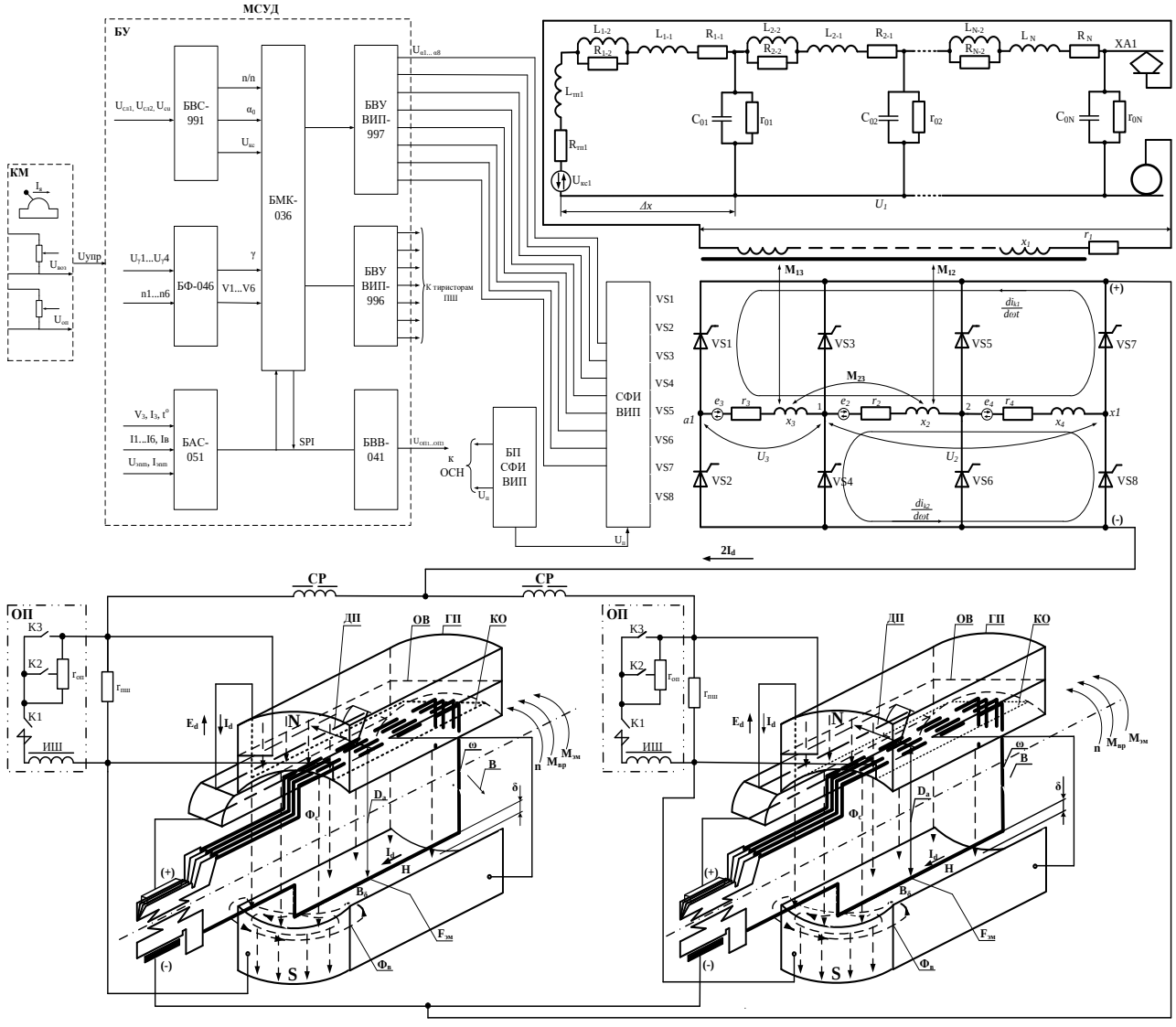


Рисунок 2 – Принципиальная схема силовой цепи электровоза 2ЭС5К, работающего в режиме тяги в расчете на одну тележку

БУ содержит следующие блоки: блок входных сигналов (БВС-991), который подключается к датчикам напряжения слежения за потенциальными условиями ($U_{сл1}$, $U_{сл2}$) и синхронизации ($U_{си}$); блок формирователей (БФ-046), входы которого подключаются к датчикам угла коммутации ($U_{\gamma 1} – U_{\gamma 4}$) и импульсным датчиком частоты вращения ($n_1 – n_4$), также на данный блок поступают сигналы от датчика температуры); блок аналоговых сигналов (БАС-051), предназначенный для согласования уровней сигналов от датчиков тока (I_1-I_4, $I_в$) и задатчиков ($I_з$, $V_з$) со входами аналого-цифрового преобразователя, входящего в состав блока микропроцессорного контроллера (БМК-036); блок ввода-вывода (БВВ-041) задает режим работы электровоза и формирует сигналы управления электропневматическими контакторами (К1-К3) ослабления поля ТЭД, клапанами песочниц, преобразователями частоты фаз вентилятора и панелью индикации пульта машиниста [4]. Сигналы ($\alpha_1 – \alpha_8$ для ВИП, α_9, α_{10} для выпрямительной установки возбуждения) сформированные в БМК-036 усиливаются в блоках выходных усилителей БВУ-997 ($\alpha_1 – \alpha_{10}$), БВУ-996 ($\alpha_{ш1} – \alpha_{ш4}$).

Таким образом, разработаны и описаны функциональная и принципиальные схемы силовой цепи электровоза 2ЭС5К в режиме тяги в расчете на одну тележку, позволяющие изучить работу современного электровоза.

Список использованных источников

1. Мощнее электровоза в мире нет. Выпуск №228 (266601) 18.12.2018
2. Электровоз 2ЭС5К: Руководство по эксплуатации Книга 1 / ОАО «ВЭлНИИ». – М.: Транспорт, 2006. – 249 с.
3. Тихменев Б.Н. Электровозы переменного тока со статическими преобразователями. М.: Транспорт, 1958. 277 с.
4. Волчек Т.В., Мельниченко О.В., Шрамко С.Г. Современный подход к регулированию ослабления поля тяговых электродвигателей электровозов переменного тока // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона.2020. №3(20). ДВГУПС. Хабаровск. С.23-26.

УДК 625.123.089.4(571.6) **ГРНТИ 73.29.61**

ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПЕРЕД ОТСЫПКОЙ ВТОРОГО ПУТИ НА ПЕРЕГОНЕ ТУЮН-СТЛАНИК ВОСТОЧНОГО ПОЛИГОНА ДВЖД

А. И. Галишникова

Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей/23.05.06, ДВГУПС, г. Хабаровск

Научный руководитель: С. М. Жданова

Д.т.н., профессор кафедры «Строительство», ДВГУПС, г. Хабаровск

Аннотация. *В статье решаются проблемы, связанные с неравномерным протаиванием вечной мерзлоты на участке строительства второго пути, где часть основания присыпаемого земляного полотна будет находиться в естественных природных условиях, а часть – под эксплуатируемым земляным полотном, в талом и протаивающем состоянии.*

Ключевые слова: *восточный полигон ДВЖД, земляное полотно, второй путь, многолетнемерзлые грунты, деформации, конструктивно-технологические решения.*

SELECTION OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR STRENGTHENING THE ROADBED BEFORE FILLING THE SECOND TRACK ON THE TUYUN-STLANNIK STAGE OF THE EASTERN POLYGON OF THE FAR EASTERN RAILWAY

A. I. Galishnikova

Construction of railways, bridges and transport tunnels/23.05.06, DVGUPS, Khabarovsk

Scientific Supervisor: S. M. Zhdanova,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of "Construction", DVGUPS, Khabarovsk

Annotation. *The article solves the problems associated with the uneven thawing of permafrost on the construction site of the second track, where part of the foundation of the groundbed will be in natural conditions, and part – under the exploited groundbed, in a thawed and thawing state.*

Keywords: *eastern polygon of the Far Eastern Railway, roadbed, second track, permafrost, deformations, structural and technological solutions.*

В рамках модернизации БАМа и Транссиба планируется увеличить провозную способность в восточном направлении до 210 млн тонн в 2025 году за счет строительства и реконструкции станций, строительства новых железнодорожных путей и двухпутных вставок, реконструкции мостов, тоннелей, а также возведения объектов хозяйства и жилых домов [1].

При этом проблемы, связанные с протаиванием вечной мерзлоты на участке строительства второго пути, там, где часть основания присыпаемого земляного полотна находится в естественных природных условиях, а часть, примыкающая к существующему земляному полотну, находится в талом и протаивающем состоянии являются наиболее актуальными [2]. При этом существующее земляное полотно уже относительно за десятилетия стабилизировалось.

Учитывая особенности, связанные с негативными моментами: неравномерным протаиванием многолетнемерзлых грунтов и осадками грунтов основания, и земляного полотна, необходимо предусмотреть целенаправленные конструктивно-технологические решения для их усиления и, в первую очередь, основания сооружаемого второго пути и рассмотреть особенности строительства земляного полотна.

На стабильном участке идет обычная отсыпка земляного полотна, а на слабых основаниях надо будет рассмотреть варианты его усиления.

По административному делению Дальневосточной железной дороги участок пути 3221-3224 км находится на перегоне Туюн – Стланик Этыркенской дистанции пути.

В геоморфологическом отношении описываемый район представляет собой типичное среднегорье. Трасса железной дороги уложена в направлении близком к широтному по межгорной впадине, по днищу которой протекает р. Туюн и её левобережный приток р. Воспорухан.

Климат района суровый от - 3,0° С до - 6,7° С. Амплитуда температур воздуха может в отдельных случаях превышать 90 С.°

В геологическом строении участка участвуют элювиально-делювиальные, делювиальные и рыхлые аллювиальные четвертичные отложения, подстилаемые коренными породами, представленными крупнозернистыми полевошпатовыми гранитами, в верхней зоне, сильно трещиноватыми, слабой и средней крепости.

Наиболее охлаждённые участки местности по трассе заняты маревыми ландшафтами, представленными мохово-торфяными марями со слоем мха 0,2-0,5 м и мощностью торфа от 0,5 до 3,0 м.

Важным требованием при сооружении земляного полотна дополнительных путей является ликвидация застоев воды и увлажнения грунта в основании присыпаемого земляного полотна. С этой целью необходимо осушить основание. Приступать к основным работам по отсыпке насыпей и разработке выемок можно только после устройств водоотводов.

Земляное полотно на участке сооружалось в 1979-1980 гг. Начало активных деформаций насыпи совпало по времени с первыми годами постоянной эксплуатации, что и зафиксировано в отчетных документах дистанции пути.

На ПК 32225+85 с нагорной стороны в результате размыва канавы родником у подошвы бермы скопилась вода, образовалось озеро и начал развиваться

термокарст. Из-за отсутствия водоотводов или их заиливания в результате их бесхозяйственного текущего содержания, а также отсутствия водопропускных сооружений в депрессионных формах рельефа (ПК 32214+38 и ПК 32226+60) слева от насыпи наблюдается застой воды, вызывающий протаивание вечной мерзлоты и повышающий обводнённость грунтов основания насыпи. Известно, что в условиях слабосточных марей этому вопросу должно уделяться особое внимание на всех этапах проектирования, строительства и эксплуатации железной дороги [3].

Под действием гидростатического напора в предзимний период, который возникает между промерзающими зонами сезонной и вечной мерзлоты (в результате поднятия границы вечной мерзлоты и опускания сезонной), происходит "отжатие" воды и резкая осадка правой стороны насыпи. Благодаря тому, что грунты насыпи дренирующие, они свободно фильтруют и отжимают воду осенью, а зимой, когда они промерзают, происходит вспучивание насыпи.

Единственно правильное и наиболее эффективное решение в этом случае – осушить участок, т.е. обеспечить полноценный водоотвод с перепуском воды в подгорную сторону с помощью водопропускных сооружений.

На деформированных участках в первую очередь надо обеспечить стабильность земляного полотна. В этом случае, стоит задача выбора мероприятий в первую очередь там, где это необходимо. На ПК 32214+38 в связи со строительством второго пути требуется либо реконструкции фильтрующей насыпи, либо ее удлинение. На ПК 32226+60 находится озеро, поэтому нужно предусмотреть либо комбинирующую фильтрующую насыпь, либо трубу.

Из-за слабых грунтов в основании, канавы, сооружаемые обычным способом замываются, поэтому выбор стоит между устройством дренажной системы с использованием геосинтетического материала, в этом случае, канава будет собирать воду и не будет деформироваться. Или устройством двухступенчатой дренажной системы с нагорной стороны для перехвата воды.

Конкретно для стабилизации каждого участка предложены следующие мероприятия: досыпка балластной призмы до проектных размеров; досыпка двухсторонних контрбанкетов; доведение насыпи и балластной призмы до проектного очертания; засыпка болота и озера; восстановление профилей нагорных канав; углубление подмостового русла для выпуска воды из канавы; переустройство фильтрующей насыпи для перепуска воды из пазухи в выемке в подгорную сторону; устройство выпуска; восстановление профиля левого кювета; отсыпка бермы шириной до 6 м с левой стороны и планировка берм в сторону нагорной канавы; устройство и восстановление профиля нагорной канавы.

Список использованных источников

1. http://www.morvesti.ru/analitika/1687/86211/?sphrase_id=3525699

2. Жданова, С.М. Усиление земляного полотна на оттаивающих вечномёрзлых грунтах: монография / С.М.Жданова, П.И.Дыдышко. – Хабаровск: ДВГУПС, 2005. – 134 с.: ил.

3. С.М. Жданова, А.А. Пиотрович. Функционально-системный принцип проектирования земляного полотна на высокотемпературной вечной мерзлоте /Современные методы проектирования транспортных магистралей как элементов природно-техногенной системы: Материалы н-пр. конференции, посвященной 100-летию со дня рождения засл. Деятеля наук РСФСР, д. т. н., проф. А. К. Дюнина (Новосибирск, 21 ноября 2013 г./под ред. Проф. А. Л. Исакова. Новосибирск: изд-во СГУПСа 2015 г.,-106 стр.), с. 72-76

4. В.А. Крапивный, Г.В. Бокач, С.М. Жданова, В.В. Воронин. Создание системы мониторинга инфраструктуры БАМа /Журнал «Железнодорожный транспорт».2015, № 10.- С. 57–58.

УДК 656.22:37 **ГРНТИ 73.29.51**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УСКОРЕННЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

А.Э. Дидович, М.А. Слепов, Д.А. Квашенинник

студент специальности 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам), филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

Научный руководитель: В.Ф. Долгова

преподаватель, филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, г. Дзержинск

Аннотация. *Сложившаяся годами система организации транспортного обслуживания была ориентирована на обработку поступающих обращений и запросов клиентов. Однако сейчас меняющиеся условия рынка требуют кардинального разворота в сторону потребностей грузовладельцев, адресной работы по продвижению новых продуктов и услуг и взаимодействию с клиентом. В РЖД отмечают, что в настоящее время проблемой является отсутствие единой информационной системы подразделений транспортно-логистического блока. На автомобильный транспорт уходят высокодоходные грузы и клиенты. Взаимодействие с клиентом должно основываться на едином информационном пространстве, что позволит минимизировать бумажную работу, оптимизировать затраты клиента на коммуникации с компанией.*

Ключевые слова: *перевозка грузов железнодорожным транспортом, немассовые грузы, ускоренные грузовые перевозки, новые транспортные услуги и логистические сервисы, взаимодействие с грузовладельцами, адресная работа по продвижению новых продуктов и транспортных услуг при взаимодействии с грузовладельцами, сроки доставки груза.*

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF FAST CARGO TRANSPORTATION

A. E. Didovich, M. A. Slepov, D. A. Kvasheninnik
student of the «Organization of Transportation and Transport Management (by Mode» specialty, branch of Samara State Railway Engineering University in Nizhny Novgorod
Scientific supervisor: V. F. Dolgova
teacher, branch of Samara State Railway Engineering University in Nizhny Novgorod, Dzerzhinsk

Abstract. *The system of organizing transport services that has developed over the years was focused on processing incoming requests and customer requests. However, now the changing market conditions require a radical turn towards the needs of cargo owners, targeted work to promote new products and services and interaction with the client. «Russian Railways» notes that at present the problem is the lack of the unified information system for transport and logistics units. High-yield cargo and customers choose the road transport. Interaction with the client should be based on the single information space, which will minimize paperwork, optimize the client's costs for communication with the company.*

Keywords: *cargo transportation by rail, non-mass cargo, fast cargo transportation, new transport services and logistics services, interaction with cargo owners, targeted work to promote new products and transport services when interacting with cargo owners, cargo delivery time.*

С 1991 года в нашей стране количество отправок грузов категории «прочие» сократилось в 8 раз. Это немассовые промышленные и продовольственные грузы, полуфабрикаты. Они являются высокодоходными. По состоянию на 2020 год железнодорожный транспорт концентрирует свои усилия на перевозке таких грузов как уголь, руды, нефть и нефтепродукты. Железные дороги потеряли свои позиции в перевозке тарно-штучных грузов на расстояние от 3 до 5 тысяч километров, оставив за собой только сверх дальние маршруты. Одна из причин, почему клиенты выбирают автомобиль - это срок доставки, который у железнодорожной перевозки значительно выше. Чем короче маршрут, тем эта разница больше. Фактическое время перевозки по железной дороге и по автомагистрали сопоставимо, так как грузовой поезд и автомобиль движутся с одинаковыми скоростями. Основной проигрыш у железных дорог проявляется в наличии нескольких видов простоев. Груз долго находится на станции

отправления, станции назначения и сортировочных станциях. Организация грузовой перевозки несравнимо сложнее, чем автомобильной.

Перечень необходимых документов при перевозке грузов железнодорожным транспортом:

1.Заключить договор на открытие «Единого лицевого счета».

2. Заключить договор с дистанцией механизированной погрузки.

3. Заключить договор на возможность погрузки-выгрузки с представителем владельца инфраструктуры (от 1 недели).

4. Заключить договор на установку и обслуживание системы «ЭТРАН».

5. Заключить договор на «Оказание услуг» с представительством ТЦФТО.

6. Изучить «Правила перевозок грузов», «Правила размещения и крепления груза» и сдать экзамен.

7. Оформить перевозочные документы и оплатить перевозку.

8. Заключить договор на предоставление подвижного состава с вагонным оператором (крупные операторы не работают с мелкими партиями отправок).

9. Доставить груз к терминалу.

Для повышения конкурентоспособности по перевозке не массовых грузов предлагаются следующие мероприятия:

1. Полная автоматизация перевозочного процесса.

2. Автоматизированное резервирование грузовых мест в поездах.

3. Неизменность схемы поезда по маршруту следования ускоренного поезда за некоторым исключением.

4. Обеспечение возможности выполнения грузовых операций на станциях по маршруту следования поезда без изменения схемы его состава и выполнения маневровых операций.

Основные параметры новой технологии перевозок являются:

1. Повышение уровня маршрутизации.

2.Схема формирования поездов постоянна и заранее известна потенциальным грузоотправителям.

3. Погрузо – выгрузочные операции осуществляются без изменения состава поезда и без изменения схемы формирования поезда.

4. Следование поезда осуществляется по жестким ниткам графика.

5. Схема формирования поезда подбирается исходя из номенклатуры груза и грузопотока.

6. Использование специализированных контейнеров для расширения номенклатуры груза.

Любой потенциальный грузоотправитель может подключиться к интернет информационному сервису и получить сведения о расписании движения ускоренных грузовых поездов и наличии в них свободных грузовых мест по необходимому маршруту следования. Важной составляющей алгоритма работы

новой системы является интерфейс, похожий по своей структуре на систему «Экспресс – 3», по которой происходит продажа билетов на пассажирские поезда. Выбрав на портале нужный вид перевозки, клиент может выбрать подходящий ему поезд, тип вагона, грузовое место и дополнительные услуги.

Система сразу формирует окончательную цену на доставку, готовит типовой договор перевозки. Доставкой груза от клиента до станции может заниматься перевозчик или сам грузоотправитель. Для оптимизации логистики перевозок размеры грузовых партий и упаковок стандартизированы. В поездах могут предоставляться как универсальные, так и специализированные нестандартные грузовые места по запросам грузовладельцев. Основой концепцией перевозок грузов должен стать крупнотоннажный контейнер и все его модификации под перевозку различных видов грузов. Но для расширения сферы применения ускоренных грузовых перевозок должны использоваться контейнеры с боковым загрузом, закрытые вагоны стеллажного типа со сдвижными стенами, рефрижераторные вагоны, стандартные почтово – багажные вагоны. В зависимости от прогнозируемого вагонопотока, может выбираться типовая или уникальная схема поезда, состоящая из специализированных вагонов, для конкретных видов грузов или транспортной тары. Объединяет эти поезда одно – регулярное обращение и наличие спроса на грузовые места конкретных видов. Для обслуживания этих перевозок необходимо наличие специализированных терминалов. Терминалы для ускоренных поездов включают в себя грузовые фронты и складские помещения для скоропортящихся, пакетированных и контейнизированных грузов. Зона работы с контейнерами предусматривает работу с крупнотоннажными и среднетоннажными контейнерами. Для работы с контрейлерами выделяется отдельная зона терминала. Терминал ориентирован на максимально быструю обработку транзитных поездов. Возможность выполнения грузовых операций на электрифицированных путях терминала обеспечивается применением специализированных погрузчиков, способных работать в габарите погрузки под контактным проводом.

В среднесрочной перспективе с целью повышения производительности тягового подвижного состава при соответствующем обосновании возможно использование мультисистемных электровозов с наличием опции «последняя линия на автономной тяге». Эти машины могут заезжать на терминалы, не оборудованные электрифицированными путями без привлечения маневровых локомотивов и использования специальных технических решений. На первоначальном этапе в качестве подвижного состава будут использоваться работающие модели подвижного состава. В перспективе возможен переход на подвижной состав, приспособленный к работе по линиям со скоростным

движением, где используются улучшенные динамические и тормозные характеристики, высокий уровень амортизации колебаний.

С развитием сервиса перевозок, при повышении объема грузопотоков по мере сооружения новых терминалов будут открываться новые маршруты ускоренных грузовых поездов, постоянной составности, обращающиеся между опорными грузовыми терминалами по расписанию.

Можно сделать вывод о причинах снижения объемов перевозок железнодорожным транспортом немассовых грузов на средние расстояния, о перевозке этих грузов автомобильным транспортом. Для конкуренции с автомобильным транспортом необходимо предоставить на рынок транспортных услуг новые логистические технологии и подходы в работе с грузовладельцами.

Список использованных источников

1. Целевая регуляторная модель рынка грузовых железнодорожных перевозок – основные предложения: презентация на форуме «РЖД – партнер». М,;Анализ проектной группы РЖД и Мс Кинзей. 2009. С.27.

2. Колин А.В., Котов В.А. Возможности грузовой перевозки грузов. Железнодорожный транспорт.2008. № 3. С. 20-23.

3. Прокофьев М.Н. Маршрутная сеть ускоренных грузовых перевозок. Мир транспорта 2010. № 5. С. 78-83.

4. Прокофьев М.Н. Новый вагон стеллажного типа. Железнодорожный транспорт 2013.№11. С.55.

УДК 656.225 **ГРНТИ 73.29.61**

СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ КУРСИРОВАНИЯ КОЛЬЦЕВЫХ МАРШРУТНЫХ ПОЕЗДОВ

А. Д. Доможирова

Аспирант, ИрГУПС, г. Иркутск

Научный руководитель: Р. Ю. Упырь

канд. техн. наук., доцент, зав. кафедрой «УЭР», ИрГУПС, г. Иркутск

Аннотация. *В статье рассмотрен процесс организации движения кольцевых маршрутных поездов. Описан оборот составов с целью поиска решения проблемы восстановления графика движения маршрутного поезда после случившегося сбоя (опоздания поезда в связи с отказом, задержкой локомотива, изменения порядка пропуска поездов поездным диспетчером и др.).*

Таким решением предлагается введение дополнительного запаса парка вагонов, который бы в случае опоздания поезда был бы готов пополнить маршрут.

Ключевые слова: *маршрутный поезд, стабильность, устойчивость, график движения поездов.*

THE METHOD FOR ENSURING THE STABILITY OF RUNNING CIRCULAR BLOCK TRAINS

A. D. Domozhirova

Postgraduate student, Irkutsk State Railway Engineering University, Irkutsk

Scientific supervisor: R. Yu. Upyur

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the "UER" Department, Irkutsk State Railway Engineering University, Irkutsk

Abstract. *The article considers the process of organizing the movement of circular block trains. It describes the turnover of trains in order to find a solution to the problem of restoring the schedule of a block train after a failure (train delays due to failure, locomotive delays, changes in the order of passing trains by a train dispatcher, etc.). This solution suggests the introduction of an additional stock of the fleet of cars, which would be ready to replenish the route in case of a late train.*

Keywords: *block train, stability, train schedule.*

Маршрутизация перевозок – один из способов ускорения продвижения поездопотоков, и, как следствие, сокращение простоя вагонов с переработкой [1]. Данная категория поездов является наиболее устойчивой к сбоям, возникающим в пути следования, так как стоянки для обработки поезда не предусматриваются [2]. Но отказы, сбои в продвижении поезда, несвоевременное предоставление локомотива и др. ситуации также случаются с маршрутными поездами [3], как и с другими категориями поездов (таблица 1).

Таблица 1 – Отказы на участке оборота кольцевых маршрутных поездов за 2015-2019 гг.

Отказ	Количество
буксовый узел грузового вагона, воздухораспределитель грузового вагона, тормозная магистраль	3
изолирующий стык (2 шт.), стыкование рельсов	3
корпус крана движущей тяги, электронный блок МСУД, диод выпрямительной установки	3
реле аппаратуры рельсовой цепи, фильтры аппаратуры рельсовой цепи, кабель сигнально-блокировочный металлический (2 шт.), штативы для размещения устройств АБ	9

Оборот составов маршрутных поездов

Рассмотрим и опишем организацию движения маршрутных поездов и их составов на примере условного участка А – В. На станции А происходит выгрузка вагонов маршрутных поездов, на станции В – погрузка. Всего за сутки со станций отправляется 4 пары маршрутных поездов (4 груженых с В и 4 порожних с А). Для обеспечения маршрутов имеются 4 состава с фиксированным количеством вагонов (m_c – const): 1 состав обслуживает 1681 и 1684 поезда, 2 состав – 1680 и 1685, 3 – 1683 и 1686, 4 – 1682 и 1687. Каждый из 4 составов отправляется со станций А и В через нормативно установленные времена T_A и T_B, в эти времена заложены продолжительности грузовых операций, обработка составов в техническом и коммерческом отношении, формирование и подготовка к отправлению (рисунок 1) [4].

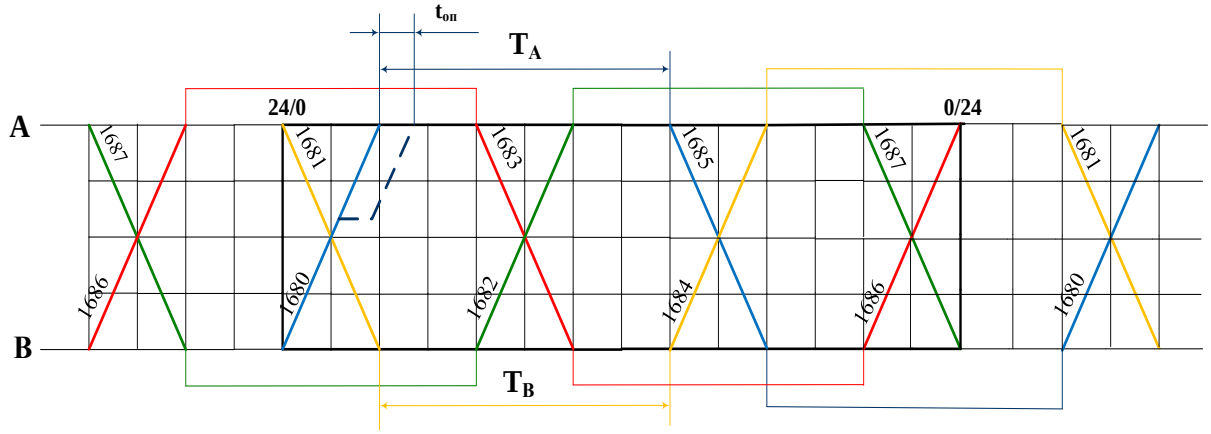


Рисунок 1 - График оборота составов кольцевых маршрутных поездов

Обеспечение устойчивости курсирования кольцевого маршрутного поезда

При возникновении сбоя в системе курсирования маршрута возникает прибытие на станцию назначения с опозданием $t_{оп}$, а это значит, что время на обработку T_A или T_B уменьшается, и на график поезд с этим же составом отправиться не сможет [5]. Отправление же поезда позже графика также выбивает из графика отправление следующего поезда с этим же составом. Чтобы предотвратить неграфиковое отправление маршрута, поезд может быть отправлен неполновесный, но это снизит динамическую нагрузку и грузооборот [6].

Чтобы восстановить график оборота маршрутов без потерь в весе поезда, предлагается ввести резерв (запас) в виде «переходящих» вагонов Δm_c и по станции А, и по станции В, количество которых определяется по формуле (1):

$$\Delta m_c = \frac{t_{оп} * m_c}{T_A}. \quad (1)$$

Заключение

Неграфиковые прибытия и отправления имеют абсолютно разные продолжительности, или они и вовсе могут не возникнуть и тогда появятся

вопросы о содержании дополнительного парка вагонов. Экономическую эффективность предлагаемого решения легко проверить при соотнесении годовых потерь от курсирования неполновесных маршрутных поездов и эксплуатационных расходов, связанных с содержанием вагонного парка и с учетом капитальных затрат.

Список использованных источников

1. Давыдов А.А. Организация вагонопотоков и маршрутизация перевозок при переходе на полигонные технологии эксплуатационной работы // Закономерности развития технических и технологических наук: материалы Международной научно-практической конференции / Казань, 2017. С. 15-18.

2. Доможирова А.Д., Гончарова Н.Ю., Упырь Р.Ю. Исследование надежности эксплуатационной работы железнодорожной линии на горно-перевальном участке // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2020. № 6. С. 24-27.

3. Шапкин И.Н., Кожанов Е.М. Технология обеспечения полновесности и полносоставности поездов, отправляемых по твердым ниткам графика // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2005. № 4. С. 5-7.

4. Мышкин И.И., Маловецкая Е.В. Организация эксплуатационной работы по твердым ниткам графика в увязке с локомотивным парком // Инфраструктура и эксплуатация наземного транспорта. 2019. С. 202-208.

5. Upyr R., Domojirova A. About of railway sustainability on the train diagram: SSRN. 2020. Режим доступа: https://ssrn.com/abstract=3556382 (дата обращения 15.03.2020)

6. Апатцев В.И., Шаров В.А. К реализации комплексной программы поэтапного перехода на организацию движения грузовых поездов по расписанию на российских железных дорогах // Наука и техника транспорта. 2011. № 3. С. 69-72.

УДК 681.5 **ГРНТИ 00.00.00**

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЭЛЛИПСА ПО ЭКСПЕРИМЕЗНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

А.С. Дробязко, Д.А. Куров

студенты специальности Системы обеспечения движения поездов, КрИЖТ, г. Красноярск

Научный руководитель: С.Н. Чайка
доцент, КрИЖТ, г. Красноярск

Аннотация. *Статья посвящена методу нахождения площади эллипса по двумерной выборке конечного размера координат точек эллипса. За модель эллипса принимается общее уравнение кривой второго порядка. Параметры модели определяются из экстремальной задачи минимизации квадрата невязки. По модели определяется тип общего уравнения кривой второго порядка. Если общее уравнение относится к эллиптическому типу, то общее уравнение эллипса приводится к каноническому виду, на основе которого вычисляется площадь эллипса.*

Ключевые слова: *выборка, общее уравнение кривой второго порядка, модель, каноническое уравнение эллипса, площадь эллипса.*

CACKLCULATION OF THE AREA OF AN ELLIPSE BASED ON EXPERIMENTAL DATA

A. S. Drobyazko, D. A. Kurov
students of the "Train Traffic Support Systems" specialty,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk
Scientific supervisor: S. N. Chaika
Associate Professor,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk

Abstract. *The article is devoted to the method of finding the area of an ellipse by the two-dimensional sample of the finite size of the coordinates of the ellipse points. The general equation of the second-order curve is taken as the ellipse model. The model parameters are determined from the extreme problem of minimizing the square of the residual. The model determines the type of the general equation of the second-order curve. If the general equation is of the elliptic type, then the general equation of the ellipse is reduced to the canonical form, on the basis of which the area of the ellipse is calculated.*

Keywords: *sample, general equation of the second-order curve, model, canonical equation of an ellipse, area of an ellipse.*

Задача вычисления площади эллипса по экспериментальным данным сформировалась в ходе развития автоматизированной системы измерения круглых лесоматериалов в штабеле и на транспортном средстве (лесовозе, вагоне) [1]. Основой системы является метод распознавания контуров элементов изображений по фотографии. Штабель или транспортное средство

фотографируется со стороны торцов бревен, фотография обрабатывается, в результате чего формируются границы торцов бревен в виде двумерной выборки $(x_i, y_i)\ \ i = \overline{1,n}$ координат точек границы торца бревна.

Методы определения объема круглых лесоматериалов регламентируется ГОСТ Р 52117-2003 «Лесоматериалы круглые. Методы измерений» [2] и основываются на использовании площади торцов бревен. В зависимости от типа древесины и условий произрастания до 25% бревен могут иметь эллиптическую форму торца. Поэтому нормативными документами лесной отрасли допускается модель торца бревна в виде уравнения эллипса.

На основе выше сказанного предлагается для повышения точности вычисления объема круглых лесоматериалов в качестве модели торца бревна принять уравнение эллипса.

Так как ориентация торца бревна в штабеле может быть произвольной, выберем в качестве модели эллипса общее уравнение кривой второго порядка [3] вида (1)

$$x^2 + \alpha_1 xy\ + \alpha_2 y^2 + \alpha_3 x\ + \alpha_4 y\ + \alpha_5 = 0 \tag{1}$$

Уравнение (1) в неявной форме задает функциональную зависимость *x* и *y* с точностью до набора неизвестных параметров α_1, α_2, α_3, α_4, α_5. Определим эти параметры на основе выборки $(x_i, y_i)\ \ i = \overline{1,n}$ координат точек границы торца бревна. Для этого сформируем невязки, т.е. разности правой и левой части уравнения (1), заменяя *x* и *y* на координату (x_i, y_i) *i*-ой точки выборки, и параметры α_1, α_2, α_3, α_4, α_5 будем выбирать так, чтобы сумма квадратов невязок по всем точкам выборки $i = \overline{1,n}$ была минимальной. В результате приходим к следующей экстремальной задаче (2)

$$J(\alpha) = \sum_{i=1}^{n} [x_i^2 + \alpha_1 x_i y_i + \alpha_2 y_i^2 + \alpha_3 x_i + \alpha_4 y_i + \alpha_5]^2 \to \min_{\alpha} \tag{2}$$

Необходимые условия экстремума задачи (2)

$$\frac{\partial J(\alpha)}{\partial \alpha_1} = 2\sum_{i=1}^{n} [x_i^2 + \alpha_1 x_i y_i + \alpha_2 y_i^2 + \alpha_3 x_i + \alpha_4 y_i + \alpha_5] x_i y_i = 0$$

$$\frac{\partial J(\alpha)}{\partial \alpha_2} = 2\sum_{i=1}^{n} [x_i^2 + \alpha_1 x_i y_i + \alpha_2 y_i^2 + \alpha_3 x_i + \alpha_4 y_i + \alpha_5] y_i^2 = 0$$

$$\frac{\partial J(\alpha)}{\partial \alpha_3} = 2\sum_{i=1}^{n} [x_i^2 + \alpha_1 x_i y_i + \alpha_2 y_i^2 + \alpha_3 x_i + \alpha_4 y_i + \alpha_5] x_i = 0$$

$$\frac{\partial J(\alpha)}{\partial \alpha_4} = 2\sum_{i=1}^{n} [x_i^2 + \alpha_1 x_i y_i + \alpha_2 y_i^2 + \alpha_3 x_i + \alpha_4 y_i + \alpha_5] y_i = 0$$

$$\frac{\partial J(\alpha)}{\partial \alpha_5} = 2\sum_{i=1}^{n}[x_i^2 + \alpha_1 x_i y_i + \alpha_2 y_i^2 + \alpha_3 x_i + \alpha_4 y_i + \alpha_5] = 0$$

в силу линейности модели (1) по параметрам α приводят необходимые условия к следующей системе линейных алгебраических уравнений (3)

$$AA \cdot A = B \tag{3}$$

$$AA = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i y_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i & \sum_{i=1}^{n} x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i^3 & \sum_{i=1}^{n} y_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^{n} y_i^3 & \sum_{i=1}^{n} y_i^2 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i & \sum_{i=1}^{n} x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i y_i & \sum_{i=1}^{n} x_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^{n} y_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i y_i & \sum_{i=1}^{n} y_i^2 & \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i & \sum_{i=1}^{n} y_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} y_i & \sum_{i=1}^{n} 1 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \alpha_4 \\ \alpha_5 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i^2 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \end{pmatrix}.$$

Если матрица AA невырождена, то система (3) имеет единственное решение (4)

$$A = AA^{-1}B. \tag{4}$$

Определим тип уравнения кривой второго порядка (1) с полученными параметрами α из (4). Для этого исключим из (1) слагаемое с произведением $x \cdot y$ поворотом осей координат

$$x = x' \cos\gamma - y' \sin\gamma,$$
$$y = x' \sin\gamma + y' \cos\gamma$$

на такой угол γ, чтобы выражение при произведением $x \cdot y$ обратилось в ноль. Здесь (x', y') - координаты в новой системе координат $X'O'Y'$ после поворота осей. Доказано, что угол γ, удовлетворяющий требуемым условиям должен удовлетворять уравнению (5)

$$tg2\gamma = \frac{\alpha_1}{1-\alpha_2}. \tag{5}$$

В новой системе координат $X'O'Y'$ уравнение (1) принимает вид (6)

$$a(x')^2 + b(y')^2 + cx' + dy' + \alpha_5 = 0, \tag{6}$$

где $a = \cos^2\gamma + \alpha_1 \sin\gamma\cos\gamma + \alpha_2 \sin^2\gamma,$

$b = \sin^2\gamma + \alpha_1 \sin\gamma\cos\gamma + \alpha_2 \cos^2\gamma,$

$c = \alpha_3 \cos\gamma + \alpha_4 \sin\gamma,$

$d = -\alpha_3 \sin\gamma + \alpha_4 \cos\gamma.$

Согласно теореме 11.2 из [3] уравнение (6) является уравнением эллиптического типа, если $a \cdot b > 0$. Тогда, если это так, то поворот на угол γ ориентирует оси новой системы координат $X'O'Y'$ параллельно осям симметрии эллипса. Выделяя полные квадраты уравнения (6), получаем координаты точки $O''\left(-\frac{c}{2a};-\frac{d}{2b}\right)$ центра симметрии эллипса в старой системе координат. Параллельный перенос начала системы координат $X'O'Y'$ в точку $O''\left(-\frac{c}{2a};-\frac{d}{2b}\right)$ с помощью преобразования

$$x' = x'' - \frac{c}{2a},$$

$$y' = y'' - \frac{d}{2b},$$

позволяет в новой системе координат $X''O''Y''$ записать каноническое уравнение эллипса (7) через координаты (x'', y'')

$$\frac{(x'')^2}{\frac{c^2}{4a^2}+\frac{d^2}{4ab}-\frac{\alpha_5}{a}} + \frac{(y'')^2}{\frac{c^2}{4ab}+\frac{d^2}{4b^2}-\frac{\alpha_5}{b}} = 1 \qquad (7)$$

Теперь мы можем вычислить площадь эллипса S как умножение числа π на произведение большой и малой полуосей эллипса

$$S = \pi\sqrt{\left(\frac{c^2}{4a^2}+\frac{d^2}{4ab}-\frac{\alpha_5}{a}\right)\cdot\left(\frac{c^2}{4ab}+\frac{d^2}{4b^2}-\frac{\alpha_5}{b}\right)}$$

Поставленная задача по вычислению площади эллипса на основе экспериментальных данных (x_i, y_i) $i = \overline{1,n}$ решена.

Список использованных источников

1. С.Н. Чайка, Е.А. Бедарев [и др.] Разработка автоматизированной системы измерения круглых лесоматериалов в штабеле и на транспортном средстве // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте: Труды XXI Межвузовской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС / КрИЖТ ИрГУПС. Красноярск, 2017. 290 с.

2. Лесоматериалы круглые. Методы измерений: ГОСТ 32594-2013. Москва: Стандартинформ, 2014 г.

3. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике: Полный курс. Москва: Айрис-пресс, 2004. – 608 с.

УДК 625.151 **ГРНТИ 73.29.11**

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОТКАЗОВ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ НА А ДИСТАНЦИИ ПУТИ

А.А. Ефимов[1], И.К. Соколовский[2]

[1]студент специальности «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

[2]аспирант специальности «Техника и технологии строительства», Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

Научный руководитель: С.А. Косенко

д-р. техн. наук., профессор кафедры «Путь и путевое хозяйство», Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

Аннотация. *В статье проведен анализ состояния железнодорожного пути на А дистанции. Дана эксплуатационная и техническая характеристики эксплуатируемых участков пути. Выполнен анализ отказов элементов стрелочных переводов согласно данным из системы КАСАНТ.*

Ключевые слова: *железнодорожный путь, верхнее строение пути, рельс, шпала, промежуточное рельсовое скрепление, техническое средств, стрелочный перевод.*

ANALYSIS OF THE TECHNICAL CONDITION AND FAILURES OF TURNOUTS AT A DISTANCE

A.A. Efimov[1], I.K. Sokolovskiy[2]

[1]student of the specialty "Construction of railways, bridges and transport tunnels", Siberian Transport University, Novosibirsk

[2]post-graduate student of the specialty "Engineering and construction technologies", Siberian Transport University, Novosibirsk

Scientific Supervisor: S.A. Kosenko

doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of "Way and track facilities", Siberian Transport University, Novosibirsk

Annotation. *The article analyzes the state of the railway track at the A distance. The operational and technical characteristics of the operated track sections are given. The analysis of failures of elements of turnouts is carried out according to data from the KASANT system.*

Keywords: *railway track, superstructure, rail, sleepers, intermediate rail fastening, technical means, turnout.*

Путевое хозяйство является одним из ведущих и неотъемлемым компонентом железнодорожного транспорта. Одним из важнейших элементов пути, которые обеспечивают безопасность движения поездов, являются

стрелочные переводы. В настоящее время в условиях повышенных осевых нагрузок (свыше 25 т/ось), а также высоких скоростей движения поездов, увеличилось воздействие на элементы стрелочных переводов [1, 2]. В связи с этим разрабатываются и вводятся новые методы проведения путевых работ [3-5], а также улучшается качество изготовления элементов железнодорожного пути [6], что не возможно без правильного проектирования в условиях тяжеловесного движения и повышенных осевых нагрузок [7, 8].

А дистанция находится на территории Республики Х. Эксплуатационная длина обслуживаемых дистанцией пути главных путей составляет 221,283 км, из них эксплуатационная длина первого главного пути 156,269 км, второго главного пути – 65,014 км. Пассажирские и грузовые поезда сопровождаются локомотивами ЭП1, грузовые – 2ЭС5К.

Протяженность кривых в зависимости от радиусов представлена на рисунке 1.

Протяженность горизонтальных участков путей 23,946 км, участков с уклоном – 265,066 км, что составляет 91,71 % от развёрнутой длины главных путей.

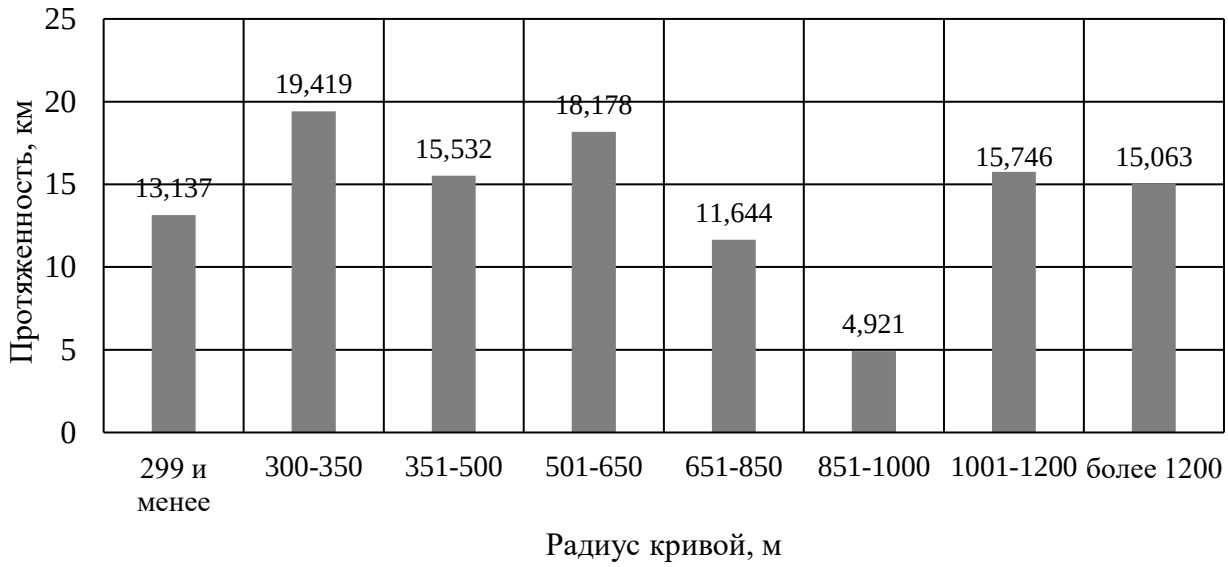


Рисунок 1 – Протяженность кривых участков пути в зависимости от радиусов кривых

На А дистанции пути преобладает основная конструкция пути – бесстыковой путь. Протяженность главных путей с данной конструкцией составляет 52,23 %.Основной тип рельсов – рельсы Р65, термоупрочненные (99,75 %).Общее количество шпал, лежащих в пути, составляет 712,852 тыс. шт. Преобладающий тип промежуточных рельсовых скреплений на главных путях – скрепления Д0 65 (44,76 %). Главные, станционные и подъездные пути дистанции лежат на щебеночном балласте (281,812 км).

Характеристика стрелочных переводов по маркам приведена на рисунке 2.

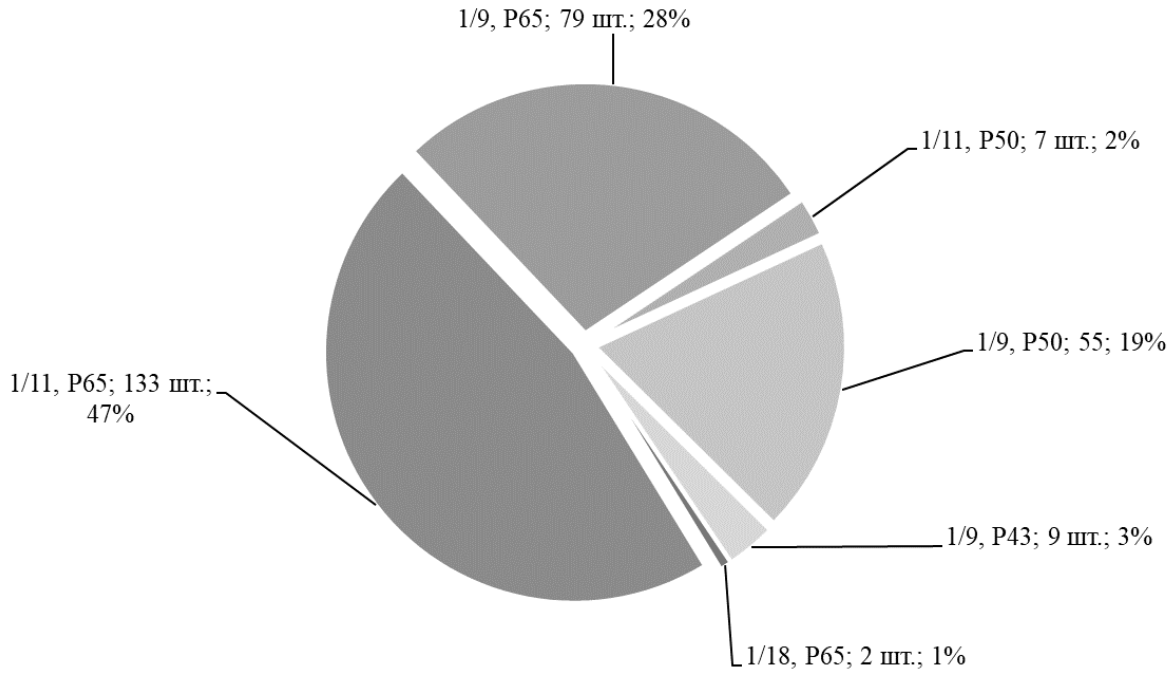


Рисунок 2 – Характеристика стрелочных переводов по марке крестовины

Как видно из рисунка 2 основным типом стрелочного перевода является перевод типа Р65 марки 1/11.

Также был проведен анализ отказов исходя из данных о стрелочных переводах из системы КАСАНТ. Результаты анализа приведены на диаграммах (рисунки 3-5).

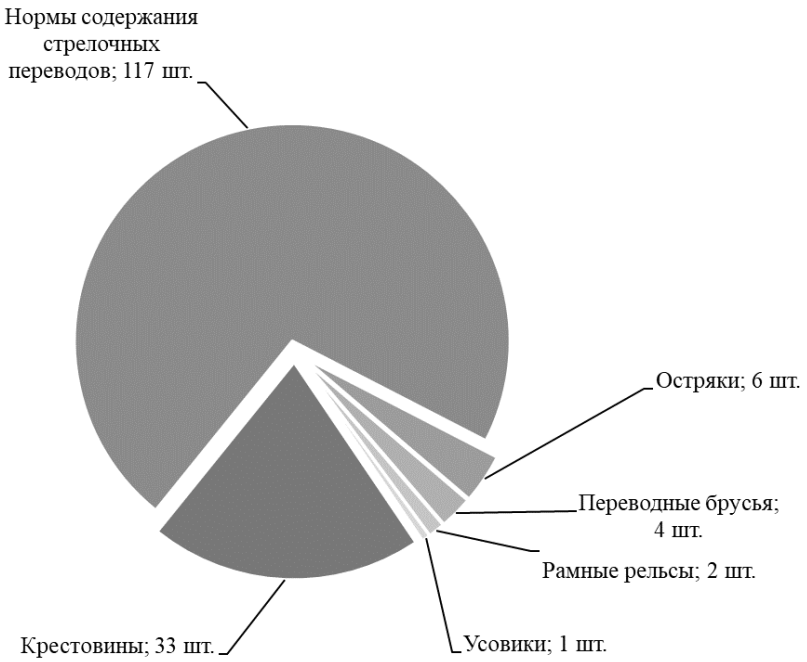


Рисунок 3– Отказы элементов стрелочных переводов за 2018 год

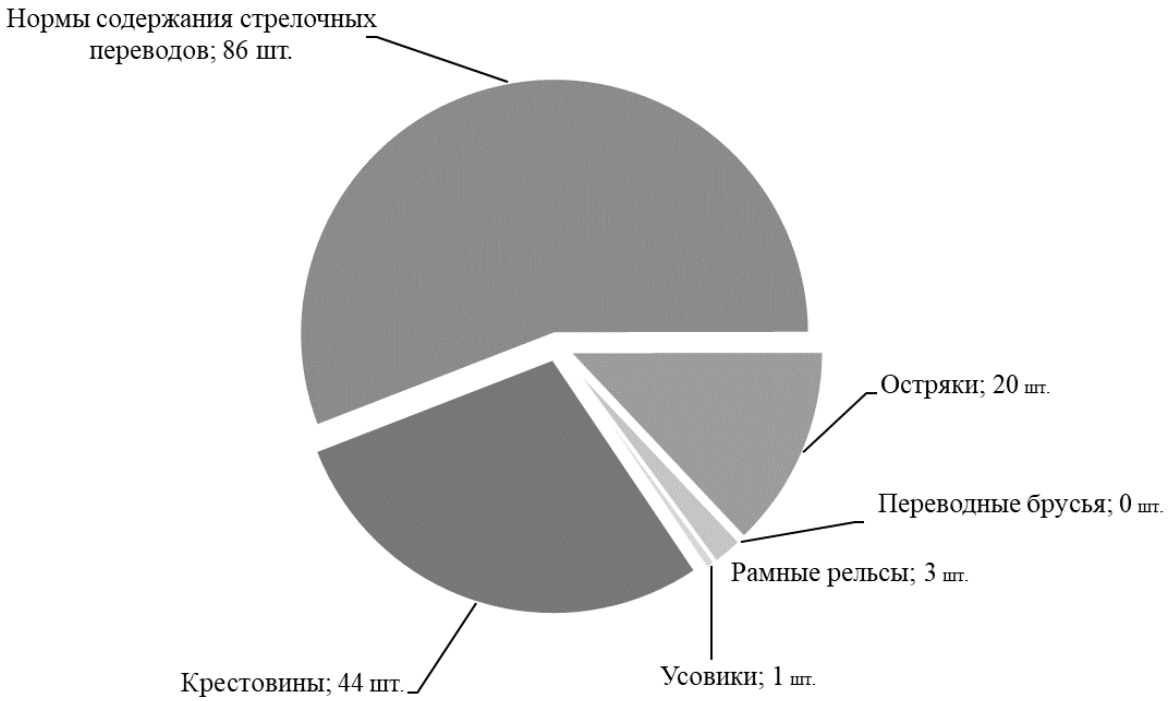


Рисунок 4 – Отказы элементов стрелочных переводов за 2019 год

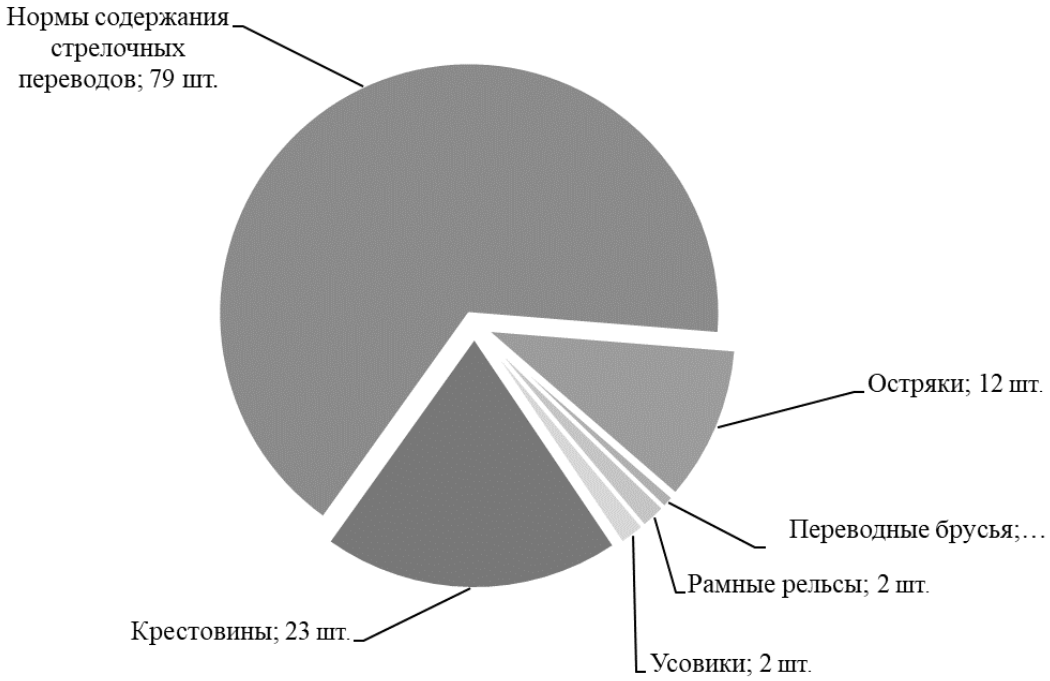


Рисунок 5 – Отказы элементов стрелочных переводов за 2020 год

Согласно рисункам 3-5 можно сделать вывод, что основными типами отказов являются отказы по нормам содержания стрелочных переводов, отказы крестовин и остряков. Наблюдается стабильность за этот период с небольшими отклонениями в большую или меньшую сторону.

Данные типы отказов связаны движением грузовых поездов с повышенной осевой нагрузкой, скоростью их движения (особенно по главным путям), а также невыполнением плана по шлифовке остряков стрелочных переводов.

Вывод.

На дистанции на главных путях преобладает бесстыковая конструкция пути (52,23 %). Основной тип рельсов на главных путях – Р65 (99,75 %), в пути уложены железобетонные шпалы первого срока (54,57 %), преобладающий тип скреплений – Д0 65 (44,76 %). Общее протяжение главных и станционных путей уложено на щебеночный балласт. Основной тип стрелочных переводов – стрелочный перевод типа Р65 марки 1/11.

Исходя из данных об отказах технических средств из системы КАСАНТ, был проведен анализ отказов элементов железнодорожного пути. Было определено, что преобладают отказы по нормам содержания стрелочных переводов, а также крестовин и остряков.

Снижение отказов элементов стрелочных переводов возможно при правильном планировании текущего содержания стрелочных переводов, в частности выполнении периодичной шлифовки и соблюдении норм их содержания.

Список использованных источников

1. 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. 26-34.

2. Эксплуатационные измерения напряжений в рельсе при воздействии подвижного состава / С.А. Косенко, М.Я. Квашнин, И.С. Бондарь, С.С. Акимов // Известия Транссиба. 2017. № 2 (30). С. 133-145.

3. Совершенствование технологического обслуживания бесстыкового пути / С. А. Косенко, А.С. Шуругин, О.Г. Юдин, С.С. Акимов // Транспорт Урала. – 2016. – № 2 (49). – С. 44-47.

4. Метод смены температурно зажатых уравнительных рельсов бесстыкового пути / С.А. Косенко, Р.В. Шаньгин, А.С. Шуругин, С.С. Акимов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС, 2015. – С. 187–190.

5 .Kosenko S. Technology of rail replacement at end stresses / S. Kosenko, S. Akimov, P. Surovin // MATEC Web of Conferences. – 2018. – N 216. – Pp. 1–8.

6. Kosenko S.A. Performance characteristics of differentially quenched rails / S.A. Kosenko, A.A. Akimov // Magazine of Civil Engineering. – 2017. – N 7. – Pp. 94–105.

7. Kosenko S. Design of track structure for corridors of heavy-train traffic / S. Kosenko, S. Akimov // MATEC Web of Conferences. – 2018. – N 239. – Pp. 1–12.

8. Косенко С.А., Богданович С.В., Акимов С.С. Проектирование путевого

развития станций и выбор конструкций верхнего строения пути для тяжеловесного движения поездов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2018. № 4 (47). С. 21-29.

УДК 656.22:37 **ГРНТИ 73.29.51**

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ 40 ФУТОВЫХ КОНТЕЙНЕРОВ НА ГРУЗОВОМ ТЕРМИНАЛЕ

В. С. Кабанцев

студент направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов», Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Красноярск

Научный руководитель: В. А. Курочкин

доцент, канд. техн. наук, доцент кафедры общепрофессиональные дисциплины, Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Красноярск

Аннотация: *В данной статье рассматривается основная проблема увеличения переработки внутри контейнерного терминала, а также предложен вариант сокращения сортировки контейнеров внутри терминала.*

Ключевые слова: *переработка, контейнерный терминал, сокращение сортировки.*

OPTIMIZATION OF PROCESSING OF 40-FOOT CONTAINERS AT THE CARGO TERMINAL

V. S. Kabantsev

student of the direction of training 03.23.01 "Technology of transport processes", Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: V. A. Kurochkin

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of General Professional Disciplines, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotation: *This article discusses the main problem of increasing the processing inside the container terminal, and also offers a way to reduce the sorting of containers inside the terminal.*

Key words: *recycling, container terminal, reduction of sorting.*

Работа контейнерных терминалов замедляется из-за несовершенства и неправильной организации работы на основных площадках. Для решения подобной проблемы ниже будет предложено решение.

Задача контейнерного терминала состоит в быстрой и качественной обработки контейнерного грузопотока. При эффективном управление всеми операциями получается достичь сокращения времени на погрузку и выгрузку, размещение и поиск контейнеров. Более того, качественное управление позволяет более рационально использовать погрузо-разгрузочную технику, что ведет к снижению затрат.

Для разработки предложений по формированию секций необходимо определить объем по сортировке на настоящий момент [1].

На терминально-складском комплексе станции «Б», за 2018 год, объем погрузки 40 футовых контейнеров 25 716 штук, выгрузки 27 632 штуки, и приходящийся на общий показатель погрузки и выгрузки, количество сортировки контейнеров внутри складского терминала в количестве 4 891 штук. Данные годового объема работ представлены круговой диаграмме рисунок 1.

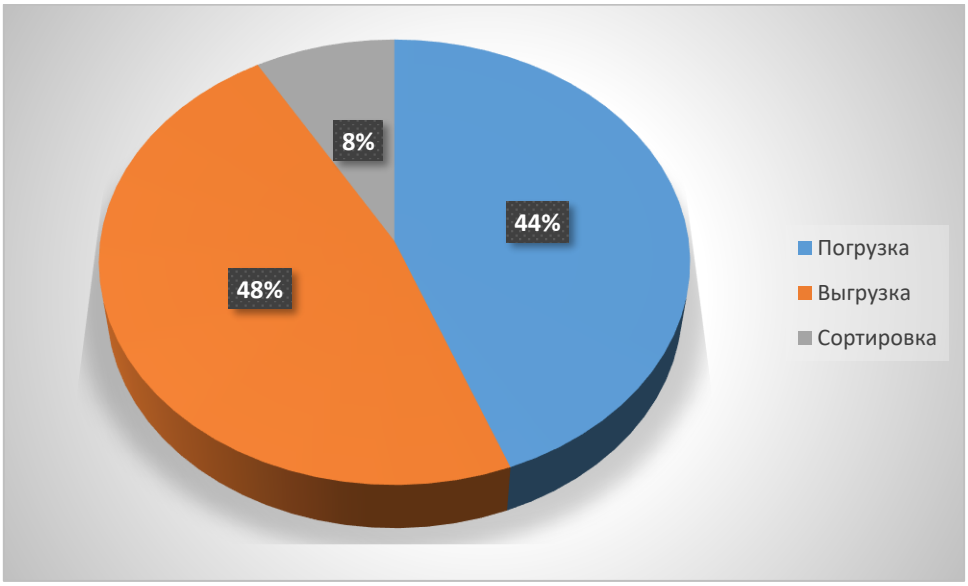


Рисунок 1 – Объем работы контейнерного терминала за 2018 год

За предшествующий год, объем работы составил: по погрузке 25 868 штук, по выгрузке 29 059 штук и сортировка внутри терминала составила 3 296 штук. Для наглядности, данные годового объема работы также представим в виде круговой диаграммы рисунок 2.

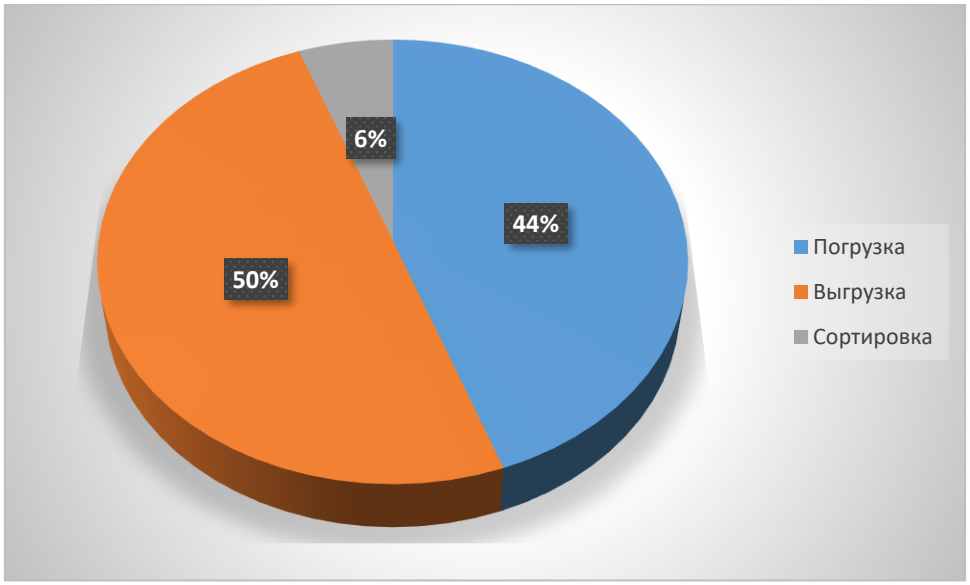


Рисунок 2 – Объем работы контейнерного терминала за 2017 год

Исходя из приведенных данных выше, можно увидеть, что сортировка контейнеров внутри терминала по отношению к годовому объему перевозок за 2018 год составляет 8 процентов. Сравнивая этот показатель с показателем за 2017 год, видно, что он вырос. Переработка растет и на сегодняшний день. Все это происходит из-за не четко скорректированной специализации складирования контейнеров.

Контейнеры на площадке разделены на 24 секции, в каждой секции по 4 ряда, высотой 3 яруса. Нумерация секций начинается с западной стороны контейнерной площадки, нумерация рядов – от железнодорожных путей.

Специализация рядов и секций:

1 ряд всех секций, 2 ряд (5-19 секции) - для контейнеров готовых к отправлению;

2 ряд и 3 ряд (1-4 секции, 20-24 секции) - для порожних контейнеров;

3 ряд (5-19 секции), 4 ряд все секции для контейнеров к вывозу [2].

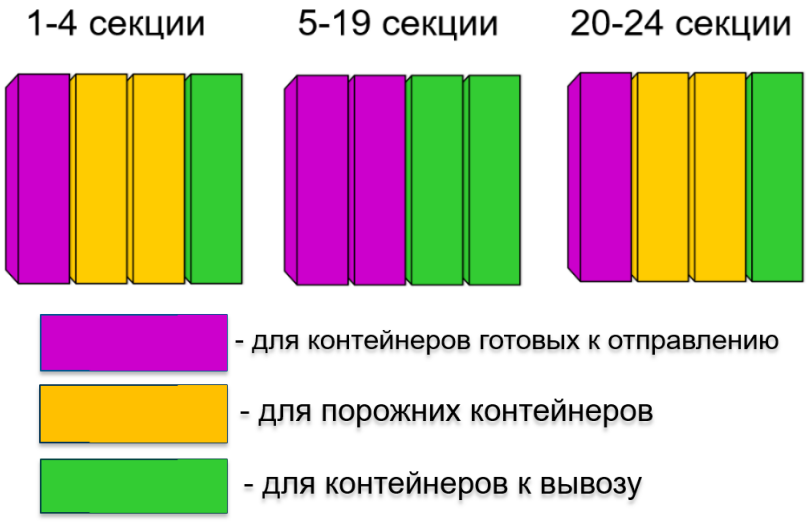


Рисунок 3 – Специализация контейнерного терминала

Для сокращения сортировки на контейнерном терминале возможна такая организация работ, когда каждая площадка специализируется на определенные видах работ (погрузке, выгрузке и сортировке), с возможностью сортировки по дням [3]. Для размещения контейнеров площадка разделена на секторы, в каждом из которых находится группа контейнеро-мест. Между секторами оставляют проходы для приёмосдатчиков. Каждый ряд в секторе и каждое контейнеро-место в ряду имеют номера, по которым составляют координаты, служащие для быстрого нахождения контейнера.

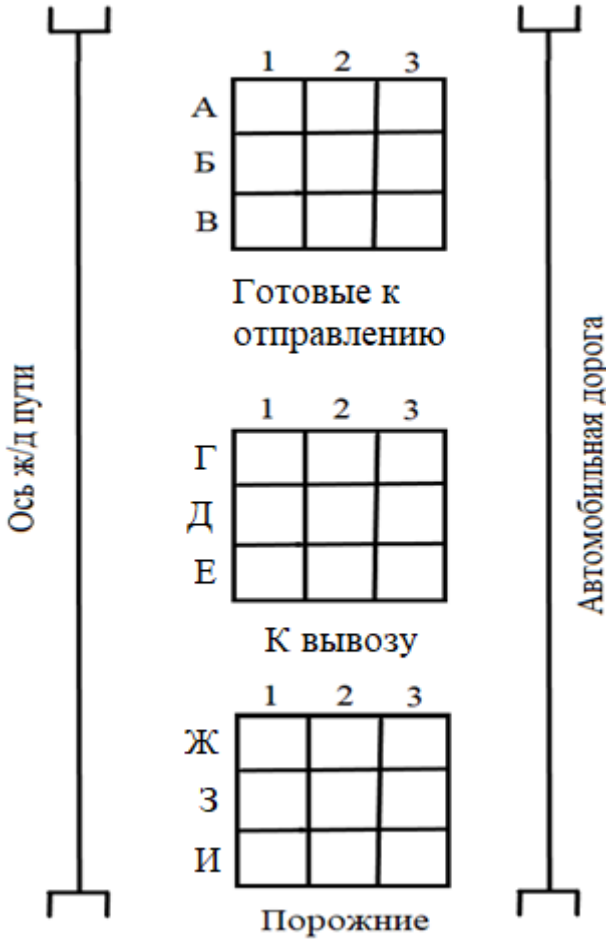


Рисунок 4 – Схема размещения контейнеров с применением буквенно-цифрового обозначения

Такой тип специализации позволит сократить сортировку контейнеров, а также сократить время на простои транспорта, увеличить производительность погрузо-разгрузочных механизмов.

Список использованных источников

1. Транспортно-грузовые системы: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Транспортно-грузовые системы» для студентов очной и заочной формы обучения для направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»/В.А. Курочкин, 2019. – 86 с.

2. Технологический процесс работы контейнерного терминала Базаиха филиала ПАО «ТрансКонтейнер» на Красноярской железной дороге.

3. Кузнецов, А.Л. Оборудование контейнерных терминалов / А.Л. Кузнецов, А.Л. Степанов. - Спб.: Фреш Эйр, 2001. - 102с.

УДК 656.025.6 **ГРНТИ 73.47.31**

ORGANIZATION WORK OF A PORT. MULTIMODAL TRANSPORTATION

M.A. Krutykh, A.A. Petrosyan

Railway Transpotation Management Faculty, Siberian Transport University, Novosibirsk

Research advisers: I.N. Pisareva[1], I.S.Volegzhanina[2]

[1]Senior Lecturer, the Operations Management Department),

[2]Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, the Department of Foreign Languages, Siberian Transport University (STU), Nobosibirsk

Abstract. *The article refers to the key cocept of multimodal transport and reveils its specific nature and general characteristics. The main reasons for using standard containers instead of conventional railway (open) wagons in multimodal transportation are given. The typical operations handled out in sea ports are listed. The comparative analysis of transportation in containers and conventional railway wagons in the Novorossiysk Sea Port is carried out. According to the results of calculations, it was elucidated that the cost of cargo transportation in open wagons so far is more profitable than in standard containers.*

Key words: *multimodal transportation, organization of the transportation process, container, port, transshipment, ferry.*

A railway today is the leading type of passenger and cargo transportation in many major countries of the world, including Russia. Effective interaction between rail and sea transport is of great importance for the activities of industrial companies and the Russian economy as an whole.

The importance and relevance of the study is driven by the fact that it considers the problem of interaction between rail and sea transport in the Novorossiysk Sea Port (NSP) applying to time losses due to the long and complex process of cargo reloading or loading from one type of transport to another. NSP is one of the largest ports of the Black Sea, the largest port in Russia and the third largest port operator by cargo turnover in Europe. The port accounts for about 97% of the total cargo turnover of all Novorossiysk stevedoring companies. In 2019 its cargo turnover amounted to 142.5 million tons. Multimodal transport will not only increase the intensity of vehicles utilisation, but also reduce the time of cargo delivery since the goal of a shipper is to transport the maximum amount of cargo with minimal costs [4].

This allows defining *the problem of study* that is the lack of a unified packaging for the effective interaction of sea and rail transport.

The goal of study is to consider the effective organization of interaction between railway and maritime modes of transport.

To achieve the stated goal the following *tasks* have been solved: 1) to reveil the specific nature of multimodal transport; 2) to consider the benefits of standard containers compared to conventional railway wagons; 3) to shape the prospects for an effective organization of interaction between sea and rail transport in NSP.

The object of study is multimodal transportation. *The subject of study* is the effective management of a port in cooperation with railway transport companies.

Accordingly, *the hypothesis of study* suggests that the use of standard containers is an effective way for organization of interaction between rail and sea transport.

In order to solve the above stated problem the following *theoretical research methods* are employed: analysis and synthesis of relevant information, comparison of options for implementing the research hypothesis, visualization of research results.

In [5] *multimodal transportation* consideres as a type of cargo transportation that involves the gradual delivery of a batch of cargo using several types of transport: road, sea, rail or air. The research [6] describes it as a different name-mixed transport, specifically two or more modes of transport are involved in the transportation process. The given definitions explains that the specific features of multimodal transportation are resulted from the delivery of cargo by one and the same company on the basis of a contract concluded with a cargo owner.

Multimodal international transport is carried out within the framework of a single transport document called a Bill of Lading. Transportation is executed by a single carrier which is called a multimodal transport operator (MTO); and a single through rate is used as a payment [1]. Container transportation is a modern method of cargo transportation. The use of containers in multimodal transport has a number of advantages over conventional railway wagons: cost, control, the versatility of the packaging, reliability, automation of work. The utilisation of special equipment for loading and unloading significantly accelerates the processes and reduces the service costs of movers.

Having been considered the interpretation of multimodal transport by various authors, it can be concluded that multimodal transport involves several types of transport. The cargo are transported under the responsibility of one carrier under a single transport document and at a single through rate.

NSP is connected with other ports of the world by container lines. A railway container is a transport equipment unit of multiple use intended for the transportation and temporary storage of cargo without intermediate transshipment [2]. The main advantages of using railway ferry crossings include reducing the cost of transportation, the delivery time, and the risk of damage to the cargo during transshipment.

In turn, the advantages of container cargo transportation are the utilization of own transport base; the ensurance of high safety of cargo; the ability to send cargo to almost any geographical point; the lower cost of container transportation; the reduction of delivery time.

Sea container transportation in Novorossiysk is handled according to the standard scheme including the following processes: registration of commercial and transport documentation; reloading from one type of transport to another directly or through a warehouse; organization of delivery of cargo in containers when exporting to the port territory and their clearing when importing.

To confirm the hypothesis of study calculations were made for comparing the cost of cargo transportation in containers and conventional open wagons (tables 1, 2, 3).

Table 1 – The cost of cargo transshipment in containers, the NSP

Container type	**Number of wagons**	**Open wagon capacity, tonne**	**Cost of transshipment of 1 wagon, ths.**	**Cost of transshipment, million rubles**
Big bag	70	69	69431	4860170
The bag	70	69	176103	12327210
Without packaging, in bulk	70	69	72145	5050150

Table 2 – Cost of cargo transportation in containers, the NSP

Container type	**Container Load capacity, i.e.**	**Number of containers in 1 train, pcs.**	**Cost of crossing 1 container, ruble**	**Cost of transportation, million rubles**
20DC	28	140	74242	10393880
40HC	27	140	75757	10605980

Table 3 – Cost of cargo transportation in wagons on ferries, the NSP

Wagon type	**Number of wagons in 1 shipment**	**Cost of transportation of 1 wagon, rub.**	**Transportation cost, million rubles**
Gondola wagon	70	48000	3360000
Tank	70	52000	3640000
Indoor	70	50000	3500000
Platform	70	42000	2940000
Dumpcar	70	45000	3150000

Based on the above-presented tables it can be concluded that the cost of transporting cargo in railway wagons is more profitable than in containers. Thus, the hypothesis of study was not confirmed due to different shippers have a very different emphasis on what they think is important in cargo transportation. For example, some

shippers highlight the price of transportation and ignore the delivery time and cargo operations; for others to reduce the cargo delivery time is extremely important.

Thus, the findings of study undertaken show that multimodal transportation intends to carrying out of cargo by different modes of transport under the same contract. Having considered the organization of interaction between sea and rail transport in NSP, it was concluded that sea container transportation in Novorossiysk is executed according to the standard scheme. According to the results of calculations and comparative analysis, it was elucidated that the cost of cargo transportation in open wagons so far is more profitable than in standard containers.

References

1. Troitskaya H. A. Unified transport system: textbook URL: https:// eric.ed./Unified-Transport-System-KN-Troitskoi/dp/1245547860 (accessed 01 April 2021)

2. Prokofieva T. A. Multimodal transportnologistic centers in the system of national and international transport corridors URL: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1174169.pdf (accessed 01 March 2021)

3. Emi M. Foreign trade transport in mixed communication. Economics, Logistics, Management URL:https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED3888.pdf (accessed 08 March 2021)

4. Culver G. Modeling and query of multimodal urban transport networks URL: https://pqdtopen.proquest.com (accessed 10 March 2021)

5. Booth J. A. Multimodal Transportation Policy URL: https://pqdtopen.proquest.com (accessed 25 March 2021)

6. Cargo turnover of the Novorossiysk commercial port: official website URL: https://www.kommersant.ru (accessed 30 March 2021)

УДК 625.1 **ГРНТИ 73.29.11**

УКЛАДЧИК БЕССТЫКОВОГО ПУТИ

Р.А. Курочкин

студент специальности «Эксплуатация железных дорог», КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск,

Научный руководитель: В.А. Курочкин

канд.техн.наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г.Красноярск

Аннотация. *Проанализированы существующие технологии и машины для укладки бесстыкового пути. Разработан прицепной укладчик для раскладки*

шпал и плетей бесстыкового пути. Оценена возможная производительность укладчика.

Ключевые слова: *бесстыковой путь, шпалы, плети, укладчик, сервопривод.*

JOINTLESS TRACK STACKER

R. A. Kurochkin

student of the "Railways Operation" specialty,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk

Scientific supervisor: V. A. Kurochkin

candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk

Abstract. *The existing technologies and machines for laying the jointless track are analyzed. A trailed stacker has been developed for laying sleepers and lashes of the jointless track. The possible performance of the stacker is estimated.*

Keywords: *joint-free track, sleepers, lengths, stacker, servo drive.*

Бесстыковой путь в мировой практике железных дорог является наиболее прогрессивной и широко распространенной конструкцией верхнего строения пути, которая эксплуатируется в различных эксплуатационных и климатических условиях и дает существенный технико-экономический эффект благодаря ряду ее преимуществ, среди которых: повышение плавности и комфортабельности движения поездов по сравнению со звеньевым путем, улучшение показателей динамического взаимодействия пути и подвижного состава, увеличение межремонтных сроков этих технических средств, уменьшение расходов на тягу поездов и т.д.

Цель работы – сокращение трудовых затрат при строительстве и капитальном ремонте с укладкой бесстыкового пути.

Задачи:

1 Проанализировать существующие технологии и применяемые машины;

2 Разработать конструкцию машины для раздельной укладки бесстыкового пути;

3 Оценить производительность предлагаемой машины.

Наиболее распространённой технологией укладки бесстыкового пути в ОАО «РЖД» является двух- или трехстадийная схема. При трехстадийной схеме вначале укладывается звеньевой путь на деревянных шпалах. После стабилизации земляного полотна и балластной призмы он меняется на звеньевой путь на железобетонных шпалах с инвентарными рельсами, которые меняются на плети бесстыкового пути.

Плети бесстыкового пути из рельсовозного состава сгружаются внутрь колеи, инвентарные рельсы раскрепляются и при помощи укладочного крана типа УК-25/9-18 убираются. Плети, при помощи траверсы крана укладываются на подкладки на место инвентарных рельс.

Швейцарской компанией Matisa Materiel Industriel SA и австрийской фирмой Plasser & Theurer налажено производство комплексов для укладки верхнего строения пути раздельным способом. Основной особенностью работы таких комплексов является то, что процесс укладки нового пути является непрерывным. Это автономный комплекс, который позволяет осуществлять все операции по сборке и укладке рельсошпальной решётки непосредственно на самой машине. Такая универсальность существенно облегчает и ускоряет работу: не требуется капиталоёмкого строительства производственных баз, оптимизируется логистика поставок материалов, отпадает необходимость дорогостоящей доставки рельсошпальной решётки.

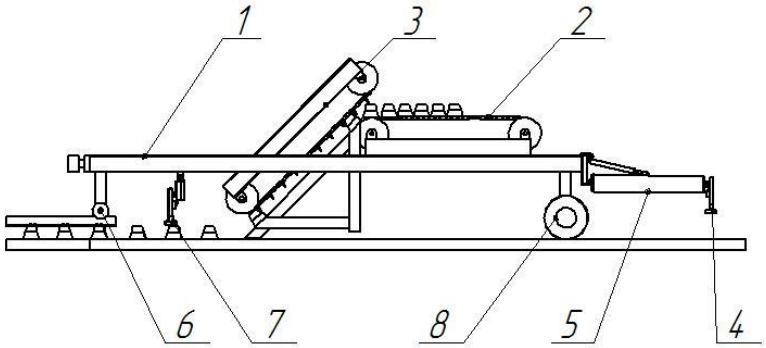


Рисунок 1 – Укладчик бесстыкового пути:
1 – рама; 2 – горизонтальный конвейер; 3 – наклонный шаговый конвейер; 4 – роликовые захваты; 5 – фронтальная стрела; 6 – датчик линейного перемещения; 7 – внутренние роликовые захваты; 8 – управляемые пневмоколеса

Предлагаемый укладчик включает раму 1, на которой установлен горизонтальный конвейер подачи шпал 3 и наклонный шаговый конвейер 2 с сервоприводом.

Захват рельсовых плетей, уложенных на плечи балластной призмы или, при строительстве вторых путей, между существующими и сооружаемыми путями, осуществляется роликовыми захватами 4, шарнирно закрепленными на фронтальных стрелах 5. Для контроля расстояния между шпал согласно эпюре, на раме установлен датчик линейного перемещения 6, который взаимодействует с ранее уложенными путями. Для укладки пути в кривых участках в передней части рамы установлены поворотные пневматические колеса 7. Укладка плетей на подкладки осуществляется роликовыми захватами, расположенными внутри базы машины 8.

Укладчик транспортируется в портале укладочного крана УК-25/9-19. Перед работой при помощи траверсы предлагаемый укладчик устанавливается перед краном УК-25/9-18 и соединяется с ним при помощи автосцепки.

Технология работ с использованием разработанного укладчика включает следующие операции:

1.Укладочный кран УК-25/9-18 на горизонтальный конвейер 2 устанавливает партию шпал, которые подаются к наклонному конвейеру 3;

2. Наклонный конвейер 3 по сигналу датчика 6 перемещает шпалы к месту укладки;

3. Роликовые захваты 6 фронтальных стрел 5 и внутренние захваты 7, определяют место укладки плетей.

Производительность укладчика зависит от подачи шпал на горизонтальный конвейер. Продолжительность рабочего цикла УК-25/9-18 складывается из следующих операций (Табл.1)

Таблица 1 – Рабочий цикл крана УК-25/9-18

Наименование операции	Расстояние	Скорость	Продолжительность
Строповка шпал			5
Подъем	2	0,45	4,44
Передвижение пакета	15	1,8	8,33
Опускание	2	0,45	4,44
Отстропка			3
Передвижение тележек назад	15	1,8	8,33
Опускание захвата	2	0,45	4,44
Продолжительность цикла			38

Для расчета производительности предлагается формула:

$$П_э = \frac{3600 * n * K_в}{Э * t_ц} \quad (1)$$

где n - число одновременно подаваемых на конвейер шпал;

Э – количество шпал укладываемых на км;

$t_ц$ - длительность рабочего цикла крана УК-25/9-18, с;

$K_в$ - коэффициент использования машины по времени, $K_в = 0,7 \dots 0,8$

Например, при подаче пакета из 10 шпал, на укладку каждой уйдет 3,8 секунды. При эпюре 1840 шпал на километр и коэффициенте использования машины по времени равном 0,8 производительность составит 0,41 км/ч.

Список использованных источников

1. Распоряжение ОАО "РЖД" от 14.12.2016 N 2544р (ред. от 19.10.2020) "Об утверждении и введении в действие Инструкции по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути" (Вместе с Инструкцией). Доступ из

справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Гудок: официальный сайт URL: http://www.gudok.ru/newspaper/detail.php?ID=457939&year=2013&month=03&SECTION_ID=16890 Гудок.-2013.-№ 52 (27 марта)>.-С.3

УДК 620.19 **ГРНТИ 55.01.81**

ПРИБОРЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО КОНТРОЛЯ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

С.В. Ломасов

Электроснабжение (по отраслям; код 13.02.07), Филиал Самарского Государственного Университета Путей Сообщения (СамГУПС) в г. Нижнем Новгороде

Научный руководитель: В.С. Рябков

Преподаватель, СамГУПС, г. Нижний Новгород

Аннотация. *Акустико-эмиссионный метод предназначен для определения координат источников звука в различных конструкционных материалах, нагруженных каким-либо способом: давлением, термическим или механическим способами. Возможны также иные варианты нагружения объекта исследования. Главная задача нагрузки - "заставить" потенциальные дефекты структуры материала излучать звуковые волны. Изобретение относится к области неразрушающего контроля и предназначено для выявления развивающихся дефектов и оценки степени их опасности в конструктивных элементах, таких как: колесные пары вагонов железнодорожного транспорта, опоры контактной сети, рельсы и многое другое, методом акустической эмиссии.*

Ключевые слова: *Акустическая эмиссия, контроль, железнодорожный транспорт.*

DEVICES AND TECHNOLOGY FOR THE APPLICATION OF ACOUSTIC EMISSION CONTROL ON THE RAILWAY

S.V. Lomasov

Power supply (by industry; code 13.02.07), Branch of the Samara State University of Railways (SamGUPS) in Nizhny Novgorod

Supervisor: V.S. Ryabkov

Lecturer,

Branch of the Samara State University of Railways (SamGUPS) in Nizhny Novgorod SamGUPS, Nizhny Novgorod

Annotation. *Acoustic emission method is designed to determine the coordinates of sound sources in various structural materials, loaded in any way: pressure, thermal or mechanical methods. Other options for loading the research object are also possible. The main task of the load is to "force" potential structural defects of the material to emit sound waves. The invention relates to the field of non-destructive testing and is intended to identify developing defects and assess the degree of their danger in structural elements, such as: wheelsets of railway cars, contact network supports, rails and much more, using the acoustic emission method.*

Key words: *Acoustic emission, control, railway transport.*

На машиностроительных предприятиях РЖД большую актуальность имеют задачи оценки качества исходного материала и готовых изделий. В настоящее время на предприятиях, как правило, осуществляется выборочный контроль качества исходного материала, часто методом визуального осмотра и разрушающие циклические испытания выборочной партии произведенной продукции. Существующие методики имеют повышенную трудоемкость и не всегда гарантируют высокий результат. На стадии входного контроля технологического процесса предлагаю внедрить методику, основанную на регистрации сигналов акустической эмиссии, которая позволит без больших затрат времени дать оценку качества поступившего исходного материала на соответствие его свойств значениям и на отсутствие недопустимых дефектов. Я предлагаю использовать методику, основанную на регистрации сигналов акустической эмиссии. Методика встраивается в технологический процесс и позволяет контролировать 100% изготавливаемой продукции.

Использованный метод поиска координат звука позволяет находить источники звука в различных материалах и типах контролируемых объектов Часто имеется возможность проводить исследование объектов без вывода его из эксплуатации. Возможно исследование объектов, работающих как при низких, так и при высоких температурах - до нескольких сотен градусов Цельсия. Особенно эффективным и широко распространенным является применение акустико-эмиссионной системы для поиска трещин и зарождающихся дефектов.

Акустико-эмиссионная система состоит из:

1. Измерительного блока с управляющей электронно-вычислительной машиной;
2. Преобразователя акустической эмиссии;
3. Предусилителя и соединительного кабеля;

Измерительный блок - выполнен в отдельном корпусе. Для сохранения данных и управления регистрацией необходим управляющий компьютер.

Преобразователь акустической эмиссии- предназначен для приема и обработки в реальном времени сигналов акустической эмиссии, обеспечения регистрации информативных параметров.

Предусилители предназначены для усиления электрического сигнала от датчика и передачи усиленного сигнала по длинному кабелю к измерительному блоку.

Датчик преобразует энергию упругой акустической волны в электрический сигнал. Корпус датчика изготовлен из нержавеющей стали.

Перед началом использования акустико-эмиссионного комплекса необходимо подключить датчик к предусилителю и предусилитель к электронному блоку на каждом из используемых каналов. После установить датчики на образец. Схема подключения комплекса представлена на рисунке 1.

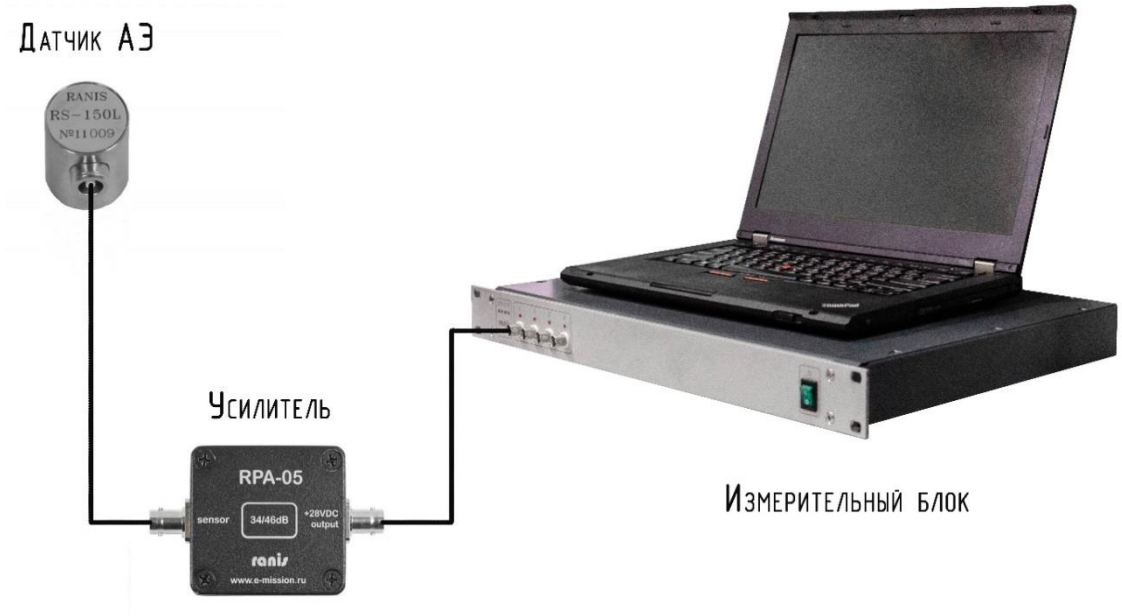


Рисунок 1 – Схема подключения комплекса

Как правило, безопасность движения вагонов определяется надежностью колесных пар. Если рассмотреть причины аварий и крушений грузовых вагонов видно, что в большинстве случаев это вызвано разрушением колес и осей вследствие наличия технологических и эксплуатационных дефектов в них.

Для решения данной проблемы я предлагаю внедрить акустико-эмиссионный контроль колесных пар вагонов. Суть: заключается в том, что преобразователи акустической эмиссии устанавливают на ось и обод колес, проводят предварительное испытание для проверки акустического контакта преобразователей с объектом контроля, на излучающий акустический преобразователь, установленный на середине оси колесной пары, подают сигналы, преобразователям акустической эмиссии, которые принимают их, сравнивают амплитуды принятых сигналов с амплитудой порогового сигнала, в случае неудовлетворительного акустического контакта выполняют

переустановку этих преобразователей. Выполняют рабочее испытание, при котором поочерёдно нагружают ось колесной пары вертикальными силами, а ободья колес горизонтальными силами, осуществляют выдержку под этими нагрузками, выполняют одновременное снятие нагрузок, осуществляют регистрацию сигналов, определяют временные интервалы между приходом каждого сигнала на преобразователь акустической эмиссии, принявший сигнал первым, по временным интервалам определяют координаты источников сигналов акустической эмиссии, после чего осуществляется поворот на угол 90 градусов, рабочее испытание повторяется трижды.

Также метод акустико-эмиссионного контроля можно использовать на железнодорожном транспорте для:

1. Контроля элементов и узлов железнодорожного состава в процессе эксплуатации;

2. Контроля и прогнозирование состояние материала изделий в процессе их изготовления;

3. Контроля и прогнозирование состояние опор контактной сети и опор железнодорожных мостов;

Эффект от реализации предлагаемой технологии. Внедрение методик контроля качества исходного материала и прогнозирования эксплуатационных характеристик готовых изделий, способом акустико-эмиссионного контроля позволит повысить прибыль предприятия, за счет снижения себестоимости изготовления продукции. Себестоимость изготовления готовых изделий снижается за счет сокращения затрат на производство. А также немало важен эффект прогнозирования и контроля состояния материалов, изделий и конструкций используемых на железнодорожном транспорте, на наличие повреждений и коррозии.

Список использованных источников

1. Патент 2380698 Российской Федерации, МПК G 01 N 029/04. Способ акустико-эмиссионного контроля колесных пар вагонов / Муравьёв В.В., Тимков С.И.; патентообладатель ОАО "Российские железные дороги"; дата подачи заявки: 15.07.2008; дата начала действия: 15.07.2008; дата публикации патента:27.01.2010.

2. Буйло С.И. Физико-механические, статические и химические аспекты акустико-эмиссионной диагностики: издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону – Таганрог, 2017.

УДК 656.22:37 **ГРНТИ 73.29.01**

ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Мещеряков, К.В. Якуничева

студенты специальности 23.02.01 Организация перевозок и управления на транспорте (по видам), Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, г. Нижний Новгород

Научный руководитель: В.Ф.Долгова

преподаватель, Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, г. Нижний Новгород

Аннотация. *Почему мы решили взять именно эту тему? По нашему мнению, Горьковская железная дорога очень актуальна, и наиболее подходит для описания ее инфраструктуры. Хотелось бы поподробнее рассказать вам об истории возникновения данной железной дороги и её дальнейшего развития, а также познакомить с работой основных станций.*

Ключевые слова: *ГЖД, Инфраструктура.*

RAILWAY INFRASTRUCTURE IN THE NIZHNY NOVGOROD REGION

N. A. Meshcheryakov, K. V. Yakunicheva

students of the «Organization of Transportation and Transport Management (by Mode)» specialty, Samara State Railway Engineering University, branch in Nizhny Novgorod

Scientific supervisor: V. F. Dolgova

teacher, Samara State Railway Engineering University, branch in Nizhny Novgorod

Abstract. *Why did we decide to take this particular topic? In our opinion, the Gorky Railway is very relevant, and it is most suitable for describing its infrastructure. I would like to tell you in more detail about the history of the origin of this railway and its further development, as well as the work of the main stations.*

Keywords: *GZhD, Infrastructure.*

Горьковская железная дорога один из 16 территориальных филиалов ОАО «Российские железные дороги», занимающийся эксплуатацией железнодорожной инфраструктуры на территории Нижегородской, Владимирской, Московской, Кировской, Рязанской областей и республик: Мордовия, Чувашия, Удмуртия, Татарстан, Марий Эл и многих других.

Свою историю Горьковская железная дорога ведёт от Московско-Нижегородской железной дороги, это была первая дорога, проложенная из центра страны на восток, что имело огромное значение для развития экономики страны.

Первый поезд из Нижнего Новгорода до Москвы был отправлен 1 августа 1862 года, именно в этот день в эксплуатацию была принята вся линия магистрали. Поэтому можно смело сказать, что Горьковская железная дорога

является одной из самых первых во всей России. Многие перевозочные процессы проходят именно на ней. Каждый день она пропускает через себя огромное количество вагонов, как с пассажирами, так и с грузом. На Горьковской железной дороге действует 379 станций, 247 из которых осуществляют грузовые операции. Каждая станция уникальна по своему, хотелось бы подробнее рассказать вам о нескольких из них.

Сортировочная горка является сердцем станции Нижний Новгород – Сортировочный. Станция исправно выполняет свою работу с 1935 года. На ней осуществляется формирование поездов, прибывающих с Шахунского, Арзамасского и Гороховецкого направлений. Также на специальной сортировочной горке происходит переработка основной части вагонных потоков Горьковской железной дороги. Готовый поезд после формирования доставляет грузы в различные точки России, а также ближнего и дальнего зарубежья. Также на данной станции базируются восстановительный и пожарные поезда.

Рисунок 1 – Восстановительный поезд

Из 57 российских сортировочных станций Нижний Новгород — Сортировочный занимает третье место согласно данным рейтинга 2017 года. Отбор лучших станций осуществлялся по следующим критериям: количество отправленных, переработанных поездов и вагонов, производительность труда и уровень безопасности и др.

Ёще одной станцией, о которой хотелось бы рассказать подробнее является станция Зелецино, она является одной из крупнейших грузовых станций Горьковской железной дороги. Данная станция изначально была построена для того, чтобы транспортировать продукцию нефтеперерабатывающего завода, что составило самый большой объём её перевозок. С каждым годом поток грузов увеличивался, и развитие станции стремительно набирало обороты: был построен и введён в эксплуатацию дополнительный путь в сортировочном

парке, а также преобразована вся структура отгрузки по виду продукции. В настоящее время станция Зелецино не утратила своей актуальности и по-прежнему является одной из ведущих по объёмам погрузки нефтепродуктов.

Навашино крупная железнодорожная станция Горьковской железной дороги в одноимённом райцентре Нижегородской области. На станции останавливается большое количество поездов дальнего и пригородного следования. От станции до 1945 года отходила ветка узкоколейной железной дороги в города Выкса и Кулебаки. Во время Великой Отечественной войны ветка была разрушена, и впоследствии ее так и не удалось восстановить. Железнодорожный вокзал на станции Навашино представляет собой одно серое двухэтажное здание в стиле конструктивизма. Входная группа украшена большими панорамными окнами. Неподалеку находится примечательное здание администрации вокзала с красным куполом и шпилем. Так же в шаговой доступности находится автовокзал.

На конечной станции Нижегородско-Казанской железной дороги находится здание Ромодановского или Казанского вокзала, построенное ещё в 1904 году. Вокзал успешно выполнял свою работу до 1974 года, после нескольких оползней грунта в некоторых местах железнодорожное полотно было разрушено, а его восстановление экономически невыгодным. В 1993 году здание вокзала включили в список архитектурных памятников регионального значения. После этого здание вокзала простояло заброшенным до 2001 года, затем его выкупила компания "Новакард", благодаря которой строение было полностью восстановлено по старым строительным чертежам с незначительными изменениями. Ромодановский вокзал действительно живописное здание, но его расположение под метромостом лишает туристов возможности лицезреть его красоту.

Рисунок 2 – Ромодановский вокзал - фото сделано в наши дни

Станция Нижний Новгород - Московский, появилась очень давно, на заре строительства железных дорог в России, в 1862 году. Данная станция долгое время носила название Горький - Московский. Примечательна эта станция следующим обстоятельством - она была тупиковой целых 73 года, до постройки в 1935 году Борского моста и дороги на Киров, которая стала продолжением нижегородской линии. На фото ниже показано, как выглядела станция до 1935 года.

Рисунок 3 – Станция Горький-Московский 1935 г.

Провести железную дорогу прямо в центр города из-за сложного рельефа и расположения его за широкой Окой, не представлялось возможным, поэтому главная станция города разместилась на другом берегу Оки от исторического центра города.

Рисунок 4 – Станция Нижний Новгород-Московский,
Фото сделано в наши дни

Из всех вышеперечисленных объектов можно сделать вывод, что инфраструктура Горьковской железной дороги многообразна и продолжает своё развитие с каждым годом. Например, в 2020 году ОАО «РЖД» инвестировало в развитие Горьковской железной дороги более 23 млрд рублей. Были выполнены работы по устройству новых переходных переходов, которые имеют звуковую и световую сигнализацию. Была продолжена реализация одного из самых капиталоёмких проектов, а именно увеличение провозной и пропускной способности инфраструктуры для увеличения транзитного контейнеропотока. Также согласно программе «Обновление подвижного состава» ОАО «РЖД» была произведена поставка 34 локомотивов, 7 вагонов электропоездов, также были выполнены работы по модернизации локомотивов.

В заключении хотелось бы сказать, что инфраструктура железных дорог в Нижегородской области с каждым годом продолжает развиваться и совершенствоваться. Горьковская железная дорога остаётся актуальной и осуществляет огромное количество перевозок ежедневно. Мы надеемся, что в скором времени и мы сможет внести свою лепту в историю её развития.

Список использованных источников

1. Книга «Горьковская железная дорога. 150 лет движения вперёд» - Нижний Новгород: 2012.- 288с., иил

2. История и современность профсоюзной организации Горьковской железной дороги / сост. Л.В.Захарова, В.П. Фефелова – Н.Новгород, 2005 г.

3. Сенин.А.С. Железнодорожный транспорт России в эпоху войн и революций (1914-1922г). – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на жд транспорт», 2009г.

4. Российские железные дороги : официальный сайт URL: http://www.rzd.ru (дата обращения 14.04.21.)

5. Материалы из электронной газеты «Нижегородская правда». Московский вокзал на ретро-фотографиях. - «Нижегородская правда» (pravda-nn.ru) (дата обращения 17.04.21.)

УДК 625.14 **ГРНТИ 73.29.11**

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ НА И. ДИСТАНЦИИ

Ю.В. Музыченко

студентка специальности «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», направления «Управление техническим состоянием железнодорожного пути», СГУПС, г. Новосибирск

Научный руководитель: П.С. Труханов

канд. техн. наук, доцент, СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. *Основную задачу путевого хозяйства составляет содержание пути и всех его элементов в постоянной исправности.*

Для увеличения межремонтного интервала железнодорожного пути требуется повышение срока службы его элементов. Нормативная база по его устройству и содержанию элементов постоянно совершенствуется, что способствует сохранению проблемы устойчивости и надежности элементов верхнего строения пути.

В статье поставлена основная цель – оценить надежность элементов верхнего строения железнодорожного пути (рельсы и шпалы) в условиях эксплуатации И. дистанции. Для достижения поставленной цели необходимо также составить прогноз отказов рельсов и шпал на участках И. дистанции.

Ключевые слова: *надежность, оценка, железнодорожный путь, верхнее строение пути*

RELIABILITY EVALUATION OF THE SUPERSTRUCTURE TRACK ELEMENTS ON THE I. DISTANCE

Yu.V. Muzychenko

Student of the specialty "Construction of railways, bridges and transport tunnels", direction "Management of the railway track condition", STU, Novosibirsk

Scientific Supervisor: P.S. Trukhanov

Ph.D., associate professor, STU, Novosibirsk

Annotation. *The main task of the track facilities is to keep the track and all its elements in constant working order.*

To increase the overhaul interval of a railway track, an increase in the service life of its elements is required. The regulatory framework for its structure and the content of elements is constantly being improved, which contributes to the preservation of the problem of stability and reliability of elements of the superstructure of the track.

The main goal of the article is to assess the reliability of the elements of the upper structure of the railway track (rails and sleepers) in the operating conditions of the I.

distance. To achieve this goal, it is also necessary to make a forecast of failures of rails and sleepers in the sections of the I. distance.

Keywords: *reliability, evaluation, railway track, superstructure.*

Основную задачу одной из ведущих областей железнодорожного транспорта, – путевого хозяйства, составляет содержание пути и всех его элементов в постоянной исправности и работоспособности, и вместе с тем обеспечение безопасного и плавного движения поездов с наибольшими допустимыми скоростями [1].

Для увеличения межремонтного интервала железнодорожного пути требуется повышение срока службы его элементов. Нормативная база по его устройству и содержанию элементов постоянно совершенствуется, что способствует сохранению проблемы устойчивости и надежности элементов верхнего строения пути [2].

В статье поставлена основная цель – оценить надежность элементов верхнего строения железнодорожного пути (рельсы и шпалы) в условиях эксплуатации И. дистанции. Для достижения поставленной цели необходимо кроме того составить прогноз отказов рельсов и шпал на участках И. дистанции.

И. дистанция пути – структурное подразделение З.-С. дирекции инфраструктуры – структурного подразделения Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД», осуществляющее комплексный контроль за техническим состоянием пути, в том числе средствами дефектоскопии и путеизмерения, текущее содержание на всем протяжении пути, а также всех его обустройств и искусственных сооружений.

Надежность – свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемых промежутков времени или наработки [3]. Наработкой называется продолжительность или объём работы объекта (для железнодорожного пути это количество пропущенного тоннажа в миллионах тонн брутто). Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности.

Для оценки надёжности невосстанавливаемых объектов используют вероятностные характеристики случайной величины – наработки T объекта от начала его эксплуатации до первого отказа. Критериями надёжности невосстанавливаемых объектов являются: вероятность безотказной работы $P(t)$; плотность распределения наработки до отказа $f(t)$; интенсивность отказов $\lambda(t)$; средняя наработка до первого отказа $T_{ср.}$

По мере увеличения наработки возрастает число отказавших изделий и убывает соответственно число работоспособных. Накопленное число отказов $r(t_i)$ – сумма отказов элементов n_i в интервалах.

Рассеивание результатов оценивается средним арифметическим отклонением ρ, но чаще дисперсией *D* и средним квадратическим отклонением σ [3].

В качестве участка пути для оценки надежности элементов его верхнего строения выбран участок Н.-Б. Рассматривались элементы верхнего строения – рельсы и шпалы.

В соответствии с методикой надежности, представленной в [2], для рельсов, лежащих по первому пути, были рассчитаны средняя наработка тоннажа до отказа $T_{ср} = 911,46$ млн т, среднее квадратическое отклонение наработки $\sigma_t = 306,60$ млн т; по второму – $T_{ср} = 1587,30$ млн т, $\sigma_t = 709,03$ млн т. Для шпал, лежащих по второму пути, средняя наработка тоннажа до отказа составила $T_{ср} = 1825,77$ млн т, среднее квадратическое отклонение наработки составило $\sigma_t = 406,36$ млн т.

Анализ данных по замене дефектных рельсов и шпал производился за период с момента последнего капитального ремонта, что в дальнейшем позволило определить влияние срока эксплуатации, выраженного в пропущенном тоннаже, на количество замененных элементов верхнего строения пути.

Повышение качества и развитие планирования ремонтов пути, а также планирования управлением запасами рельсов и шпал и проверок их состояния требует своевременного прогнозирования отказов элементов верхнего строения железнодорожного пути на основе опытных данных [4].

В рамках методики прогнозирования отказов с использованием нормального распределения долговечности необходимо по известным оценкам $T_{ср}$ и σ_t вычислить точечный прогноз вероятности отказов рельсов и шпал $F(t_i)$ при соответствующей наработке t_i.

Прогноз отказов элементов верхнего строения пути представлен в виде оценки суммарного выхода рельсов и шпал из расчета на один километр пути, который возрастает с увеличением нормативной наработки тоннажа на рассматриваемом участке по всем путям (рисунки 1 – 3).

По первому пути при росте тоннажа от 500 до 700 млн тонн наблюдается значительное увеличение числа отказов рельсов в 3,7 раза, а затем спад отказов рельсов при тоннаже от 700 до 900 млн тонн. Спад отказов рельсов на данном участке можно объяснить небольшой протяженностью участка – 2 км. Получить более качественную зависимость можно при большем количестве данных для участка с тоннажем 900 млн тонн. По второму пути наблюдается равномерный рост отказов по мере увеличения значений пропущенного тоннажа, в среднем, не превышающий прогнозируемых значений.

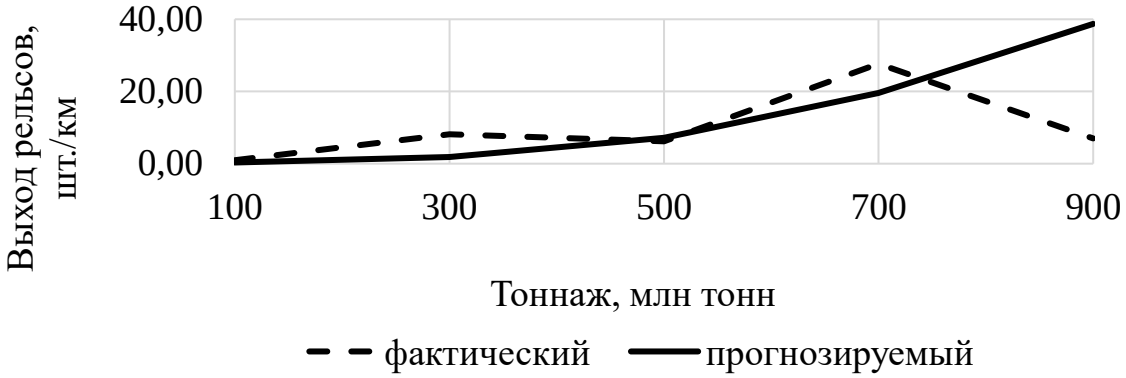


Рисунок 1 – График зависимости выхода рельсов от пропущенного тоннажа на участке Н.-Б. по первому пути

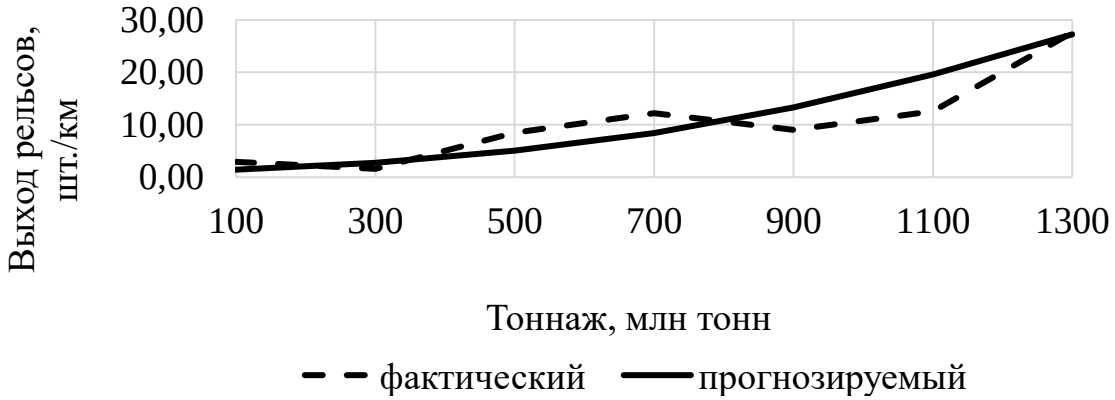


Рисунок 2 – График зависимости выхода рельсов от пропущенного тоннажа на участке Н.-Б. по второму пути

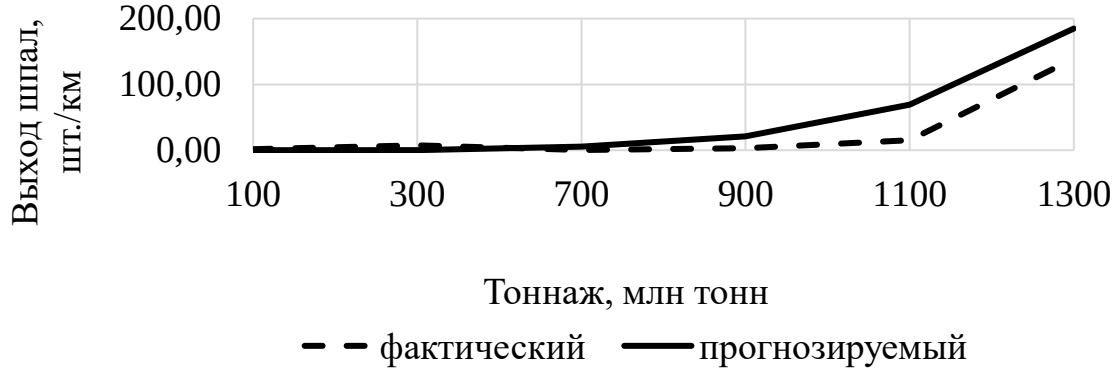


Рисунок 3 – График зависимости выхода шпал от пропущенного тоннажа на участке Н.-Б. по второму пути

Значения отказа шпал по второму пути равномерно увеличиваются, в среднем, не превышая прогнозируемых значений, кроме того, наблюдается значительный рост отказов при тоннаже 1100 млн тонн и более.

Максимально возможное продление срока службы, а также оптимизация расходов по текущему содержанию и замене элементов верхнего строения являются ключевыми составляющими стратегии обеспечения работоспособности инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Подводя итог, можно предложить решения поставленной в исследовании проблемы:

1. Использование методики надежности позволило получить математическую зависимость отказа элементов верхнего строения от наработанного тоннажа, которую можно применять для их прогнозирования на исследуемом участке дистанции;

2. Возможно использование данной методики для других участков и дистанций, что доказано научными исследованиями сотрудников кафедры «Путь и путевое хозяйство» и студентами факультета «Строительство железных дорог» СГУПС.

Список использованных источников

1. Певзнер В. О., Ромен Ю. С. Основы разработки нормативов содержания пути и установления скоростей движения // Труды ОАО «ВНИИЖТ». Москва: Интекст, 2013. 224 с.

2. Карпущенко Н. И., Труханов П. С. Проектирование и расчеты элементов верхнего строения железнодорожного пути: учебное пособие. Новосибирск, 2016. 192 с.

3. Карпущенко Н. И., Осипов В. Г., Юдин О. Г. Надежность железнодорожного пути: методические указания. Новосибирск: Изд. СГУПС, 2012. 34 с.

4. Карпущенко Н. И., Верескун В. Д., Величко Д. В. Основы научных исследований: учебное пособие. Новосибирск: СО РАН, 2009. 232 с.

УДК 625.731:1 **ГРНТИ 73.29.11**

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА ПРОИЗВОДСТВО ПУТЕВЫХ РАБОТ, РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ НОРМАТИВНЫМИ ДОКУМЕНТАМИ

Н.А. Насонова

аспирант, ДВГУПС, г. Хабаровск

Научный руководитель: С.М. Жданова

профессор, д-р.техн. наук, ДВГУПС, г. Хабаровск)

Аннотация. *В статье рассматривается влияние деформативности земляного полотна на выполнение путевых работ на Хабаровской дистанции пути (ПЧ-5). А также затронуты вопросы, связанные с эксплуатационные нормативно - техническими параметрами и периодичностью проведения*

ремонтов верхнего строения пути и земляного полотна. Описаны виды выполненных путевых работ, на участках дистанции пути.

Ключевые слова: *железнодорожный путь, путевое хозяйство, ремонт, грунты, земляное полотно, деформация, дистанция пути*

INFLUENCE OF THE DEFORMABILITY OF THE SUBGRADE ON THE PRODUCTION OF TRACK WORKS REGULATED BY REGULATORY DOCUMENTS

N.A. Nasonova

graduate student, Far Eastern State Transport University, Khabarovsk

Scientific Supervisor: S.M. Zhdanova

professor, doctor of technical sciences, Far Eastern State Transport University, Khabarovsk

Annotation. *The article considers the influence of the deformability of the subgrade on the performance of track work at the Khabarovsk distance of the track. The issues related to the operational regulatory and technical parameters and the frequency of repairs of the upper structure of the track and the subgrade are discussed. The types of track work performed on the sections of the track distance are described.*

Keywords: *railway track, track management, repair, soils, subgrade, deformation, railway track distance*

Эксплуатационные нормативно - технические параметры и периодичность ремонтов верхнего строения пути и земляного полотна определяются распоряжением ОАО РЖД «Об утверждении и ведении в действие откорректированной редакции технических условий на работы по ремонту железнодорожного пути №3146/р от 31.12.2019 г. и №731р от 01.04.2020 г.» [1].

Границами Хабаровской дистанции пути ПЧ – 5 являются ст. Биробиджан (8353 км) и ст. Хабаровск 1 (8525 км включительно). Общая протяженность дистанции - 173,5 км двухпутного пути. Дистанция расположена на магистральном направлении Москва-Владивосток, проходит в пределах Хабаровского края: по районам Биробиджанскому, Смидовичевскому и г. Хабаровску.

Дистанция пути расположена в северо-западной части Средне – амурской низменности, большая часть которой является поймой р. Амур и его левого притока р. Тунгуска.

Большая часть дистанции пути расположена в неблагоприятных инженерно-геологических условиях: бессточность западной территории, как результат, малый срок службы водоотводных сооружений.

Наиболее характерные причины деформаций земляного полотна приведены ниже.

Осадки из-за пластического выдавливания глинистых грунтов и пучины в зимний период. Интенсивное вибродинамическое воздействие на земляное полотно оказывает большая грузонапряженность, что способствует значительным пластическим деформациям.

Причиной деформации грунтов основания, расположенной в ЕАО являются дерново-торфяные грунты с высокой степенью переувлажнения в летне-осенний период, что приводит к явлениям пучинно-просадочного характера.

Кроме того, на правом берегу откосы выемки Амурского-горного тоннеля (нижний ход) с восточной стороны сложены глинистыми грунтами Львовской свиты, обладающие большой подвижностью по хорошо выраженной скользящей поверхности, что приводит к образованию оползней в период ливневых дождей и таяния снега.

Земляное полотно дистанции имеет следующие водоотводные и укрепительные сооружения, которые отражены в таблице 1.

Таблица 1 - Водоотводные и укрепительные сооружения

№№ пп	Перечень сооружений	Изм	Протяжение	Требуют ремонта
1.	Кюветы	км	15,189	5,358
2.	Нагорные канавы	км	14,769	8,7
3	Водоотводные канавы	км	303,83	248,064
4.	Лотки продольные	км	3,87	0,25
5.	Прорези и дренажи	км	2,83	1,6

Протяженность земляного полотна, подверженного деформациям составляет:

- сплывы - 2,117 км (в текущем году не наблюдались),
- осадки - 0,103 км (в текущем году не наблюдались),
- места имеющие нарушения ширины земляного полотна поверху - 0,65 км
- протяженность пучинистых мест по дистанции пути составляет 16,704 км и увеличилась. По сравнению с 2019 г. мест пучинообразования увеличилось на 6,889 км.

По участкам дистанции пути в протяжении пучинистых мест произошли следующие изменения, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Изменение на участках дистанции пути пучинистых мест

Участки пути	Изм.	Всего пучин / в т.ч. выше 25 мм	
		2018г.	2019г.
Биробиджан – Хабаровск-1	км	9,705/1,355	16,594/1,224
Хабаровск-1- Хабаровск-2	км	0,110/0,110	0,110/0,110
Всего по дистанции	км	9,815/1,465	16,704/1,334

Деформации земляного полотна вызывают нарушения верхнего строения пути в профиле и в плане [2].

Содержание и ремонт сооружений земляного полотна и защитных лесонасаждений осуществляет цех по содержанию сооружений земляного полотна.

Значительная деформативность земляного полотна требует постоянного контроля за его состоянием. В 2019 году капитальный ремонт сооружений земляного полотна силами дистанции пути не производилось.

Поэтому в рамках текущего содержания цехом по содержанию земляного полотна был выполнен большой объём работ по приведению водоотводных сооружений к нормативным требованиям. В частности, были выполнены следующие виды работ:

- работа по восстановлению профиля и прочистке нагорных канав и кюветов на перегоне Амур-Хабаровск-1, Покровский-Хабаровск-1 в объёме 6,5 км;

- работа по расчистке выходов дренажей на 8458-8459км, 8515-8516 км и 8519-8520км (нижний ход), а также очистке и утеплению в зиму смотровых колодцев этих же дренажей;

- в местах, подверженных пучению грунтов основания, на подходе к тоннелю под р. Амур 8517 км была произведена укладка водоотводных лотков по правой стороне от оси ж.д. пути в объёме 180п.м.

-по перегону Покровский-Хабаровск-1 для утепления существующих водоотводных ж.б. лотков на 8519-8520км, в целях уменьшения количества пучинистых мест было произведено закрытие лотков ж.б. крышками с предварительной очисткой от наносов в объёме 0,2 км.

- произведена очистка запретных зон от растительности и обработка площади всех запретных зон гербицидами;

- на всём протяжении дистанции произведена вырубка всех опасных деревьев, угрожающих падению на ж.д. путь;

-по перегону Хабаровск-1-Хабаровск-Пристань и подъездным путям Покровский-Покровский Порт, Хабаровск-1-ТЭЦ произведена сплошная вырубка кустов и деревьев обеих сторон ж.д. пути, общим объёмом 12км, а также выполнено уничтожение порубочных остатков;

- работа по подготовке всех водоотводных сооружений к пропуску весенних талых вод (очистка от снега и льда, восстановление профиля);

- работа по устройству прорезей в снегу на откосах больной выемки 8519-8520км общим объёмом 255куб.м.

- работы по содержанию посадок в защитных лесонасаждениях (противопожарная опашка, обрезка ветвей, рубки осветления главных пород, прореживание, санитарные и проходные рубки) на 8501-8505км, 8481км.

Расчёты объёмов и сроки путевых работ по плану базируются на среднесетевых нормах периодичности, которые разработаны с учётом классности пути[3]. Эти нормативы основаны на опыте эксплуатации и широких исследованиях закономерностей выхода из строя материалов верхнего строения пути. Кроме того, они учитывают влияние различных мероприятий на сроки службы конструкций пути, таких, как замена щебня слабых пород, глубокая очистка щебня, шлифовка рельсов, применение термоупрочнённых рельсов, использование старогодных рельсов и др. Нормативы конкретно устанавливают сроки проведения капитальных ремонтов только по пропущенному тоннажу и не регламентируют строго пропущенным тоннажем остальные виды ремонтов. По пропущенному тоннажу выполняется перспективное планирование на срок 3 – 5 лет. Это даёт возможность дорогам с целью рационального расходования средств варьировать ремонтными схемами, как по времени, так и по видам назначаемых промежуточных ремонтов в зависимости от конкретных эксплуатационных условий и фактического состояния каждого километра и позволяет обеспечить при необходимом уровне установленных скоростей полное использование ресурсов.

Список использованных источников

1. Распоряжение ОАО "РЖД" от 18.01.2013 № 75р (с изм. от 07.07.2020) "Об утверждении и введении в действие откорректированной редакции Технических условий на работы по реконструкции (модернизации) и ремонту железнодорожного пути" Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

2. Жданова С.М. Оценка земляного полотна на вечномерзлотном основании/С.М. Жданова, Н.И. Горшков, М.А. Краснов//Путь и путевое хозяйство. 2006. №8. С.26-30

3. Чипига Н.П. Инновационная стратегия внедрения научно-технических разработок/ Н.П. Чипига, С.М. Жданова, Е.В. Ганенко// Экономика железных дорог. 2014. №6. С 43-51

УДК 624.152.611 **ГРНТИ 73.29.11**

ОТВОД ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД У НАСЫПЕЙ И ВЫЕМОК. СОВРЕМЕННОЕ ВОДООТВЕДЕНИЕ

Е.Ю. Нуцкова

Филиал Самарского государственного университета путей сообщения в г. Н. Новгороде

Научный руководитель: И.Г. Хорошайлова

Филиал Самарского государственного университета путей сообщения в г. Н. Новгороде

Аннотация. *Система для перехвата и отвода поступающей к земляному полотну воды, а также для преграждения доступа воды в верхнюю часть полотна.*

Ключевые слова: *земляное полотно, поверхностные воды, водоотводные сооружения.*

DRAINAGE OF SURFACE WATER FROM EMBANKMENTS AND RECESSES. MODERN WATER DISPOSAL

E. Y. Nutskova

Samara State Railway Engineering University, branch in Nizhny Novgorod

Scientific supervisor: I. G. Khoroshailova

Samara State Railway Engineering University, branch in Nizhny Novgorod

Annotation. *A system for intercepting and diverting water coming to the roadbed, as well as for blocking water access to the upper part of the roadbed.*

Keywords: *roadbed, surface water, drainage structures.*

В процессе эксплуатации земляное полотно подвергвергается воздейсвию поверхностных вод в виде дождей, снеготаяния, так же подвергается размыванию.

Дренажные устройства представляют собой систему поверхностного и подземного дорожного дренажа, состоящую из ряда конструкций и конструктивных элементов, предназначенных для предотвращения переувлажнения дорожного полотна. Система используется для перехвата и отвода поступающей воды к дорожному полотну, а также для перекрытия доступа воды к верхней части дорожного полотна.

Поверхностные воды, поступающие с прилегающей территории и стекающие с дорожного полотна, должны собираться в дренажные сооружения, через которые они отводятся в ближайшие водопропускные трубы или в сторону от дорожного полотна в низких местах рельефа.

Отвод поверхностных вод осуществляется:

– От насыпей – канавами (продольными и поперечными) или резервами;

– От откосов выемок и полувыемок – канавами забанкетными и нагорными;

– От основной площадки (и с откосов) в выемках и полувыемках – кюветами, лотками, кювет-траншеями, дренажами мелкого заложения.

Работы по отводу поверхностных вод включают: устройство нагорных и водоотводных канав; планировку поверхности складских и монтажных площадок.

Для отвода поверхностных вод от насыпей и выемок используются такие водоотводные устройства как:

Водоотводная канава – неглубокая и нешироκая продольная траншея, располагаемая с нагорной стороны или с двух сторон насыпи имеющая продольный уклон дна.

Водоотводные канавы, как правило, имеют трапециевидное поперечное сечение, что наиболее удобно для их строительства, ремонта и обслуживания. Размеры канав определяются путем расчета максимального расхода воды. Этот расход изменяется по длине траншеи и увеличивается от истоков до устья. В длинных канавах (более 100-200 м) расход определяется в нескольких поперечных сечениях, а канава проектируется в отдельных сечениях.

Лоток – неглубокая и нешироκая продольная траншея различной геометрической формы и укрепленная с боков и по низу. Лотки в выемках устраивают при слабых грунтах, стесненных условиях и углубляют для повышения эффективности водоотедения.

Лотки выпускаются различной высоты от 0,30 до 1,25 метра с длиной секции до 1,5 метра. В нижней части лотков имеются отверстия для сбора грунтовых вод. Лотки устанавливают в траншею для специальной предварительной подготовки щебня толщиной 10 см, а стеновое пространство заполняют дренирующим грунтом с заданным коэффициентом фильтрации. В верхней части лотки закрываются крышками из железобетона, с целью предотвращения травм обслуживающего персонала и защиты от засорения лотков.Канавы и желоба с открытым водосбором одновременно отводят как грунтовые, так и поверхностные воды. Лотки для фильтрации воды из грунта имеют отверстия в боковых стенках. В нижней же части лотка отверстий нет, к этому прибегают, чтообы избежать инфильтрации воды из лотка в грунт.По дну лотка принмают уклон не менее 0,003–0,005, укрепляют его в соответствии с расчетной скоростью воды.

Забанкетная канава – неглубокая и узкая продольная траншея, располагаемая с нагорной стороны или с двух сторон выемки. Устраивается для сбора воды, стекающей с поверхностей кавальера и банкета или обреза. Имеет продольный уклон;

Глубина и ширина дна забанкетной канавы не менее 30 см; крутизна откосов, в зависимости от грунта, составляет -1:1 или 1:1,5; уклон дна устраивают в соответствии с уклоном местности, но не менее 0,005. Из-за небольшого количества воды, протекающей через банкетный ров, его склоны и дно не защищены от эрозии.

Нагорная канава – неглубокая и узкая продольная траншея, расположенная на нагорной стороне позади кавалера, если таковая имеется;

Наорные канавы при уклоне местности круче 0,004 устраиваются с верхорой стороны. Глубина и ширина по дну ≥ 0,6 м, заложение откосов 1:1,5, удаление от откосной бровки ≥5,0 м, о кавальера 1,0-5,0 м.

Водоотводами могут бытьгрунтовые валы, в том числе кавальеры (место заливаемых нагорных канав). При необходимости, в случае крутых склонов или больших скоростей течения воды, откос грунтового вала следует укреплять.

Быстротоки и перепады – это железобетонные конструкции с большим уклоном прямоугольного или трапецеидального сечения. Для усиления скоростей течения и перепадов используются специальные конструкции из железобетона, так как скорость воды значительна и режим ее движения турбулентен. Эти сооружения проектируются индивидуально, с учетом местных условий.

В быстротекущих потоках вода движется, не отрываясь от дна, а в нижней части устроены водяные колодцы, стенки и выступы для гашения энергии. Капли имеют ступеньки, и вода движется по ним с отрывом от дна. При необходимости дополнительные энергетические демпферы могут быть также устроены на дне капель, как при быстропоточной воде дренажные катки устраиваются на возвышенной стороне дорожного полотна. Они сделаны из не дренирующейся почвы, а склоны укреплены.

В пределах станций поверхностные воды отводятся поперечными и продольными стоками, которые закрываются в местах работы людей. На крупных станциях прокладываются коллекторы и канализационные трубы для продольного отвода воды, а в районах с сильными осадками дополнительно устраиваются ливневые канализации.

При пилообразном профиле земляного полотна станций в пониженных промежутках укладывают стандартные сборные железобетонные лотки глубиной 0,75–2 м. Собранная ими вода поступает в поперечные подземные трубы-коллекторы и отводится ими на поверхность земли, в наружный продольный дренаж, в продольный коллектор станционной или городской канализации. Дну лотка придается наклон 0,002–0,005. В точке водораздела глубина лотка должна быть не менее 0,25 м. Расстояние между коллекторами устанавливается расчетным путем (не менее 100-200 м).

Список использованных источников

1. З.Л. Крейнис, Н.П. Коршикова Устройство ж/д пути.

2. Хорошайлова И.Г. Строительство и реконструкция железных дорог: учебное пособие Филиал СамГУПС в Нижнем Новгороде, 2019.

3. https://cyberpedia.su/14x12b12.html

УДК 656.22:37 **ГРНТИ 73.29.01**

ИНФРАСТРУКТУРА ИЧ ИВАНОВО

И.В. Петушкова
студент 3 курса специальности ЯРПХ-312 (32-П-9),
Филиал Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, г. Ярославль
Научный руководитель: Л.И. Зеленская
преподаватель,
Филиал Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, г. Ярославль

Аннотация: *рассмотрена тема инфраструктуры железнодорожного транспорта на примере ИЧ Иваново.*

Ключевые слова: *железнодорожный транспорт, инфраструктура, РЖД.*

INFRASTRUCTURE OF IVANOVO RAILWAY STATION

I. V. Petushkova
student of the YARPH-312 (32-P-9) specialty,
branch of St. Petersburg State University of Railways Engineering named after Emperor Alexander I, Yaroslavl
Scientific supervisor: L. I. Zelenskaya
teacher, branch of St. Petersburg State University of Railways Engineering named after Emperor Alexander I, Yaroslavl

Abstract. *The topic of railway transport infrastructure is considered on the example of the Ivanovo railway station.*

Keywords: *railway transport, infrastructure, Russian Railways.*

Для нормальной и безопасной эксплуатации железных дорог используется специальная железнодорожная инфраструктура: железнодорожные пути, светофорная сигнализация, электрификационная система и железнодорожные станции (остановочные пункты для поездов).Железнодорожный путь задаёт маршрут рельсового подвижного состава. Конструктивно железнодорожный путь состоит из двух параллельных железных рельсов, установленных на шпалы из дерева, бетона или металла. Железнодорожная светофорная сигнализация позволяет избежать столкновений поездов при их движении по рельсам. На железных дорогах используются специальные железнодорожные светофоры, которые подают сигналы машинисту светом огней. Например, манёвровый светофор имеет два сигнала – лунно-белый огонь (делать манёвры можно) и синий огонь (делать манёвры запрещено). По способу установки все железнодорожные светофоры делятся на 4 типа: матовые, консольные,

карликовые и туннельные. Система электрификации поставляет в поезда энергию, тем самым обеспечивая их движение по рельсам. Железнодорожная станция – это основной объект железнодорожного хозяйства, на котором производятся операции по приёму и отправке поездов, приёму и выдаче грузов, багажа и обслуживанию пассажиров.

Железнодорожный транспорт является важнейшей составной частью экономической системы России.

Северная железная дорога центра России ведет на север через Ярославль и Вологду, а в Коноше делится на два направления – до Архангельска и Котласа. От Котласа магистраль уходит через всю Республику Коми за Северный полярный круг. СЖД обслуживает территорию площадью более 1 млн квадратных километров с населением более 6 млн человек. Это Ярославская, Ивановская, Костромская, Вологодская и Архангельская области, Республика Коми, часть Ямало-Ненецкого автономного округа, а также Владимирской и Тверской областей.

Ивановская дистанция инфраструктуры – структурное подразделение Северной дирекции инфраструктуры – структурное подразделение Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД».

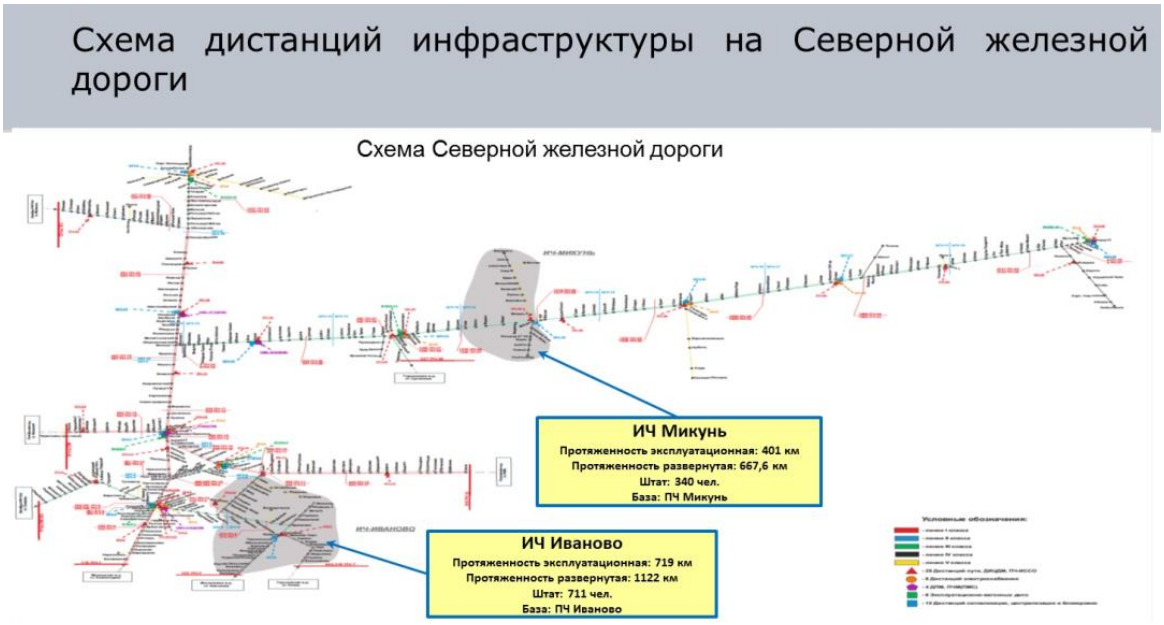


Рисунок 1 - Схема дистанций инфраструктуры на Северной железной дороги

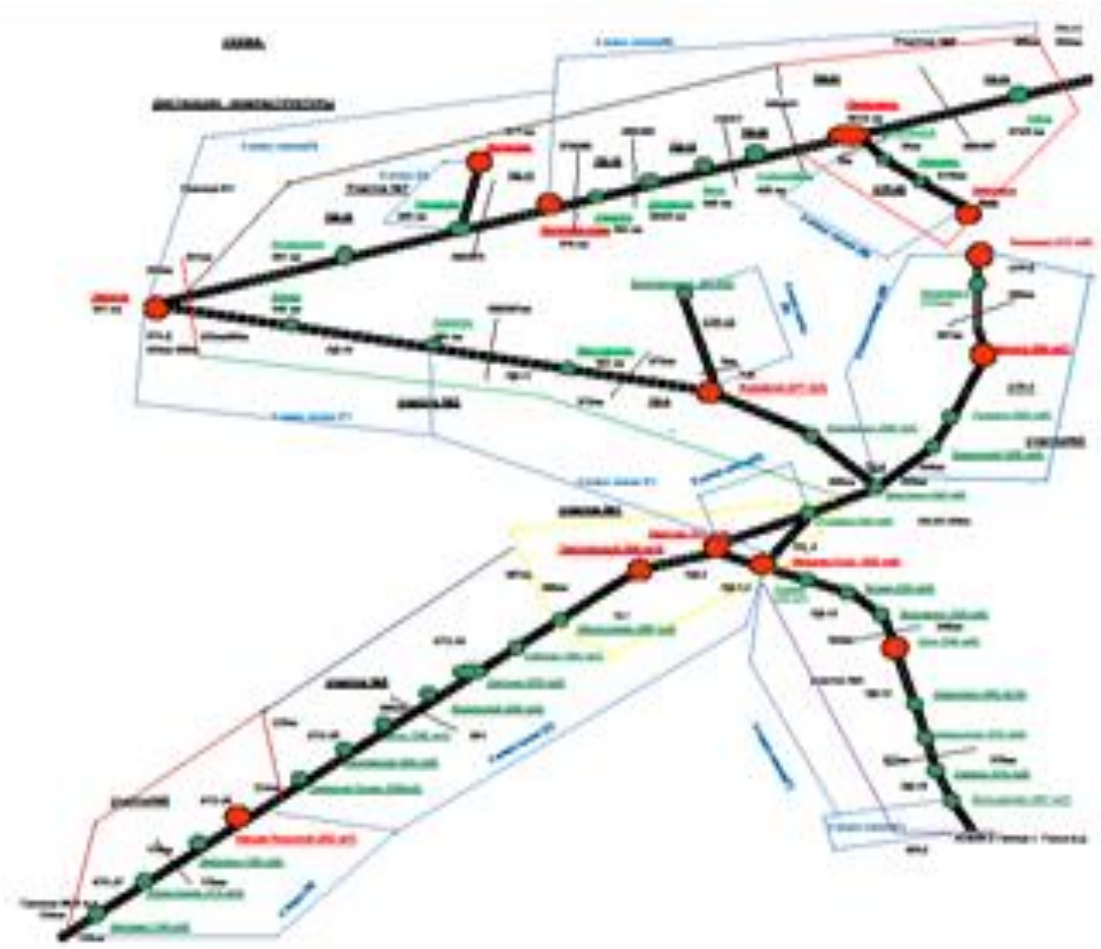


Рисунок 2 - Схема Ивановской дистанции инфраструктуры Северной дирекции инфраструктуры

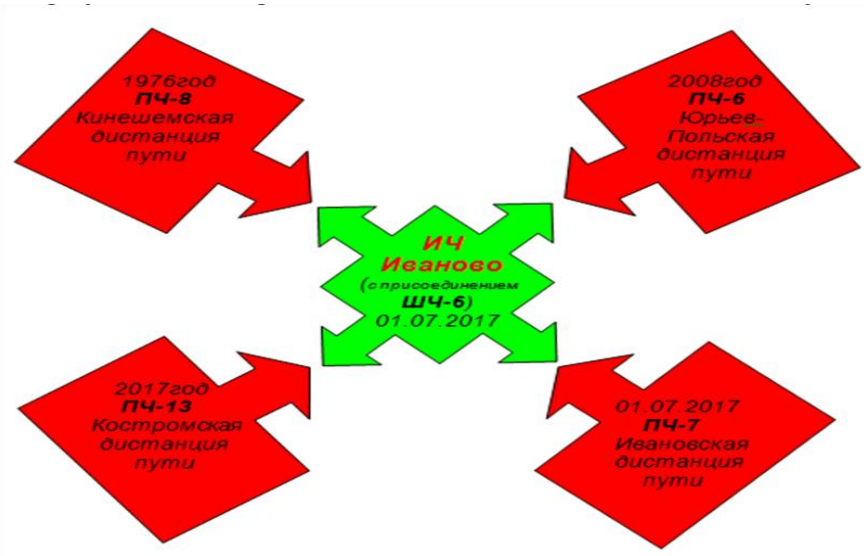


Рисунок 3 - Схема присоединения к ИЧ Иваново смежных дистанций пути

По своему назначению Ивановская дистанция инфраструктуры служит для обеспечения текущего содержания пути в своих границах, организационно - разделена на 25 линейных участков. Кроме того, в своём составе имеет подсобный цех (участок): участок диагностики.

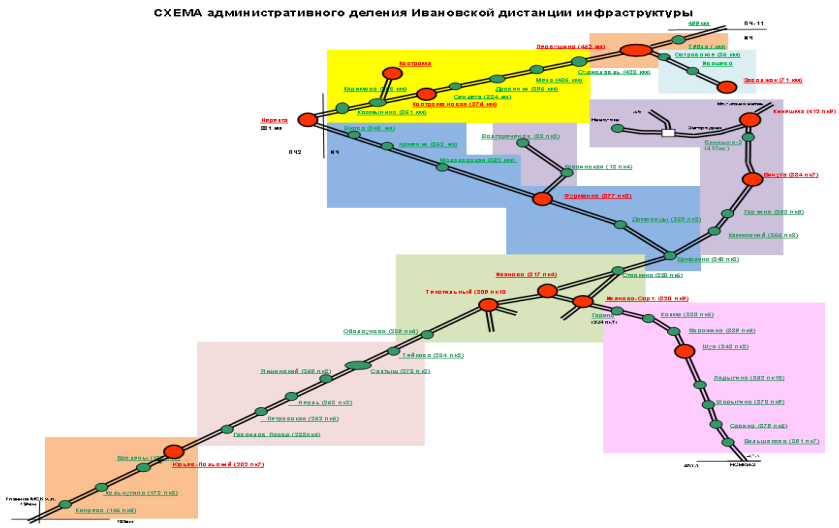


Рисунок 4 – Схема административного деления Ивановской дистанции инфраструктуры

Управление дистанции осуществляется начальником дистанции инфраструктуры с помощью определённого административно - хозяйственного аппарата. Организационно-административная структура управления и схема административного деления Ивановской дистанции инфраструктуры (ИЧ) представлены в графической части.

Рисунок 5 – Организационно - функциональная структура Ивановской дистанции инфраструктуры

В состав дистанции пути входят 6 эксплуатационных участков, 25 линейных участков, 2 участка диагностики (дефектоскопии).

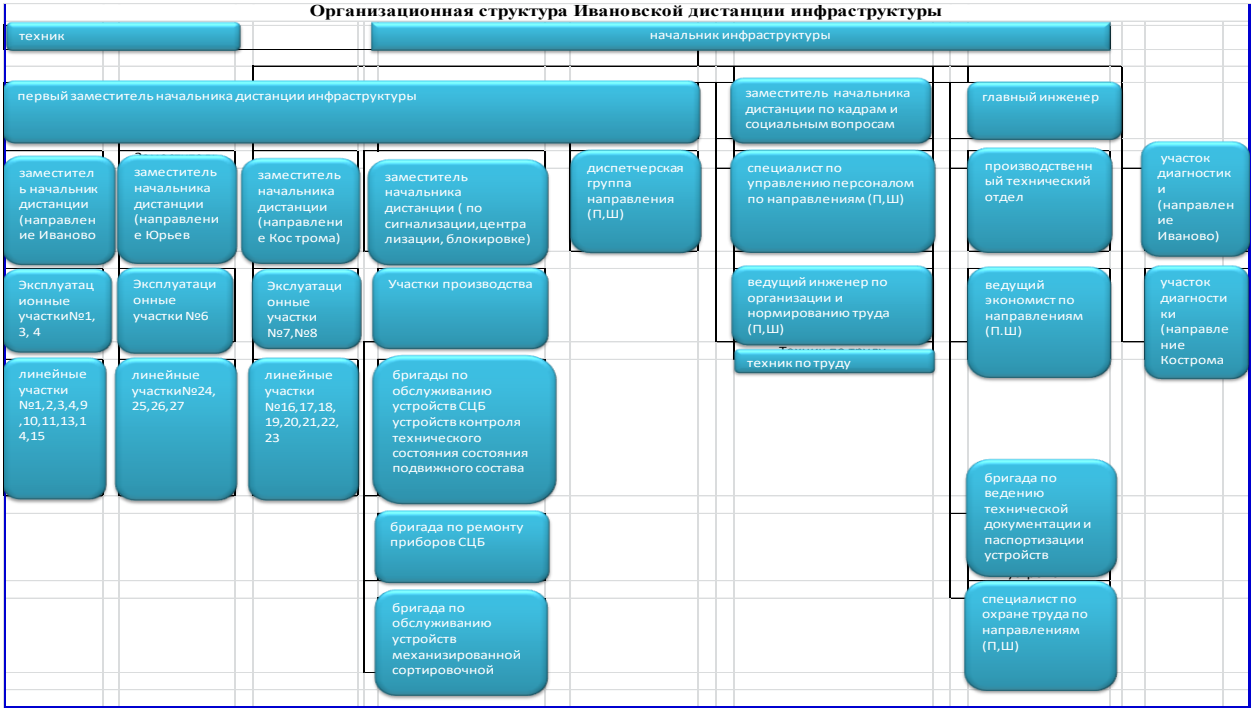


Рисунок 6 - Организационная структура Ивановской дистанции инфраструктуры

На предприятии работает 439 человек. В их числе 202 монтера пути на текущем содержании пути, 9 человек контролеров состояния железнодорожного пути, 28 человек бригадиры (освобожденные) по текущему содержанию пути и ремонту ИССО, 102 человека - дежурный по переезду, 17 человек – операторы дефектоскопных тележек, 2 человека – сигналисты, 33 человека – руководители, 35 человек- специалисты, 100 человек – служба автоматики и телемеханики, 18 человек - рабочие.

Список использованных источников

1 Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути – М.: Утверждена ОАО «РЖД» 14.11.2016г. №2288/р.

2 Механизация на дистанциях пути: тенденции развития Путь и путевое хозяйство № 11, 2018. С. 2 – 5.

3 Положение об организации участковой системы текущего содержания пути. Утверждено распоряжением ОАО «РЖД» 13.12.2013 г. № 2758р.

4 Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути №2544/р – М.: Утверждена ОАО «РЖД» 14.12.2016 №2544/р.

5. Крейнис З.Л., Коршикова Н.П. Техническое обслуживание и ремонт железнодорожногопути. – М.: УМК МПС России, 2001.

6. Безопасность жизнедеятельности часть 2. Под ред. К.Б. Кузнецова- М. 2006 изд. Маршрут.

УДК 656.22:37 **ГРНТИ 73.29.01**

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Д.С. Поляков

Студент специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог, Оренбургский техникум железнодорожного транспорта - структурное подразделение ОрИПС - филиала «Самарского государственного университета путей сообщения», г. Оренбург

Научный руководитель: Л.В. Горбенко

Преподаватель, Оренбургский техникум железнодорожного транспорта - структурное подразделение ОрИПС - филиала «Самарского государственного университета путей сообщения», г. Оренбург

Аннотация. *Влияние развития всех видов транспорта на человека и окружающую среду. Меры по снижению негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и самого человека.*

Ключевые слова*: транспорт, экология, загрязнение.*

ENVIRONMENTAL SAFETY AT RAILWAY TRANSPORT

D. S. Polyakov

Student of the "Technical Operation of Railway Rolling Stock" specialty, Orenburg Technical School of Railway Transport - a structural division of OrIPS - the branch of Samara State Railway Engineering University, Orenburg

Scientific supervisor: L. V. Gorbenko

Teacher, Orenburg Technical School of Railway Transport - a structural division of OrIPS - the branch of Samara State Railway Engineering University, Orenburg

Abstract: *The impact of the development of all types of transport on humans and the environment is considered. The measures to reduce the negative impact of natural and anthropogenic environmental hazards on the environment and the person himself are proposed.*

Key words*: transport, ecology, pollution.*

Экологическая безопасность (ЭБ) — допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека.

Система экологической безопасности — система мер, обеспечивающих допустимое негативное воздействие природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и самого человека.

Интересы сохранения среды обитания ставят сегодня вопрос о свертывании ряда производств и использовании определенных видов продукции. В связи с этим экологические потребности зачастую конфликтуют с традиционными материальными потребностями.

Негативное воздействие железнодорожного транспорта на природную среду остается достаточно высоким в результате выброса вредных веществ как от подвижного состава, так и от многочисленных производственных предприятий. При этом происходит загрязнение почвы, воды и атмосферного воздуха.

Загрязнение земли и воды. Ежегодно из пассажирских вагонов атмосферного воздуха, воды и на каждый километр пути выливается до 200 м³ сточных вод, содержащих патогенные микроорганизмы, и выбрасывается до 12 тонн сухого мусора. Это приводит к загрязнению железнодорожного полотна и окружающей среды. Очистка путей от мусора связана со значительными материальными издержками. Решить проблему можно использованием в пассажирских вагонах аккумулирующих ёмкостей для сборов стоков и мусора или установкой в них специальных очистных сооружений.

При мытье подвижного железнодорожного состава в почву и водоёмы переходят вместе со сточными водами синтетические поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, фенолы, шестивалентный хром, кислоты, щелочи, органические и неорганические взвешенные вещества. Содержание нефтепродуктов в сточных водах при мытье локомотивов, фенолов при мытье цистерн из-под нефти превышают предельно допустимые концентрации. Во много раз сильнее сточных вод загрязняется почва на территории и вблизи пунктов, где производится обмывка и промывка подвижного состава.

На железнодорожном транспорте функционирует большое количество вспомогательных предприятий. Помимо нефтепродуктов сточные воды этих подразделений могут загрязняться растворами солей, поверхностно-активными веществами, щелочами.

Предложены технологические процессы и технические средства совместного термического обезвреживания в местах образования и накопления характерных для предприятий железнодорожного транспорта отходов.

Загрязнение атмосферы (воздуха). Основным источником загрязнения атмосферы являются отработавшие газы дизелей тепловозов. В них содержится окись углерода, окись и двуокись азота, различные углеводороды, сернистый ангидрид, сажа. Режим работы маневровых тепловозов менее стабилен, чем поездных, поэтому и выделение токсичных веществ у них в несколько раз больше. Уровень загрязнения воздушной среды станций и прилегающих к ним зон отработавшими газами маневровых тепловозов зависит от числа

одновременно занятых локомотивов. При этом наиболее значительно выделение окислов азота и сернистого ангидрида.

Перевод железнодорожного транспорта с паровой тяги на электрическую и тепловозную способствовал улучшению экологической обстановки: было исключено влияние угольной пыли и вредных выбросов паровозов в атмосферу.

Дальнейшая электрификация железных дорог, т.е. замена тепловозов электровозами, позволяет исключить загрязнение воздуха отработавшими газами дизельных двигателей.

Шумовое воздействие. Шум это любой нежелательный звук, оказывающий неблагоприятное воздействие на организм человека. Шум приводит к нервным расстройствам, желудочным заболеваниям, потере слуха и другим болезням, т.е. становится социальным явлением. [2]

На уровень шума наибольше влияние оказывают следующие факторы: интенсивность, скорость и состав транспортного потока, тип двигателя, тип и качество дорожного покрытия, а также планировочные решения, включающие наличие зеленых насаждений и ограждения.

Электромагнитное излучение. Железнодорожный транспорт загрязняет окружающую среду электромагнитным излучением (ЭМИ). Электромагнитные поля (ЭМП) возникают в присутствии электрического тока электрифицированных линий железных дорог.

Электромагнитное излучение влияет на самочувствие и здоровье людей. При уровне ЭМИ в 100 мВт/с*м и выше выявлено отрицательное влияние на здоровье персонала железной дороги. Ишемическая болезнь сердца у машинистов электролокомотивов встречается в 2 раза чаще, чем у машинистов пригородных поездов. Среди населения, постоянно проживающего в домах, расположенных на расстоянии менее 100 м от линий электропередач более высокое распространение гипертонической болезни.

Чтобы улучшить положение в сфере экологической безопасности, понадобятся продуманные действия. Очень важно ввести систему контроля, слежения и оценки изменения состояния окружающей среды под влиянием человеческой деятельности и экологической регламентации (стандарты, экспертиза, санкции и т.п.). [3]

Список используемых источников

1. Безопасность России. Защита населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера. – М., 1999; Предупреждение и ликвидация ЧС. – М., 2002.

2. Словарь «Термины и определения по охране окружающей среды, природопользованию и экологической безопасности». –СПб., 2001.

3. Экологическая доктрина РФ (одобрена распоряжением Правительства РФ от 31.08.2002 № 1225-р).

УДК 614.849 **ГРНТИ 28.17.19**

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЖАРА С ПЕРЕМЕННОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ И СКОРОСТЬЮ

Д. А. Пятков, В.В. Спирюхов

студенты специальности «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: В.М. Груманс

канд. с-хоз. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. *Проведен анализ проблемы пожаров в нашей стране и за рубежом. Рассмотрены различные классификации пожаров (по типам, видам, причинам возникновения). Особое внимание уделяется природным пожарам, которые охватывают большие площади и наносят значительный ущерб экономике. Приведены данные о природных пожарах различного вида – низовых, верховых, подземных. Рассмотрена задача моделирования распространения и локализации сектора пожара с переменной скоростью кромки и интенсивностью горения. Предложенная математическая модель позволяет рассчитывать время локализации, объем работ, пройденную огнем площадь.*

Ключевые слова: *природный пожар, пожарная безопасность, транспорт, параметры пожара, математическая модель распространения и тушения*

MODELING OF FIRE PROPAGATION AND LOCALIZATION WITH VARIABLE INTENSITY AND SPEED

D. A. Pyatkov, V. V. Spiryukhov

students of the "Construction of Railways, Bridges and Transport Tunnels" specialty, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: V.M. Grumans

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Abstract. *The analysis of the problem of fires in our country and abroad is carried out. Various classifications of fires (by types, modes, causes of occurrence) are considered. Special attention is paid to natural fires that cover large areas and cause significant damage to the economy. The data on natural fires of various types – grass-*

roots, top-level, underground ones - are given. The problem of modeling the propagation and localization of a fire sector with the variable edge velocity and burning intensity is considered. The proposed mathematical model allows us to calculate the localization time, the amount of work, the area covered by the fire.

Keywords: *natural fire, fire safety, transport, fire parameters, mathematical model of propagation and extinguishing fire.*

Сегодня, в век технического прогресса, развития науки и технологии происходит множество аварий, катастроф, связанных с гибелью людей, разрушением материальных объектов, возникновением серьезных нарушений экологии. Все более актуальной становится тема чрезвычайных ситуаций природного характера. Число наводнений, землетрясений увеличивается с каждым годом. Пожары в природе происходят обычно в условиях длительной и сильной засухи и ветреной погоды [1].

Природные и техногенные пожары наносят значительный социально-экономический ущерб. Пожарами уничтожаются хозяйственные и административные объекты, жилые здания и постройки, их жертвами становятся люди. Ежегодное число погибших и потерявших здоровье вследствие воздействия пожаров не снижается, что подчеркивает необходимость усиления противопожарной деятельности на различных уровнях. Представляют интерес методы планирования и организации работ на пожаре с учетом параметров горения и тактико-тактических характеристик средств тушения.

По месту возникновения выделяют: пожары на транспортных средствах; степные и полевые пожары; подземные пожары в шахтах и рудниках; торфяные и лесные пожары; техногенные пожары; пожары в зданиях и сооружениях. По типу - индустриальные (пожары на заводах, фабриках и хранилищах), бытовые пожары (пожары в жилых домах и на объектах культурно-бытового назначения); природные пожары.

В Российской Федерации «Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности» определены следующие классы пожаров: A — пожары твердых горючих веществ и материалов; B — пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов; C — пожары газов; D — пожары металлов; E — пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением; F — пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ. Под природными понимаются лесные, степные и торфяные пожары.

Причины возникновения природных пожаров принято делить на естественные и антропогенные. Основная причина возникновения природных пожаров — деятельность человека, на сегодняшний день доля естественных пожаров (от молний) составляет около 7—8 %. Таким образом, существует

острая необходимость работы противопожарных служб, контроля над соблюдением пожарной техники безопасности.

На Земле ежегодно повреждаются огнем более 340 млн га природных территорий (включая леса). Наибольшие площади ежегодно пройденных огнем территории в Австралии и странах Африки. По общей площади, пройденной пожарами, Россия занимает 8 место среди стран мира [2].

Лесные пожары делятся на верховые, низовые, подземные (почвенные) и подстилочные. Каждый из перечисленных видов пожаров дополнительно оцениваются как слабый, средний или сильный. Пожары в лесу могут быть беглыми (скоротечными, при сильном ветре) или устойчивыми.

При низовом пожаре сгорает подстилка, лишайники, мхи, трава, опавшие на землю ветки. Скорость движения пожара по ветру 0,25—5 км/ч. Высота пламени до 2,5 м. Температура горения около 700 °С и выше.

При беглом низовом пожаре сгорает верхняя часть напочвенного покрова, подрост и подлесок. Скорость распространения составляет от 7 до 70 км/ч. Беглые пожары в основном происходят весной, когда просыхает верхний слой мелких горючих материалов. Устойчивые низовые пожары распространяются со скоростью до 8 км/ч, при этом полностью выгорает напочвенный покров, сильно обгорают корни деревьев, сгорают подрост и подлесок. Устойчивые пожары возникают преимущественно с середины лета [3].

Верховой лесной пожар охватывает листья, хвою, ветви и всю крону, может также охватить (в случае повального пожара) травяно-моховой покров почвы и подрост. Скорость распространения от 5—70 км/ч. Температура от 900 °С до 1200 °С. Обычно они возникают при засушливой ветреной погоде из низового пожара в насаждениях с низко опущенными кронами, в разновозрастных насаждениях, при обильном хвойном подросте. При верховых пожарах образуется большая масса искр из горящих ветвей и хвои, летящих перед фронтом огня и создающих низовые пожары за несколько десятков, а в случае ураганного пожара иногда за несколько сотен метров от основного очага.

Подземные пожары возникают в результате осушения болот и распространяются со скоростью до 1 км в сутки. Они могут распространяться на глубину до нескольких метров, вследствие чего представляют опасность и плохо поддаются тушению, поскольку торф может гореть без доступа воздуха. Сила почвенного пожара определяется по глубине выгорания: слабым почвенным пожаром считается тот, у которого глубина прогорания не более 25 см; средним — 25-50 см; сильным — более 50 см. Важнейшей особенностью торфяных пожаров является их медленное распространение, но могут продолжаться в течение многих месяцев, а иногда в течение нескольких лет.

Торфяные пожары, образующие большее количество дыма представляют серьезную опасность. При торфяных пожарах мощных восходящих потоков не

образуется, и значительная часть дыма остаётся в приземных слоях воздуха. Дым от крупных торфяных пожаров в концентрации, опасной для здоровья, может распространяться на расстояние до нескольких сотен километров.

Обеспечение безопасности железнодорожных объектов включает профилактические и оперативные мероприятия по борьбе с пожарами, угрожающими этим объектам. Актуальны вопросы организации тушения природных пожаров, возникающих в зоне железнодорожных объектов. Для этого необходимо правильно оценивать объемы работ, время тушения пожара, пройденную огнем площадь и другие параметры горения [4].

Рассмотрим задачу локализации сектора пожара, распространяющегося с переменной скоростью $\vartheta(\varphi)$. В секторе $\varphi_0 \le \varphi \le \varphi_n$ средство тушения осуществляется с переменной производительностью $\omega(\varphi)$, что обусловлено изменением интенсивности горения. В полярной системе координат точка начала локализации имеет координаты (r_0, φ_0). Отметим, что средство локализации движется вдоль горящей кромки, которая тоже в свою очередь движется, поэтому средство тушения постоянно отклоняется в сторону распространения пожара. Угол между направлениями движения средства пожаротушения и кромки пожара определяется отношением производительности и скорости распространения горения $\sin\alpha = \omega/\vartheta$.

При расчетах основных параметров процесса распространения и тушения пожара использованы следующие формулы (1-5):

$$\alpha_i = arcsin\frac{\vartheta_{i-1}}{\omega_{i-1}}, \quad (1)$$

$$r_i = r_{i-1} + k\varphi_i, \quad (2)$$

$$\omega_i = \omega_i - m\varphi_i, \quad (3)$$

$$\varphi_i = arctg\frac{\omega_{i-1}\Delta t cos\alpha_i}{r_{i-1}+\vartheta_{i-1}\Delta t}, \quad (4)$$

$$s_i = r_{i-1}r_i sin\varphi_i, \quad (5)$$

Условные обозначения для i-ого участка пожара:

$\propto_i$ - угол между направлениями движения средства пожаротушения и кромки пожара;

ϑ_i - скорость распространения горения (кромки пожара);

ω_i - производительность технического средства;

φ_i - угол локализованного элементарного сектора;

r_i - пройденное пожаром расстояние в направлении φ_i;

где $\propto_i, \vartheta_i, \omega_i, r_i, \varphi_i$ – соответственно угол между направлениями движения средства пожаротушения и кромки пожара, скорость распространения горения, производительность технического средства, пройденное пожаром расстояние и угол локализованного элементарного сектора на i-ом участке пожара за время Δt.

При моделировании распространения и тушения пожар разбиваем указанный сектор на элементарные участки, потушенные за время Δt. Кромка пожара на этом участке распространяется в течение времени Δt и координаты начала тушения на втором участке будут (r_1, φ_1), на i-ом участке - (r_i, φ_i).

Тогда продолжительность тушения сектора пожара составит $t = n\Delta t$, протяженность локализованной кромки пожара - $\omega = \sum_i^n \omega_i \Delta t$, а пройденная огнем площадь равна $s = \sum_{i=1}^n s_i$. Если значение φ достигнет величины всего сектора пожара, то расчет останавливается и фиксируются итоговые показатели: объем выполненной работы и пройденная огнем площадь. Время тушения соответствует количеству шагов в процедуре расчетов. Полученные показатели позволяют оценить нанесенный огнем ущерб и затраты на тушение пожара.

Список использованных источников

1. Коровин Г.Н. О лесопожарной политике Российской Федерации //Лесное хозяйство, 2002, №1. С.11-14.

2. Статистика пожаров в России URL: **https://rosinfostat.ru/pozhary/**

3. Указания по противопожарной профилактике в лесах и регламентации работы лесопожарных служб // Сборник нормативных актов по пожарной безопасности в лесах РФ. М.: 2005. - 84 с.

4. Главацкий Г.Д., Груманс В.М. Организация обнаружения пожаров в лесах Сибири //Лесное хозяйство, 2001, № 6. - С. 39-41.

УДК 625.151 **ГРНТИ 73.29.11**

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СТРЕЛОЧНОГО ХОЗЯЙСТВА ДИСТАНЦИИ ПУТИ НОВОСИБИРСКОГО РЕГИОНА ИНФРАСТРУКТУРЫ

Д.В. Река

студент специальности «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», СГУПС, г. Новосибирск

Научный руководитель: С.С. Акимов

преподаватель кафедры «Путь и путевое хозяйство» СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. *Статья посвящена надежности стрелочных переводов. В работе выполнена оценка надежности стрелочного хозяйства, эксплуатируемого в условиях новосибирского региона инфраструктуры. Для исследования применялись методы статистического анализа. Определена средняя наработка до отказа частей стрелочных переводов, построены графики вероятности отказа и безотказной работы частей стрелочных*

переводов. Определены наиболее характерные дефекты, приводящие к отказу элементов стрелочных переводов.

Ключевые слова: *стрелочный перевод, стрелка, крестовина, отказы, надежность.*

THE SWITCH EQUIPMENT RELIABILITY ASSESSMENT OF THE PERMANENT WAY DIVISION OF THE NOVOSIBIRSK REGION INFRASTRUCTURE

D.V. Reka
Railway construction faculty, STU, Novosibirsk
Scientific supervisor: S.S. Akimov
teacher of the department of «Track and track facilities», STU, Novosibirsk

Annotation: *The article is devoted to the reliability of turnouts. The article evaluates the reliability of the switch facilities operated in the infrastructure of the Novosibirsk region. Methods of statistical analysis were used for the study. The average operating time to failure of parts of the turnouts is determined, graphs of the probability of failure and trouble-free operation of parts of the turnouts are built. The most typical defects leading to the failure of the elements of the turnouts have been identified.*

Keywords: *turnout switch, switch, toe, reliability.*

Современные условия эксплуатации железнодорожного транспорта требуют обеспечения безопасности и бесперебойности перевозочного процесса при минимизации затрат на приобретение и эксплуатацию технических средств [1]. Среди проблем, связанных с решением этой задачи, одно из важных мест занимают вопросы надежности стрелочных переводов — наиболее дорогих и сложных конструкций верхнего строения пути.

Целью настоящей работы является оценка надежности стрелочного хозяйства, эксплуатируемого в условиях дистанции пути новосибирского региона инфраструктуры. Для достижения поставленной цели применялись методы статистического анализа данных об отказах элементов стрелочных переводов, произошедших за период 2019-2020 гг. При этом для анализа и оценки надежности стрелочного хозяйства была сделана выборка стрелочных переводов, эксплуатируемых на главных путях в однотипных условиях.

За рассматриваемый период было выявлено 114 отказов элементов принятых к исследованию стрелочных переводов. В 2019 году зафиксировано 49 отказов, в 2020 году 67 случаев. Их проведенного анализа отказов по частям стрелочных переводов было выявлено, что количество отказов в крестовинной части выше, чем в стрелочной на 9-12 %. В крестовинной части чаще всего

происходит отказ сердечника крестовины [2], а в стрелочной части у рамных рельсов [3]. Наиболее частым отказом крестовинной части стрелочного перевода является дефект кода ДС.14.2 [4]. Наиболее частым отказом стрелочной части являются дефекты кода ДР 11.2 и ДО.11.2 [4].

На рисунке 1 приведена гистограмма распределения наработки до отказа крестовинной и стрелочной части стрелочных переводов за 2019-2020 гг. Из рисунка 1 видно, что основное количество отказов металлических частей стрелочных переводов происходит при наработке тоннажа от 50 до 200 млн т. брутто.

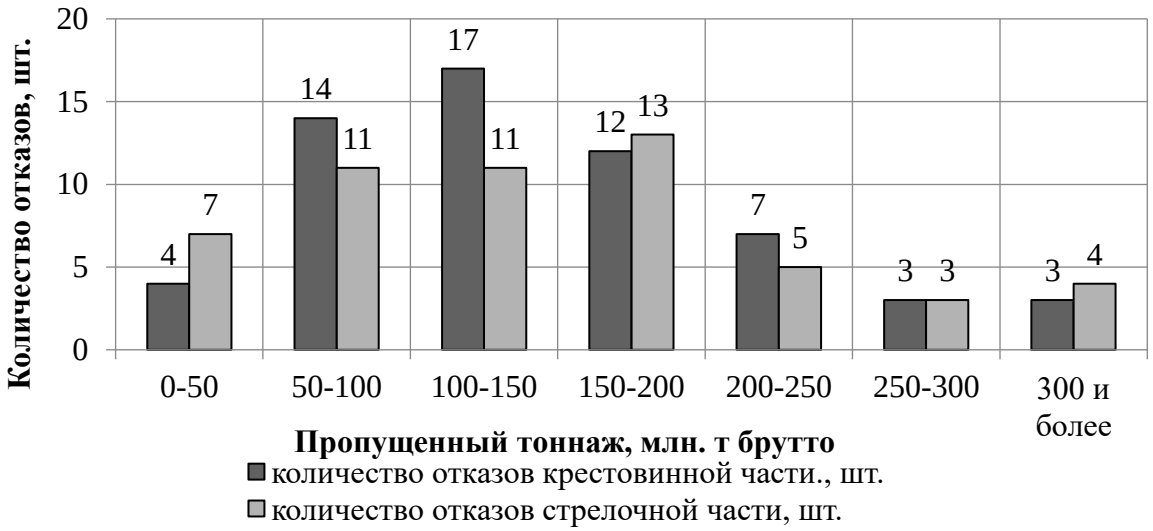


Рисунок 1 – Распределение наработки до отказа крестовинной и стрелочной части стрелочных переводов за 2019-2020 гг.

Важным показателем надежности является средняя наработка до первого отказа (математическое ожидание наработки до первого отказа [5]), определяемая по формуле (1):

$$\overline{T} = \sum_{i=1}^{k} \frac{t_i \cdot n_i}{N_0}, \qquad (1)$$

где k – число интервалов;

t_i – значение середины интервала, млн т. брутто;

n_i – число отказов в интервале, шт.;

N_0 – сумма рассматриваемых объектов, шт.

Наработка до первого отказа крестовинной части составит

$$\overline{T} = \frac{25 \cdot 4 + 75 \cdot 14 + 125 \cdot 17 + 175 \cdot 12 + 225 \cdot 7 + 275 \cdot 3 + 325 \cdot 3}{60} = 145{,}8 \text{ млн т. бр.}$$

Наработка до первого отказа стрелочной части составит

$$\overline{T} = \frac{25 \cdot 7 + 75 \cdot 11 + 125 \cdot 11 + 175 \cdot 13 + 225 \cdot 5 + 275 \cdot 3 + 325 \cdot 4}{54} = 131{,}7 \text{ млн т бр.}$$

Таким образом, из полученных значений очевидно, что средняя наработка до первого отказа крестовинной части выше на 14,1 млн т брутто или 10 %.

По мере увеличения наработки возрастает число отказавших элементов и убывает соответственно число работоспособных. Доля работоспособных стрелочных переводов $\overline{P}(t_i)$ на момент t_i по отношению к находящимся под наблюдением N_0 (накопленная частость безотказной работы) определяется выражением (2):

$$\overline{P}(t_i) = \frac{N(t_i)}{N_0}, \quad (2)$$

где $N(t_i)$ – накопленное число работоспособных стрелочных переводов, шт.

Аналогично соответствующая доля отказавших стрелочных переводов (накопленная частость отказов) определится из отношения (3):

$$F(t_i) = \frac{r(t_i)}{N_0}, \quad (3)$$

где $r(t_i)$ – накопленное число отказавших стрелочных переводов, шт.

По вышеуказанным отношениям были построены графики вероятности отказов и вероятности безотказной работы элементов крестовинной и стрелочной части стрелочных переводов (рисунок 2).

Из рисунка 2 видно, что вероятность безотказной работы крестовинной части до пропуска 125 млн т брутто несколько выше, чем вероятность безотказной работ стрелочной части, а после, напротив, несколько ниже.

Полученные результаты могут быть использованы работниками путевого комплекса, в т.ч. дистанций пути для управления техническим состоянием стрелочного хозяйства и разработки мероприятий для увеличения срока службы элементов стрелочных переводов.

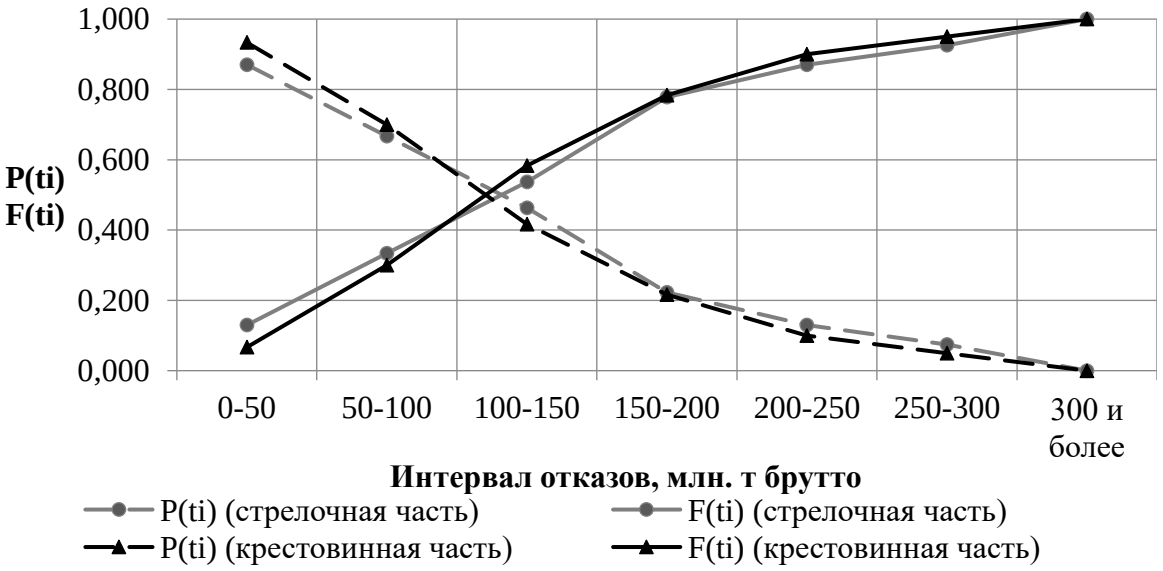


Рисунок 2 – Вероятность отказов F(ti) и вероятность безотказной работы P(ti) частей стрелочных переводов

Список использованных источников

1. Косенко С.А., Исмагулова С.О., Суслова Т.М. Новая структура ведения путевого хозяйства на железных дорогах Казахстана // Вестник ВНИИЖТ.- 2012, № 6. С. 39-41.

2. Косенко С.А., Монастырский А.Д., Алимкулов М.М. Альбом чертежей верхнего строения пути : учебно-методическое пособие. Алматы : КазАТК, 2015. 318 с.

3. Косенко С.А. Верхнее строение пути : учебно-методическое пособие. Алматы : КазАТК, 2014. 366 с.

4. Уразбеков А.К., Косенко С.А. Техническая диагностика и неразрушающий контроль железнодорожных рельсов : учебное пособие. – Алматы. 2008. 196 с.

5. Ауесбаев Е.Т., Исаенко Э.П., Косенко С.А. Расчеты конструкций железнодорожного пути для скоростного движения поездов. Алматы. 2006. 136 с.

УДК 625.123.029.4(571.56) **ГРНТИ 73.29.61**

АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ УСИЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА УЧАСТКЕ ПРОТАИВАЮЩИХ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ (КМ 693 – КМ 695) «АО «АК ЖДЯ»»

К. С. Рубцов

Студент специальности «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей»/23.05.06, ДВГУПС, г. Хабаровск

Научный руководитель: С.М. Жданова

Д-р. техн. наук, профессор кафедры «Строительство», ДВГУПС, г. Хабаровск

***Аннотация**. Статья связана с решением актуальных проблем эксплуатации, содержания и ремонта земляного полотна на железной дороге «АО «АК ЖДЯ»», расположенной в суровых климатических, мерзлотно-грунтовых, гидрогеологических и инженерно-геологических условиях Саха-Якутия, с учетом перспектив в будущем и, в частности в условиях повышения нагрузок и глобального потепления.*

***Ключевые слова**: многолетнемерзлые грунты, земляное полотно, проектные решения, карсты, пучение пород, бугры пучения.*

ANALYSIS OF DESIGN SOLUTIONS FOR STRENGTHENING THE ROADBED ON THE SITE OF THAWING PERMAFROST (KM 693-KM 695) " JSC " AK ZHDYA»»

K.S. Rubtsov

Student of the specialty "Construction of railways, bridges and transport tunnels" /23.05.06, DVGUPS, Khabarovsk

Scientific Supervisor: S. M. Zhdanova,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of "Construction", DVGUPS, Khabarovsk

Annotation*. The article is related to the solution of actual problems of operation, maintenance and repair of the roadbed on the railway " JSC "AK ZHDYA"", located in the harsh climatic, permafrost-ground, hydrogeological and engineering-geological conditions of Sakha-Yakutia, taking into account the prospects in the future and, in particular, in the conditions of increasing loads and global warming.*

Keywords*: permafrost, roadbed, design solutions, karsts, rock heaving, heaving mounds.*

Железнодорожная линия Беркакит-Томмот-Якутск построена и сдана в эксплуатацию в 1996 г. Рассматриваемый участок железной дороги находится на. (Ханиерда-Олень).

Данный участок находится на Усть-Майском полого-волнистом плато (Лено-Амгинский песчаниковый район) с абсолютными отметками 380-480 м, сложенное нижне- и среднекембрийскими карбонатными породами, перекрытыми нижнеюрскими терригенными породами, со сплошным распространением многолетнемерзлых пород.

На всей территории трассы развиты четвертичные отложения, являющиеся в большинстве случаев основанием железнодорожной насыпи. На большей территории трассы они, как правило, перекрывают коренные скальные и полускальные породы и представлены разновозрастными (от нижнечетвертичных до современных) аллювиальными, озерно-болотными, болотными, коллювиальными, солифлюкционными и других генетических типов отложениями. Геокриологические условия трассы характеризуются значительной сложностью и неоднородностью, обусловленными общей широтной климатической зональностью и высотной поясностью, геологическим строением, тектоникой и неотектоникой, особенностями водо- и теплообмена, геотермическими условиями.

На Усть-Майском плато (км 630 – км 700) распространено сплошное распространение многолетнемерзлых пород. Карстовые процессы связаны с деятельностью как поверхностных, так и подземных вод и приурочены к нижнекембрийским карбонатным породам на Амгинском плато (км 294 – км 630)

и в северной части Чульманского плато (км 115 – км 130) (Рисунок 1). Наблюдаются формы современного, палеоген- неогенового и третичного карста.

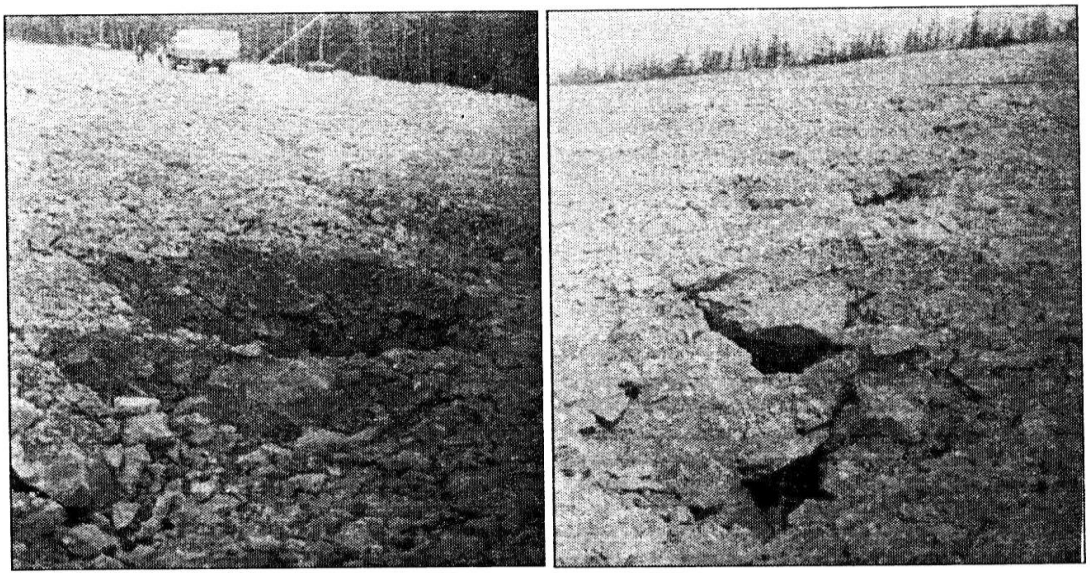


Рисунок 1 – Термокарстовые провалы при вытаивании трещинно-жильных льдов

Пучение пород весьма характерно для территории. Сезонные бугры пучения имеют высоту до 1-1,5 м и диаметр до 5-10 м. В конце августа – начале сентября сезонные бугры обычно разрушаются полностью. Многолетние бугры пучения встречаются реже и для них характерно наличие большого ледяного ядра. С поверхности они обычно разбиты радиальными и концентрическими трещинами шириной до 0,4 м и глубиной до 0,6-0,8 м.

Проектирование земляного полотна на участке км 375 – км 818 (Томмот - Нижний Бестях) выполнялось уже в значительной степени в соответствии с «Основными положениями по проектированию земляного полотна и малых искусственных сооружений на вечномерзлых грунтах железнодорожной линии Беркакит-Томмот-Якутск», разработанными Мосгипротрансом в 1991 г. с учетом опыта проектирования, строительства и эксплуатации земляного полотна БАМ и участка Беркакит-Томмот.

Применяемые решения и способы производства работ, в необходимых случаях в комплексе с дополнительными мероприятиями, должны были оказывать на грунты основания сооружений охлаждающее действие, не допуская их многолетнего оттаивания. Но, к сожалению, данный принцип не сработал.

Для участков с низкими прочностными характеристиками сезонноталого слоя, а также в случае, когда высота насыпи оказывалась больше типовой, проектирование насыпи выполнялось на основе расчетов на устойчивость.

На участках с возможным воздействием речных вод проектировалось укрепление откосов насыпи с учетом скорости течения воды.

В потенциально наледеопасных выемках предусматривались более глубокие (не менее 1 м) и уширенные кювет-траншеи для возможного

размещения в них наледей, а в случае необходимости и специальных противоналедных сооружений.

На участках с вечномерзлыми грунтами IV категории просадочности и с подземными льдами в основании предусмотрена теплоизоляция из пенопласта и мероприятия по охлаждению грунтов тела и основания насыпи путем применения скальной наброски и парожидкостных охлаждающих установок. Они также не везде оказались эффективны.

Заключение.

Трасса железнодорожной линии Беркакит-Томмот-Якутск имеет значительную протяженностью, общую меридиональную ориентацию, разнообразные инженерно-геокриологические условия, изменяющиеся как в естественной обстановке, так и особенно под воздействием техногенных факторов, в первую очередь строительства и эксплуатации самой магистрали. Более трети общей протяженности линии имеет неустойчивое и потенциально неустойчивое основания земляного полотна.

Для обеспечения эксплуатационной надежности железнодорожного пути и снижения затрат на ее поддержание необходима своевременная организация системы инженерно-геокриологического мониторинга, включающая систематический контроль, анализ, оценку и прогноз изменений инженерно-геокриологических условий на трассе магистрали, развития в связи с этим неблагоприятных процессов и явлений, предупреждение, ослабление и подавление их.

Список использованных источников

1 Наумов, М.С. Воздействие карста и сопутствующих процессов на транспортные сооружения (на примере железной дороги Беркакит-Томмот). Научный труд / М.С.Наумов, А.А.Королёв. – М.: ОАО «Проекттрансстрой», 2005.

2 Отчёт (рабочая документация) проектно-изыскательского института транспортного строительства ООО «Проекттрансстрой» № 108/02–3.1.1–ИГ от 2002 г. о результатах инженерно–геологической съёмки участков деформаций земляного полотна на новой железнодорожной линии Беркакит-Томмот-Якутск, участок Беркакит-Томмот.

3 Отчёт (рабочая документация) проектно-изыскательского института транспортного строительства ОАО «Проекттрансстрой» №108/02–3.1–ЗП от 2002 г. о состоянии земляного полотна железнодорожной линии Беркакит-Томмот, том 1.

УДК 656.22:37 **ГРНТИ 73.29.81**

СИСТЕМА ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

С.А. Рыжаков

студент специальности «Системы обеспечения движения поездов», КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: Ж.М. Мороз[1], А.И. Васекин[2]

[1]канд. ф-мат. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

[2]канд. техн. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. *Описана «виртуальная сцепка», как новая технология позволяющая сократить межпоездной интервал и значительно повысить пропускную способность железнодорожных линий*

Ключевые слова: *виртуальная сцепка, минимальный интервал.*

SYSTEM OF INTERVAL REGULATION OF TRAIN TRAFFIC

S.A. Ryzhakov

student of the specialty "Train Traffic Support Systems", KrIzHT IrGUPS, Krasnoyarsk

Head handle: Zh.M. Moroz[1], A.I. Vasekyn[2]

[1]Candidate of Sciences, Associate Professor, KrIZhT IrGUPS, Krasnoyarsk

[2]Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, KrIzHT IrGUPS, Krasnoyarsk

Annotation. *Aboutthe "virtual coupling" is written, as a new technology that allows to reduce the inter-train interval and significantly increase the capacity of railway lines*

Keywords: *virtual coupling, minimum interval.*

Правительством РФ утверждён паспорт федерального проекта «Развитие железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона железных дорог» до 2024 года. Темпы роста объёмов перевозок на сети железных дорог значительно опережают темпы обновления и модернизации инфраструктуры в результате чего при существующей технологии управления движением поездов практически исчерпаны пропускные и провозные способности железнодорожных магистралей, особенно в Восточном направлении.

Цель проекта ИРДП решить проблему увеличения пропускных возможностей БАМа и Транссиба, которая тормозит развитие экономики страны.

Федеральный проект №19:
«Развитие железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона железных дорог»
(утвержден протоколом заседания президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам от 29.10.2020 №11)

Единица измерения	Базовое значение	Срок реализации инфраструктурных проектов по увеличению провозной способности БАМа и Транссиба					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
млн. тонн	123,4	132	144	144	158	173	182
	Увеличение суммарной наличной пропускной способности БАМа и Транссиба, критерий оценки наличная пропускная способность						
пар грузовых поездов в сутки	101	Реализация инфраструктурных проектов и инновационных технологий организации движения поездов					129

Основной показатель эффективности внедрения системы ИРДП – увеличение пропускной способности и, соответственно, увеличение количества пар поездов на выбранных участках железных дорог. ИРДП на современном этапе – это технология, обеспечивающая возможность пропуска потока поездов с минимальным интервалом между поездами, как в правильном, так и неправильном направлениях.

Рисунок 1 – Схема увеличения пропускных и провозных способностей ж/д линии

Одним из перспективных направлений в увеличении пропускных и провозных способностей является технология ИРДП на «виртуальной сцепке (ВСЦ)».

«Виртуальная сцепка» – это виртуальное соединение поездов по радиоканалу, следующих друг за другом в попутном направлении пакетом под управлением одного головного ведущего локомотива и одного или нескольких ведомых в режиме автоматического управления на минимальном межпоездном расстоянии.

Основной задачей новой технологии является сокращение межпоездного интервала и значительное повышение пропускной способности железнодорожных линий. Среди ожидаемых преимуществ ВСЦ технологии:

- увеличение пропускной способности линии без необходимости строительства новых путей;
- сокращение межпоездного интервала;
- оптимальное использование станционных путей;
- отсутствие необходимости в длинных поездах и возможность использования групп коротких поездов.

Достоинством технологии на основе автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и подвижными блок-участками (АБТЦ-МШ) является то, что наличие на локомотивах аппаратуры с каналом фазоразностной модуляции (АЛС-ЕН) обеспечивает максимальное сближение поездов.

К преимуществам технологии, основанной на использовании рельсовых цепей тональной частоты (АБТЦ-МШ), можно отнести:

- невысокую стоимость строительства;
- возможность реализации в достаточно короткий срок;
- невысокую стоимость бортового оборудования (КЛУБ-У, БЛОК);
- серийно выпускаемое оборудование;
- наличие контроля излома рельса.

Недостатками этой технологии являются:

- точность позиционирования положения подвижного состава до длины рельсовой цепи;
- наличие напольного оборудования и кабельных сетей, требующих периодического обслуживания и ремонта;
- невозможность передачи на локомотив дополнительной информации, об ограничениях скорости, изменения погодных условий и др.

Для апробирования технологии ВСЦ на Красноярской ж.д. предложен участок Кошурниково-Щетинкино, где движение четных поездов осуществляется с подталкивающим локомотивом, с последующим возвратом локомотивов на ст.Кошурниково резервом или с прицепкой в хвостовую часть нечетного поезда.

Применение технологии «виртуальной» сцепки на лимитирующем участке Кошурниково - Щетинкино позволит высвободить 7 ниток графика для грузовых поездов нечётного направления.

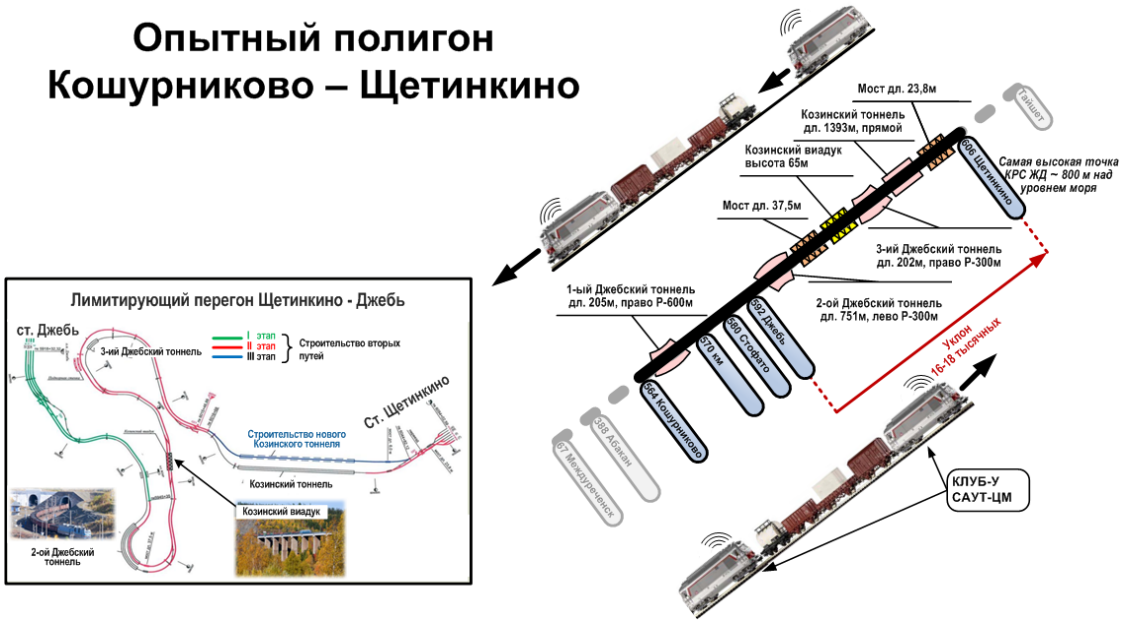


Рисунок 2 – Схема реализации ВЦ на опытном полигоне Кошурниково-Щетинкино

В Красноярске, по аналогии с Московским центральным кольцом, возможно реализовать проект кольцевой городской электрички, а это фактически наземное метро. Применение технологии «виртуальной» сцепки на участке Енисей – Красноярск - Бугач (выделено красным цветом). На этом участке осуществляется движение пассажирских поездов, пригородных и городских электричек.

Рисунок 3 – Предполагаемая схема движения городской электрички (г. Красноярск)

В перспективе технологию «виртуальной» сцепки необходимо применить на протяжении всего кольца. Реализованные на Московском центральном кольце

(МКЦ) технические решения могут быть применены и на Красноярском кольце городской электрички.

Список использованных источников

1. Васекин, А.И. Новые технологии в бизнес -модели «цифровая железная дорога»// А.И. Васекин, Ж.М. Мороз / Цифровизация транспорта и образования. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию железнодорожного образования в Сибири. 2019. С. 317-324.

2. Розенберг, Е.Н. Цифровая железная дорога – путь в будущее / Е.Н. Розенберг // Железнодорожный транспорт. - 2017. - No 4. - С. 36-41.

3. Розенберг, Е.Н. О стратегии развития цифровой железной дороги / Е.Н. Розенберг, В.В. Батраев // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». - 2018. - No 1. - С. 9-27.

УДК 614.849 **ГРНТИ 28.17.19**

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

И.А. Финашин, М.Д. Чупров

студенты специальности «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: В.М. Груманс

канд. с-хоз. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. *Проанализированы основные причины пожаров на промышленных и гражданских объектах. Основное внимание уделено проблеме оперативного обнаружения пожаров и их тушения на ранней стадии. Проведен анализ средств пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, особенностей их использования на железнодорожном транспорте. Предложенная система пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения предусматривает контроль всех ее элементов. Рассматриваются технические решения, позволяющие повысить эффективность функционирования системы пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения.*

Ключевые слова: *пожарная сигнализация, автоматическое пожаротушение, транспорт, обнаружение, ликвидация.*

EFFICIENCY OF FIRE ALARM AND AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS IN RAILWAY TRANSPORT

I. A. Finashin, M. D. Chuprov

students of the "Construction of Railways, Bridges and Transport Tunnels" specialty, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: V. M. Grumans

(Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Abstract. *The main causes of fires at industrial and civil facilities are analyzed. The main attention is paid to the problem of rapid detection of fires and their extinguishing at an early stage. The analysis of fire alarm and automatic fire extinguishing means, the features of their use in railway transport is carried out. The proposed fire alarm and automatic fire extinguishing system provides for the control of all its elements. The technical solutions that allow to increase the efficiency of the fire alarm system and automatic fire extinguishing are considered.*

Keywords: *fire alarm system, automatic fire extinguishing, transport, detection, liquidation.*

Пожары техногенного характера наносят ощутимый ущерб народному хозяйству страны. В значительной степени это относится и к объектам железнодорожного транспорта. Основными причинами возникновения пожаров являются неосторожное обращение с огнем, нарушение правил пожарной безопасности, различного рода технические причины. Ущерб от пожаров в масштабе страны исчисляется многомиллионными суммами. В результате воздействия поражающих факторов пожара теряют здоровье и гибнут люди. В связи с этим вопросы повышения уровня пожарной безопасности промышленных и гражданских объектов остаются актуальными и требуют решения со стороны административных органов, различных организаций и общественности [1].

Для оценки уровня пожарной безопасности используется показатель пожарного риска, который выражается произведением вероятности возникновения пожара на экономический ущерб в случае уничтожения объекта. Основные действия, которые могут снизить пожарный риск, должны быть направлены на уменьшение вероятности пожара. К таким мероприятиям относятся профилактика возникновения и распространения пожаров, системы сигнализации и автоматического пожаротушения, оперативное прибытие к месту пожара, непосредственное тушение [2, 3]. В этой работе основное внимание уделено вопросам оперативного обнаружения пожаров и ликвидации загорания в начальной стадии. На объектах железнодорожного транспорта эта

задача решается путем использования средств пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения.

Системой автоматического пожаротушения называют технические средства, предназначенные для предупреждения, тушения или блокировки пожара внутри сооружения с повышенной пожарной опасностью. Такие средства помогают обнаружить пожар, и, что немаловажно, оповестить о нем людей, чтобы те, в свою очередь, сумели быстро эвакуироваться и принять меры для ликвидации пожара. Также пожарная автоматика наделена функциями пожаротушения и дымоудаления, она может управлять технологическим оборудованием на объекте. Системы пожарной автоматики делятся на два основных типа: те, что приводятся в действие автоматически, обнаружив пожар, а также те, что приводятся в действие оператором. Мы считаем, что оптимальное расположение системы автоматического пожаротушения в вагоне или локомотиве, приводимой в действие автоматически, необходимо.

Наши цели и задачи – это представить улучшенный вариант системы автоматического пожаротушения, а также повысить безопасность эксплуатации вагона. В процессе работы потребовалось минимизировать вероятность ложных срабатываний, а также повысить безопасность использования данной системы. Понятно, что пожар в поезде – очень страшная трагедия, поскольку несёт за собой огромные потери, и в лучшем случае эти потери будут материальными.

Известны случаи, когда пожары в вагонах вынуждают пассажиров в панике вынуждены эвакуироваться, и очень долго ждать пожарных, пока те ликвидируют пожар и вынесут им вещи. Это является следствием отсутствия или несрабатывания системы пожарной сигнализации. К сожалению, система автоматического пожаротушения также имеет ряд проблем, из-за которых их использование затрудняется, особенно в таких местах, как вагон. Одной из самых основных причин является наличие ложных срабатываний системы, которое приводит к тому, что систему пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения просто отключают. Отсутствие срабатываний системы приводит к снижению бдительности операторов, которые потом не могут быстро сориентироваться в критической ситуации.

Часто происходит такое, что службы, обслуживающие системы пожарной сигнализации и автоматического тушения делают записи о регламентных проверках лишь формально, пренебрегая подлинными записями в журнале технического обслуживания.

Пожарные извещатели делятся на следующие виды: тепловые, дымовые, газовые, извещатели пламени. Наиболее часто применяются тепловые и дымовые извещатели, поскольку первыми проявлениями пожара становятся повышение температуры воздуха и задымление. Кроме того, указанные извещатели имеют достаточно простую конструкцию.

С целью обнаружения пожаров используются извещатели пламени. При этом излучающий фон может воздействовать на чувствительный элемент извещателя и вызывать ложные срабатывания. Поэтому предлагается применять чувствительные элементы, имеющие избирательные спектрографические характеристики. Например, пламенный извещатель реагирует на электромагнитное излучение пламени или тление горючего материала и преобразует его в электрический сигнал. Газовые извещатели определяют химический состав воздуха, изменяющийся в результате горения или тления материала. Это позволяет обнаружить пожар на ранней стадии и оперативно ликвидировать горение.

Предлагаемая система автоматического пожаротушения предполагает в себе два режима работы: автоматический, и ручной, с возможностью контролировать каждый элемент системы. Система разделена на множество блоков, каждый из которых контролирует свою зону в вагоне. Возможность управления предполагается как одной из зон, так и всем комплексом одновременно.

Можно расположить индикаторные устройства как в каждом вагоне отдельно, так и собрать их в одном месте, чтобы позволить оператору, следящему за устройством, контролировать каждую зону всего поезда.

Часто происходит такое, что службы, обслуживающие системы пожарной автоматики делают записи о регламентных проверках лишь формально, пренебрегая подлинными записями в журнале технического обслуживания. Предлагаемая система автоматического пожаротушения предполагает в себе два режима работы: автоматический, и ручной, с возможность контролировать каждый элемент системы.

Система разделена на множество блоков, каждый из которых контролирует свою зону в вагоне. Возможность управления предполагается как одной из зон, так и всем комплексом одновременно.

Расположить индикаторные устройства как в каждом вагоне отдельно, так и собрать их в одном месте, чтобы позволить оператору, следящему за устройством контролировать каждую зону всего поезда.

Также предлагается оснастить систему пожаротушения резервным источником питания автоматической подзарядки, расположенным в каждом вагоне. Каждый вагон должен быть оснащен блоком управления радиостанцией и извещателями, которые при срабатывании системы будут как сиреной, так и световой индикацией оповещать всех людей, находящихся в вагоне о срабатывании системы пожаротушения.

В целях предотвращения ложных срабатываний системы предлагается оснастить вагоны высокими температурными датчиками, которые позволят

повысить точность срабатывания данной системы, а также помогут в выявлении очага возгорания.

Таким образом, данная система автоматического пожаротушения позволяет повысить безопасность эксплуатации вагонов за счет высокой надежности работы системы, поскольку обеспечивает снижение вероятности ложных срабатываний, а также дает возможность анализировать причину пожара.

Список использованных источников

1. Причины и статистика пожаров на транспорте в России URL: https://admsr.ru/smi/news/884/77962/

2. Груманс В.М. Проблемы оптимизации мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на транспорте // Цифровизация транспорта и образования: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию железнодорожного образования в Сибири / КрИЖТ ИрГУПС. Красноярск, 2019. С. 328-332.

3. Главацкий Г.Д., Груманс В.М. Организация обнаружения пожаров в лесах Сибири //Лесное хозяйство, 2001, № 6. - С. 39-41.

УДК 625.1 **ГРНТИ 73.29.11**

ОЦЕНКА ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ НА УЧАСТКАХ П. ДИСТАНЦИИ

С.М. Шпиц

студент специальности 23.05.06, СГУПС, г. Новосибирск

Научный руководитель: П.С. Труханов

канд. техн. наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство», СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. *Главной задачей работников ОАО «РЖД» является обеспечение безопасности движения поездов и отказы могут существенно влиять на это. Поэтому важно грамотно отказы анализировать и выяснять причины их возникновения. Отказы в работе технических средств заносятся в Комплексную автоматизированную систему учета, контроля устранения отказов в работе технических средств и анализа их надежности (КАС АНТ). В статье приведена оценка отказов элементов железнодорожных путей на участках П. дистанции пути по различным зависимостям, а также связь отказов технических средств с эксплуатационными параметрами.*

Ключевые слова: *КАС АНТ, отказ, железнодорожный путь, оценка.*

EVALUATION OF FAILURES OF RAILWAY TRACK ELEMENTS ON THE SECTIONS OF THE DISTANCE SECTION

S.M. Shpits
student of specialty 23.05.06, STU, city Novosibirsk
Scientific supervisor: P.S. Trukhanov
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Path and Track Management", STU, city Novosibirsk

Annotation. *The main task of the employees of JSC "Russian Railways" is to ensure the safety of train traffic and failures can significantly affect this. Therefore, it is important to correctly analyze failures and find out the reasons for their occurrence. Failures in the operation of technical means are recorded in the Integrated automated system of accounting, control of elimination of failures in the operation of technical means and analysis of their reliability (CAS ANT). The article provides an assessment of the failures of railway track elements on the sections of the railway track distance according to various dependencies, as well as the relationship of technical equipment failures with operational parameters.*

Keywords: *CAS ANT, refusal, railway track, assessment.*

Порядок учета, расследования и анализа отказов в работе технических средств на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием автоматизированной системы КАС АНТ регламентируется Положением [1].

Учету в системе КАС АНТ подлежат все отказы в работе технических средств, в том числе приведшие к нарушениям безопасности движения при поездной и маневровой работе. Так как П. дистанция пути относится к подразделению Управления пути и сооружений Центральной дирекции инфраструктуры, то для нее отказом является:

– нарушение работоспособного состояния железнодорожного пути и его устройств, а также рельсовых цепей;

– любое закрытие или ограничение скорости движения поездов по состоянию пути.

В зависимости от последствий случаев нарушения функционирования технических средств отказы классифицируются по трем категориям: к 1-ой категории относятся отказы, приведшие к задержке пассажирского, пригородного или грузового поезда на перегоне (станции) на 1 час и более, либо приведшие к транспортным происшествиям или событиям, связанным с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта; ко 2-ой категории – отказы, приведшие к задержке на перегоне (станции) пассажирского или пригородного поезда продолжительностью от 6 минут до 1 часа, грузового поезда продолжительностью от 15 минут до 1 часа; к

3-ей категории – неисправности – случаи нарушения нормального функционирования технических средств, не имеющие последствий, относящихся к отказам 1-й и 2-й категории

Всего по дистанции пути за 2020 год было зафиксировано 862 отказа технических средств. Наибольшее число отказов относятся к третьей категории отказов 858 шт. На рисунке 1 представлено распределение отказов по категориям.

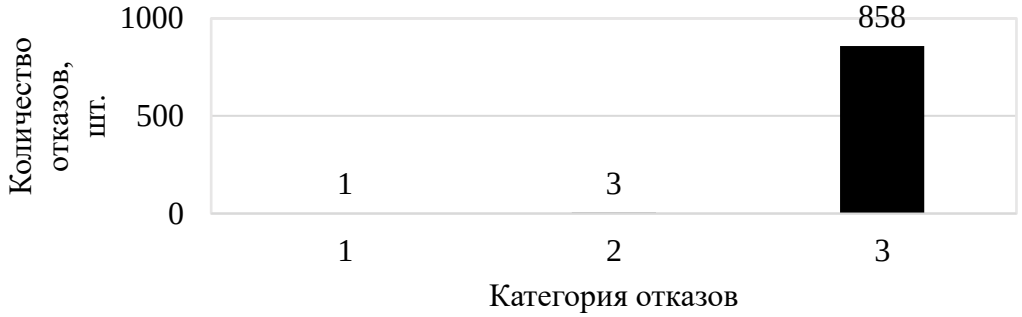


Рисунок 1 – Распределение отказов по категориям

Распределение отказов по месяцам приведено на рисунке 2.

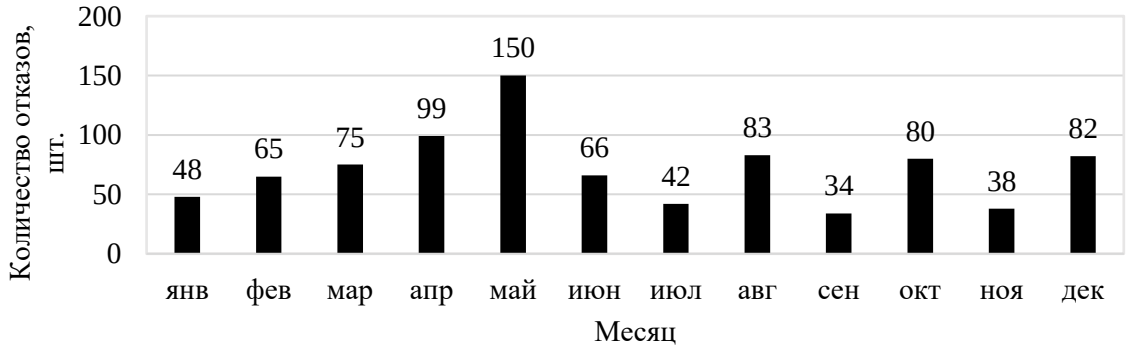


Рисунок 2 – Распределение отказов по месяцам

Из рисунка 2 видно, что наибольшее количество отказов зафиксировано в мае 150 шт., наименьшее число отказов в сентябре – 34 шт.

Анализируя выше представленные рисунки можно сделать вывод, что к отказам первой и второй категории относятся всего четыре отказа или 0,46 % (рельсы; ось колесной пары локомотива, МВПС; нормы содержания стрелочного перевода и стыкование рельсов), которые в свою очередь привели к задержке поездов от шести минут и более. Большое количество отказов в мае связано с полным оттаиванием грунта, вследствие чего отказы наблюдались по геометрическим параметрам рельсовой колеи – 31 шт., нормам содержания стрелочного перевода – 24 шт.

На рисунке 3 показано общее количество отказов технических средств и количество отказов на километр пути по каждому из четырех направлений П. дистанции пути. На нем наибольшее количество отказов наблюдается по направлению Ю. – Таш. – 427 шт., а наименьшее по направлению Ар.I – Ар.II – 45 шт., при этом максимальное количество отказов на километр пути наблюдается по направлению Ал. – Куз. 8,24 шт./км, минимальное – Ю. – Таш. 2,34 шт./км.

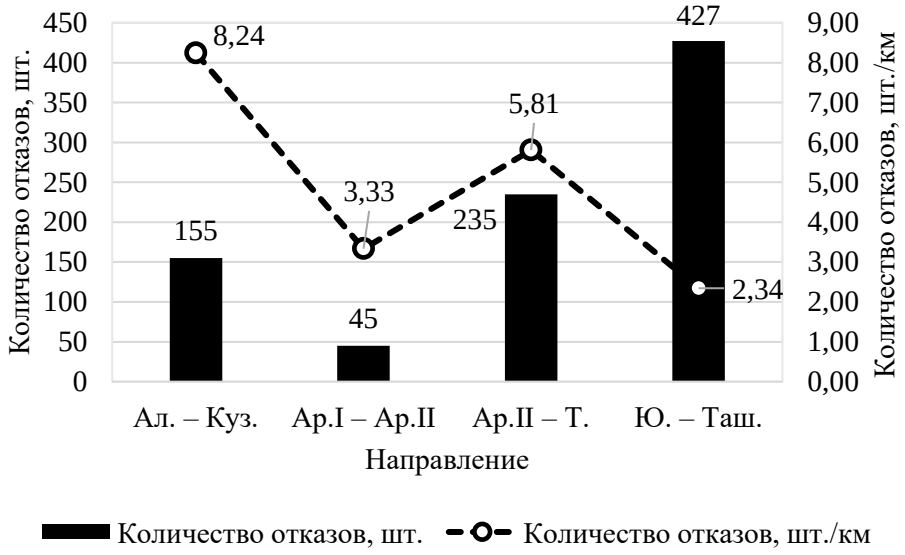


Рисунок 3 – Количество отказов

На рисунке 4 представлены эксплуатационные параметры в частности грузонапряженности и осевой нагрузки четырех направлений движения.

По данным рисунка 4 наибольшую грузонапряженность и осевую нагрузку имеет участок Ал. – Куз. составляет 89,22 млн.т бр./км в год и 14,10 кН соответственно. Наименьшая грузонапряженность на участке Ар. I – Ар. II – 9,45 млн.т бр/км в год, а осевая нагрузка на участке Ю. – Таш. – 12,12 кН.

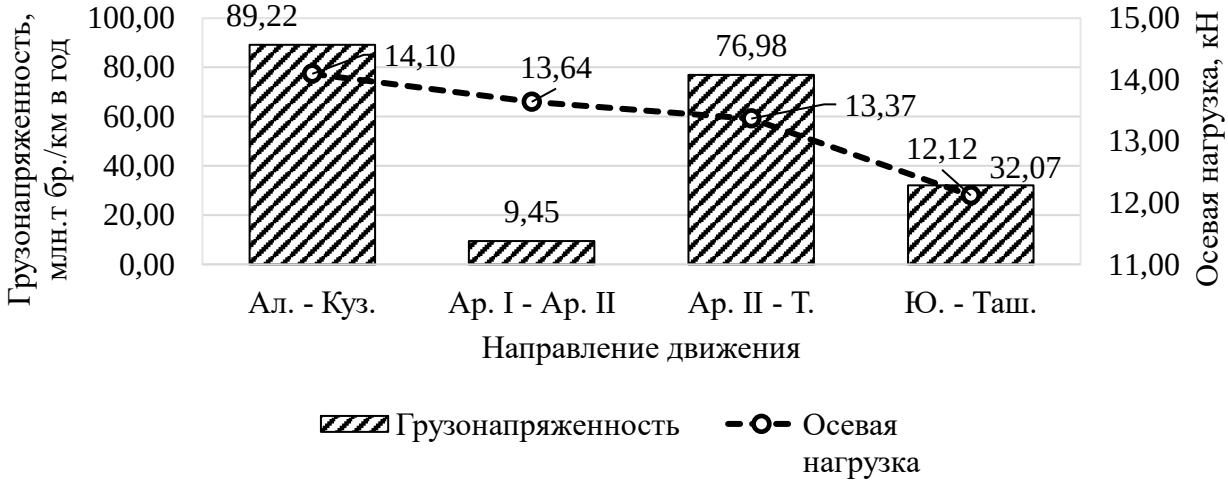


Рисунок 4 – Средняя грузонапряженность и осевая нагрузка по участкам

Таким образом, проанализировав эксплуатационные параметры железнодорожного пути (рисунок 4), следует то, что количество отказов напрямую зависит от них. Например, всего отказов по направлению Ал. – Куз. было меньше на 63,7 % по сравнению с Ю. – Таш., при этом число отказов на километр пути самое большое, что на 71,6 % больше, чем по направлению Ю. – Таш. Большое количество отказов на километр пути по направлению Ал. – Куз. связано с тем, что по данному направлению наблюдаются максимальные значения грузонапряженности и осевой нагрузки 89,22 млн.т бр./км в год и 14,10 кН соответственно. Аналогичная закономерность присутствует и у других направлений, кроме Ар.I – Ар.II, так как это направление имеет наименьшую развернутую длину равную 3,333 км. Развернутая длина Ал. – Куз. 18,816 км, Ар.II – Т. 40,458 км, Ю. – Таш. 182,237 км.

Список использованных источников

1. Положение об учете, расследовании и анализе отказов в работе технических средств на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием автоматизированной системы КАС АНТ. Утв. распор. ОАО «РЖД» № 2160/р от 01.10.2018. – М.: 2018 – 76 с. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

УДК 656.223.19 **ГРНТИ 73.29.16**

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЛЬСОВЫХ АВТОБУСОВ В СИСТЕМЕ «ЛЁГКИЙ АЭРОЭКСПРЕСС» ДЛЯ СВЯЗИ Г. НОВОСИБИРСКА С АЭРОПОРТОМ «ТОЛМАЧЕВО»

П.Е. Юрданова

студент специальности «Транспортная логистика», Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

Научный руководитель: С.В Карасёв

кандидат технических наук, доцент кафедры «Железнодорожные станции и узлы» Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС), г. Новосибирск

Аннотация. *В данной статье обоснована целесообразность организации железнодорожного сообщения между станцией «Новосибирск-Главный» и аэропортом им. А.И. Покрышкина. Рассмотрена возможность использования в транспортной системе формата «Легкий Аэроэкспресс» автономных транспортных единиц – рельсовых автобусов модели РА-3 на заданном маршруте, с целью уменьшения объема и стоимости работ на создание путевой*

инфраструктуры. Приведены расчеты, необходимые для построения графика движения РА-3.

Ключевые слова: *аэропорт, рельсовый автобус, железнодорожная станция, пассажиропоток, аэроэкспресс.*

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING RAIL BUSES IN THE LIGHT AEROEXPRESS SYSTEM TO CONNECT NOVOSIBIRSK WITH TOLMACHEVO AIRPORT»

P. E. Yurdanova

student of the specialty "Transport Logistics", Siberian Transport University, Novosibirsk

S.V. Karasev

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Railway Stations and Junctions", Siberian Transport University (STU), Novosibirsk

Annotation.: *this article substantiates the need to organize a railway connection between the «Novosibirsk-Main» railway station and the airport by A.I. Pokryshkin. The possibility of using autonomous transport units – RA-3 model rail buses on a given route in the "Light Aeroexpress" transport system in order to reduce the volume and cost of work on the creation of track infrastructure is considered. The calculations necessary for the construction of the RA-3 movement schedule are given.*

Keywords: *airport, rail bus, railway station, passenger traffic, aeroexpress.*

Аэропорт «Толмачево» имеет выгодное географическое положение для развития в качестве трансферного хаба, поскольку расположен на пересечении маршрутов из Европы в Азию. В связи с этим, предлагается рассмотреть возможность и варианты организации надежной, безопасной, комфортной связи аэропорта с центром Новосибирской городской агломерации посредством железнодорожного маршрута до пассажирской станции Новосибирск-Главный. Минимизацию объемов и стоимости работ по созданию новой и адаптации существующей железнодорожной инфраструктуры под данный проект предлагается обеспечить за счёт использования, по большей части, существующих железнодорожных путей, в том числе и необщего пользования, а в качестве транспортного средства рассмотреть использование рельсовых автобусов, то есть спроектировать «легкий Аэроэкспресс», что позволит также сократить затраты на подвижной состав по сравнению с классическим Аэроэкспрессом. При этом в частности, возникает вопрос о достаточности провозной способности данного варианта.

Целесообразно также предусмотреть возможность интеграции предлагаемого проекта в проект развития автодорожной сети левобережья г. Новосибирска с учетом строительства четвертого автомобильного моста через реку Обь. Для удобства пассажиров, проживающих на левом берегу, а также для

пассажиров, желающих пересесть на рельсовый автобус, следующий по маршруту «Аэропорт «Толмачево» – Новосибирск-Главный», предполагается создание транспортно-пересадочного узла (ТПУ) на железнодорожной станции «Новосибирск-Западный». Следует отметить, что создание такого узла предполагает и другой проект – «городская электричка», который ранее рассматривался мэрией г. Новосибирска, ОАО «РЖД» при участии других заинтересованных сторон. Этот проект может быть технологически и инфраструктурно связан с теми предложениями, которые разрабатываются в данной работе [2].

Наполняемость поездов «Аэроэкспрессов», таким образом, будет обеспечиваться не только за счет пассажиров аэропортов, но и за счет жителей пригорода, которые смогут использовать данный маршрут в качестве пригородного поезда в системе «городской электрички», который даст возможность быстро и с комфортом добраться до указанного ТПУ. Для условий г. Новосибирска также можно предусмотреть дополнительные остановочные пункты «легкого Аэроэкспресса» в пределах г. Обь для привлечения на него дополнительного пассажиропотока из района, расположенного вблизи прохождения маршрута [3].

Для проектирования системы «лёгкого Аэроэкспресса» необходимо изучить имеющийся опыт классических аэроэкспрессов, в частности, их маршруты и расписания движения. Например, в Москве успешно работают 3 аэроэкспресса. В данной работе будут более подробно рассмотрены те маршруты, пассажиропоток которых за последние 3 года был наибольшим (таблица 1) [1].

Таблица 1 - Пассажиропоток Московских аэроэкспрссов за 2018-2020 гг., млн. пасс. в год.

Аэропорт	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Домодедово	4,39	4,3	3,87
Шереметьево	5,19	5,4	4,86
Внуково	2,5	2,5	2,25

Первый аэроэкспресс, который будет рассмотрен, - это маршрут «Павелецкий - Домодедово» (рисунок 1). Поезд по этому маршруту курсирует каждые полчаса с 5:30 до 23:30 [1].

Рисунок 1 - Маршрут «Павелецкий – Домодедово»

Маршрут радиального типа, т.е. связывает центральную часть города с аэропортом. Данный маршрут пересекается с Московским центральным кольцом. Имеются ТПУ, где можно пересесть на пригородный или внутригородской электропоезд или выйти на автобусную остановку. Можно утверждать, что аэроэкспрессом пользуются не только, чтобы доехать до аэропорта, но и для того чтобы добраться до центра с окраин.

Второй маршрут, который стоит изучить, - это маршрут «Одинцово - Шереметьево» (рисунок 2) [1].

Рисунок 2 - Маршрут "Одинцово - Шереметьево"

Маршрут диаметрального типа, связывает аэропорт с центральной частью города и продолжается по второму радиусу до Одинцово. По данному маршруту поезд курсирует с 4:56 до 23:45, интервал по отправлению также 30 минут. Этот

маршрут пересекает два транспортно-пересадочных узла МЦК, к тому же проходит достаточно близко к самому центру Москвы, что удобно для людей, которые ездят на работу из пригорода.

Предлагается, чтобы в г. Новосибирске РА-3 курсировал по маршруту «аэропорт Толмачево – станция Новосибирск-Главный» с 6:00 до 23:00. При максимальном интервале 1 ч это обеспечит полный оборот с использованием всего одной единицы подвижного состава. Такая периодичность может использоваться в периоды менее интенсивной работы аэропорта. Возможен вариант с покупкой двух составов. Тогда рельсовый автобус будет ходить каждые 30 минут. Увеличение количества единиц «легкого Аэроэкспресса» позволит еще сократить интервалы движения, если это будет допустимым по наличной пропускной способности перегонов, входящих в сеть железных дорог общего пользования. Так, например, тремя составами можно обеспечить интервалы движения по 20 минут.

Составить расписание можно, привязав его к так называемому «часу пик». Для этого понадобится закупить как минимум 4 состава. В таком случае можно будет пускать их «пакетами» друг за другом с минимальным интервалом. Например, с учётом привлечения пассажиропотока не только аэропорта, но и прилегающих территорий, через каждые 15 минут утром, когда люди едут на работу, и вечером, когда они едут домой. Каждые 30 минут днем, когда нет особой необходимости в идущих друг за другом рельсовых автобусах. И ночью отправлять РА-3 по маршруту каждый час, подстраиваясь под ночные вылеты и прилеты.

Можно составить расписание, привязанное к определенным часам суток. Из диаграммы, представленной на рисунке 3 можно увидеть, что наибольший пассажиропоток у утренних рейсов: с 6 ч. до 12 ч. Поэтому в это время необходимо уменьшить интервал между рельсовыми автобусами, например, пускать их каждые 15 минут. Днем и вечером: с 12 ч. до 24 ч., можно утвердить интервал между РА-3 в 30 минут. В ночное время: с 24 ч. до 6 ч., пускать рельсовый автобус каждый час.

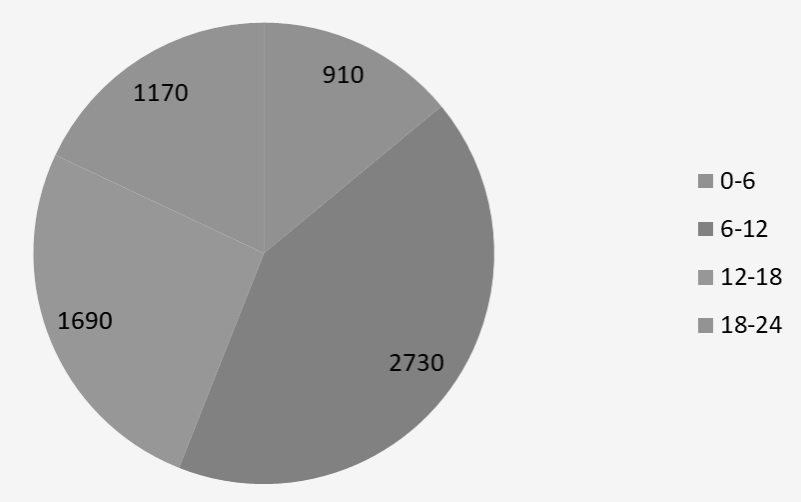


Рисунок 3 - Распределение пассажиропотока по часам

Таким образом, интервал движения между рельсовыми автобусами может быть гибким и будет зависеть от величины пассажиропотока и пассажировместимости составов «легкого Аэроэкспресса». Впоследствии планируется разработать алгоритм, который будет проектировать график движения РА-3 в зависимости от составности рельсовых автобусов и величины пассажиропотока.

С учетом того, что часть пути «легкий Аэроэкспресс» будет проходить по магистральным путям общего пользования, для снижения негативного влияния на их пропускную способность два смежных состава в периоды сгущенного пассажиропотока предлагается пускать по одной «нитке» совмещенного графика движения поездов. При этом составы будут следовать один за хвостом другого с минимальным интервалом, обеспечивающим, при необходимости, экстренную остановку второго состава. Безопасность движения можно обеспечить с использованием технологии интервального регулирования движения при помощи средств спутниковой навигации (ГЛОНАСС, GPS). Для этого потребуется система автоматического управления тягой и тормозами, связанная с показаниями датчиков позиционирования первого и второго состава. Похожая технология на магистральных железных дорогах называется «виртуальная сцепка».

Поскольку основной задачей предлагаемой транспортной системы является повышение качества перевозки пассажиров при обслуживании аэропорта, необходимо проанализировать возможности «легких Аэроэкспрессов» по пассажировместимости с учетом пассажиропотока аэропорта. Наиболее часто из аэропорта Толмачево пускают рейсы, используя следующие модели пассажирских самолетов (таблица 2).

Таблица 2 - Основные модели самолетов аэропорта "Толмачево"

Модель	Пассажировместимость, чел.
Аэробус Airbus A310	183
Аэробус Airbus A320	259
Боинг-737-600	122
Боинг-737-700	140
Боинг-737-800	175

Согласно данным, опубликованным отделом по связям с общественностью аэропорта за 2019 год (2020 г. нами не рассматривался в связи с нетипичностью из-за реализации ограничительных противоэпидемических мероприятий), пассажиропоток в месяц равен в среднем 510 тыс. чел. В таком случае, пассажиропоток в сутки равен в среднем: $510\,000/30 = 17\,000$ чел/сутки. Из них около 25% – это транзитные пассажиры. Тогда количество людей, приезжающих в аэропорт, составит: $17\,000 \times 0{,}75 = 12\,700$ чел/сутки. Данная статистика учитывает и вылеты, и прилеты. Поэтому, в дальнейшем, будет рассматриваться пассажиропоток, равный половине не транзитных пассажиров [4].

Каждый день из аэропорта «Толмачево» отправляется в среднем 50 рейсов. В таком случае, на один рейс будет приходиться количество пассажиров, равное: $\frac{6500}{50} = 130$ чел (рисунок 4).

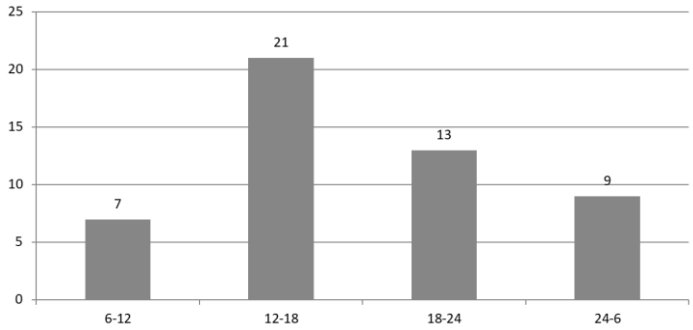


Рисунок 4 - Распределение рейсов по часам

Стандартный рельсовый автобус РА-3, состоящий из двух головных вагонов, включает в себя 126 сидячих мест: 63 – в одном головном вагоне. Можно добавить вагон, в котором 75 сидячих мест. Обычно рельсовый автобус РА-3 эксплуатируют в 2-вагонном, 3-вагонном и 6-вагонном исполнении. Количество сидячих мест, соответственно: 126, 201 и 426 (рисунок 5) [5].

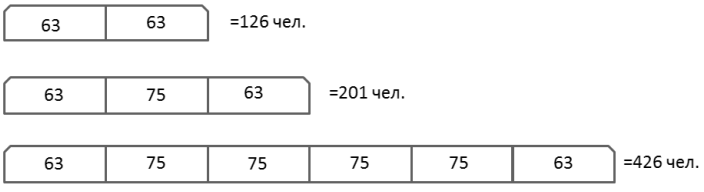


Рисунок 5 – Возможные композиции «легкого Аэроэкспресса» на базе РА-3

Учитывая возможные варианты композиции составов на базе РА-3, а также то, что часть пассажиров по-прежнему будет пользоваться личным автомобильным и общественным транспортом, можно утверждать, что данное транспортное средство по условию вместимости сможет обеспечить перевозку пассажиров по маршруту «Новосибирск-Главный – аэропорт Толмачево».

Таким образом, в статье рассмотрена возможность организации транспортной системы «лёгкий Аэроэкспресс» для связи г. Новосибирска с аэропортом «Толмачево», которая позволит сократить капитальные затраты, как на инфраструктуру, так и на подвижной состав, а также может быть интегрирована в более крупные проекты по созданию системы «городская электричка» и развитию транспортно-пересадочных узлов. Также в дальнейшем будут рассмотрены возможные технические решения, связанные с дополнительной инфраструктурой, необходимой для связи существующих магистральных участков железной дороги с аэропортом «Толмачево» с использованием «легкого аэроэкспресса».

Список использованных источников

1. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы : официальный сайт URL : https://stroi.mos.ru (дата обращения 06.04.2021)

2. О Программе комплексного развития транспортной инфраструктуры города Новосибирска на 2018-2030 годы : официальный сайт URL : http://docs.cntd.ru/document/465725642 (дата обращения 09.04.2021)

3. Четвертый мост через Обь в Новосибирске : официальный сайт URL : https://www.nsk.kp.ru/daily/26712/3737455/ (дата обращения 11.04.2021)

4. Аэропорт "Толмачево" увеличил долю трансферных пассажиров до 25% : официальный сайт URL : https://www.aex.ru/news/2019/6/18/198596/ (дата обращения 13.04.2021)

5. АО «МЕТРОВАГОНМАШ». Рельсовые автобусы. РА-3 : официальный сайт URL : http://www.metrowagonmash.ru (дата обращения 04.04.2021)

Научное издание

МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА

Труды XXV Международной студенческой научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 22.04. – 24.04. 2021 г.)

ТОМ 5 : СЕКЦИЯ «ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»

Редакционная коллегия
Виктор Сергеевич РАТУШНЯК (отв. ред.), канд. техн. наук.;
Олег Витальевич КОЛМАКОВ, канд. техн. наук, доцент;
Оксана Юрьевна ДЯГЕЛЬ, канд. эконом. наук, доцент;
Жанна Михайловна МОРОЗ, канд. физ.-мат. наук, доцент;
Екатерина Михайловна ЛЫТКИНА, канд. техн. наук, доцент;
Виталий Олегович КОЛМАКОВ, канд. техн. наук, доцент;
Дмитрий Викторович ЗИНОВЬЕВ, канд. педагог. наук, доцент;
Наталья Геральдовна ЧИСТОВА, д-р. техн. наук, профессор;
Равиль Нургаянович ГАЛИАХМЕТОВ, канд. техн. наук, доцент

Подписано в печать 1.09.2021 г.
Формат бумаги 60×84/16
5,39 авт. л. 8,69 печ. л.

экз.
План издания 2020 г. № п/п КрИЖТ ИрГУПС

Отпечатано в КрИЖТ ИрГУПС
Красноярск, ул. Н.Заря, 2И