

Совершенствование управления подвижным составом

¹***АБЕУОВА Алмагуль Акбергеновна**, м.т.н., старший преподаватель, almuhsa.76@mail.ru,

¹**ИБРАЕВА Саида Жактасовна**, м.т.н., зав. кафедрой, k.transport@eitedu.com,

¹**ДЖУМАНБАЕВА Дарина Агбаевна**, м.т.н., преподаватель, ida1995@mail.ru,

¹**УМАРОВА Булбул Аскарровна**, м.т.н., старший преподаватель, bulbul186@mail.ru,

¹**БЕКСУЛТАНОВ Амангельды Дюсембаевич**, м.т.н., зав. кафедрой, aman_bek@mail.ru,

¹Екибастузский инженерно-технический институт им. академика К. Сатпаева, Казахстан, 141208, Экибастуз, ул. Энергетиков, 54А,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Железнодорожная отрасль, имеющая во всем мире огромный потенциал в области модернизации и производства подвижного состава, ремонта и производства конструктивных элементов и запасных частей для электрических и локомотивов, автомобилей, трамваев и электротранспорта, является стратегически важным транспортом. Цели управления этой системы варьируются от информации о блоке формирования поездов до информации о блоке управления номером основного оборудования, поэтому управление запасами различных частей также может быть выполнено эффективно. Систему с электронным управлением зачастую невозможно внедрить там, где до сих пор используется механическое оборудование. Растущий спрос на перевозки грузов и мировая тенденция цифровизации в управлении любой системой явились базой исследования для авторов и целью совершенствования управления подвижным составом в Казахстане. Ожидается, что будущее железнодорожной отрасли будет зависеть от интеллектуальных транспортных систем, которые используют технологии в инфраструктуре крупной железнодорожной сети для снижения затрат на ее жизненный цикл. По мнению авторов, острый недостаток нового современного тягового подвижного состава и вагонов можно решить путём допуска к использованию инфраструктуры магистральных железных дорог частных компаний-перевозчиков, владеющих собственными локомотивами.

Ключевые слова: локомотив, вагон, оптимизация, безопасность железных дорог, грузовые перевозки, услуги, кибербезопасность, цифровизация.

Введение

Подвижной состав – один из важнейших вопросов эксплуатации железнодорожных транспортных компаний. По сути, движение подвижного состава состоит из определения отдельных путей движения поездов по сети с целью минимизации затрат при соблюдении заранее определенного графика.

Для каждой единицы подвижного состава, с момента ее ввода в эксплуатацию до вывода из эксплуатации, ведется ведение записей о проверках и поломках, текущих записей (пробег) и другой истории эксплуатации, чтобы можно было составить планы эксплуатации подвижного состава и планы маневров железнодорожной станции эффективно. Поддерживается широкий спектр операций, такие как управление запасами необходимых запчастей для проверки и обслуживания подвижного состава, составление планов заказа, инвентаризация и заказ запчастей на основе информации о запасах запчастей и графике использования, а также различных процедур.

Теория вопроса

Ожидается, что движущие факторы умных железных дорог будут стимулировать рост отрасли. Эти факторы включают растущую важность устойчивости, государственного регулирования, демографии (т.е. растущего пассажиропотока и грузовых перевозок, старения населения и быстрой урбанизации), макроэкономики (т.е. ограниченного государственного финансирования и государственного дефицита, правительственных инициатив и моделей партнерства), микроэкономики (т.е. чувствительность к ценам, потребность в улучшении обслуживания пассажиров, интересы заинтересованных сторон), растущее значение умных городов, невероятные темпы развития телекоммуникаций и технологий, а также потребность в мобильности.

Описание материалов и методов анализа

При проведении научных исследований использован сбор первичных данных, базой которых является интернет-источник по управлению

подвижными составами, в числе которых наши современники: Паула Фрага-Лама, Тиаго М. Фернандес-Карамес и Луис Кастедо, в исследованиях которых даны рекомендации по внедрению цифровой системы управления поездами. Данная статья основана на обширном механизме сбора данных, который включал труды зарубежных и отечественных ученых по управлению подвижными составами и в целом системой железных дорог, это: Белозерова В.Л., Березки М.П., Бартош Е.Т., Гордиенко П.Я., Грошева Г.М., Кочнева Ф.П., Липидуса Б.М., Лукашева В.И., Марчука Б.Е., Макаровой Е.А., Мирошниченко О.Ф., А. Нуньес, Пазойского Ю.О., Персианова В.А., Угрюмова А.К., Ускова Н.С., Федорова В.А., Шубко В.Г. [1]. Современное состояние определить возможно, только опираясь на официальные статистические данные Агентства по статистике Республики Казахстан. Наиболее важным вкладом в это исследование является репрезентативный анализ и достаточно обширный исследовательский анализ, чтобы понять сложный процесс управления подвижными составами. Методологической основой исследования в области управления подвижными составами явились труды зарубежных и отечественных ученых по данной проблеме. В основу работы легли: историко-логический подход, метод системно-функционального анализа и сравнительный метод, а также методы научной абстракции, индукции и дедукции и обработки информации.

Обсуждение результатов. Существенными движущими факторами, влияющими на рост рынка управления подвижным составом, являются растущий спрос на перевозки грузов, увеличение расходов на системы скоростного общественного транспорта и инвестиции стран с развивающейся экономикой по всему миру в проекты железнодорожной инфраструктуры. Кроме того, перевозка грузов подвижным составом дешевле, быстрее и требует меньших затрат на страхование, чем автомобильный транспорт. Расширение сетей высокоскоростных железных дорог в развивающихся странах и спрос на энерго-эффективный транспорт наряду со спросом на безопасность и комфорт являются факторами, которые будут стимулировать рост рынка управления подвижным составом.

Кроме того, подвижной состав связан с высокими затратами на капитальный ремонт и техническое обслуживание, наряду с высокими расходами на НИОКР и наличием ремонта существующего подвижного состава, что является некоторыми сдерживающими факторами для роста рынка управления подвижным составом. Кроме того, растущая урбанизация в странах с развивающейся экономикой, рост промышленной и горнодобывающей деятельности и приложений больших данных в железнодорожной отрасли создают возможности, которые будут стимулировать мировой рынок [2].

Железнодорожный транспорт Казахстана –

это, прежде всего, производственно-технологический комплекс, который состоит из организационно-технологической связи между перевозочными средствами и инфраструктурой железнодорожного транспорта. Процессом перевозки является совокупность организационно-технологически взаимосвязанных операций, выполняемых при подготовке, осуществлении и завершении перевозок пассажиров, грузов, багажа и грузобагажа железнодорожным транспортом.

Парк казахстанского подвижного состава включает в себя около 135 тысяч грузовых вагонов, из них 54596,0 составляют грузовые вагоны, в доле значении 40% железнодорожного транспорта находится в частной собственности поставщиков услуг [3].

Так, за 2016-2020 годы (таблица 1) подвижной состав железнодорожного транспорта имеет отрицательную динамику, за исключением вагонов, принадлежащих частным компаниям и предприятиям, рост которых произошел на 15%. В связи с чем государство проводит политику регулирования железных дорог как важной стратегической роли в их деятельности, особенно в вопросах передачи частным компаниям и предприятиям.

Определение объемов перевозок по эксплуатируемой сети железных дорог общего пользования учитывает охват перевозок пассажиров, совершающихся в вагонах пассажирского парка, мотор-вагонных подвижных составах, в дизель-поездах и автомотрисах, в грузовых вагонах. Данная отрасль получает удельный вес доходов от грузовых перевозок 90%, а сегмент пассажирских перевозок занимает всего лишь 10%. Рассмотрим основные показатели железнодорожного транспорта, которые представлены в таблице 2.

Основные показатели железнодорожного транспорта имеют динамику до возникновения пандемии только в перевозке пассажиров, которая не является незначительной в общей доле доходов в перевозках по эксплуатируемой сети железных дорог.

Возрастная структура подвижного состава железнодорожного транспорта общего пользования представлена на рисунках 1 и 2.

Как видим из рисунка 1, электровозы в Казахстане устарели, так как свыше 78% эксплуатируются свыше 25 лет, современные новые вагоны составляют всего 8,4%. В Казахстане свыше 57,5% тепловозов, которые эксплуатируются свыше 25 лет, 32% свыше 5 лет до 10 лет (рисунок 2). Таким образом, в эксплуатации свыше 10 лет в среднем находятся 49% грузовых вагонов парка железной дороги.

Пассажирские вагоны свыше 49,7% эксплуатируются свыше 25 лет, 22,5% – свыше 5 до 10 лет и 18,4% – меньше 5 лет. Багажные вагоны – их удельный вес (50%) приходится на эксплуатируемые свыше 25 лет, 28,6% – свыше 15 до 20 лет, обновленные вагоны составляют 21,4%.

Грузовые вагоны более 50% обновлялись за

Таблица 1 – Подвижной состав железнодорожного транспорта за 2016-2020 годы (на начало периода)						
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп роста 2020 г. к 2016 г., %
Локомотивы – всего	1803,5	1725,0	1732,0	1714,0	1722,0	0,95
в том числе:						
электровозы	549,5	539,0	549,0	546,0	х	-
тепловозы	1254,0	1186,0	1183,0	1168,0	1173,0	0,94
Автомотрисы – всего	307,0	287,0	291,0	288,0	288,0	0,94
Пассажирские вагоны	2590,0	2630,0	2661,0	2597,0	2490,0	0,96
Багажные вагоны	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	1,00
Грузовые вагоны, принадлежащие железной дороге, – всего	59025,0	56504,0	54925,0	54656,0	54596,0	0,92
в том числе:						
крытые вагоны	8806,0	8415,0	8041,0	8031,0	8031,0	0,91
полувагоны	30797,0	30146,0	30491,0	30926,0	х	-
вагоны – платформы	3000,0	2280,0	2271,0	2259,0	2259,0	0,75
цистерны	5657,0	5438,0	5232,0	5030,0	5030,0	0,89
рефрижераторы	-	-	-	1,0	1,0	-
прочие вагоны	10762,0	10224,0	8889,0	8409,0	8349,0	0,78
Вагоны, принадлежащие частным компаниям и предприятиям	73177,0	72848,0	75496,0	80050,0	83917,0	1,15
Источник: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [3]						

Таблица 2 – Основные показатели железнодорожного транспорта					
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Перевезено грузов, багажа, грузобагажа, млн тонн	341,4	338,9	387,2	397,9	397,0
Грузооборот, млн ткм	267362,2	238972,2	266611,9	283345,2	286651,6
Перевезено пассажиров, млн человек	22,5	23,1	22,9	23,1	22,4
Пассажирооборот, млн пкм	17011,6	17913,9	18222,2	18562,2	17721,0
Источник: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [3]					

последние 5-10 лет, 15,6% эксплуатируются свыше 10-15 лет. В целом подвижной состав железнодорожного транспорта нуждается в обновлении, особенно электровозы, тепловозы, пассажирские вагоны и частично багажные вагоны.

Операторы железных дорог имеют беспрецедентную возможность реализовать более экологичную железную дорогу, повысить стандарты безопасности и надежности и снизить затраты на операции по техническому обслуживанию, используя цифровизацию, чтобы изменить будущее обслуживания подвижного состава.

Движение вперед с цифровизацией, улучшением информации для клиентов и повышением надежности поездов – теперь это критически важ-

ные проблемы, которые отрасль должна решать.

Процесс обычно начинается со сбора повседневных операционных данных, наряду с тщательной оценкой текущих режимов обслуживания, процессов отчетности и административных практик.

В настоящее время железнодорожная отрасль Казахстана находится в положении, когда она может использовать возможности, создаваемые ИИТ (промышленный Интернет вещей) и обеспечивающие коммуникационные технологии в рамках цифровизации поездов. В этом обзоре подробно описываются эволюция коммуникационных технологий с момента развертывания GSM-R, основные альтернативы и то, как железнодорож-

Электровозы

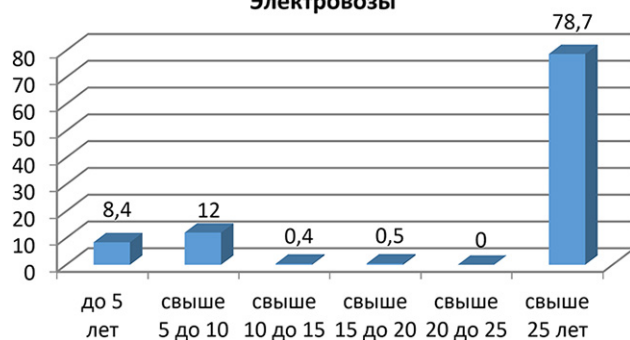


Рисунок 1 – Возрастная структура электровозов за 2020 год (на начало периода)

Источник: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [3]

Тепловозы

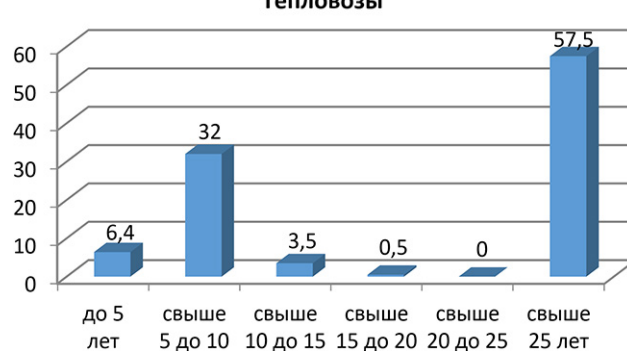


Рисунок 2 – Возрастная структура тепловозов за 2020 год (на начало периода)

Источник: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [3]

Пассажирские вагоны

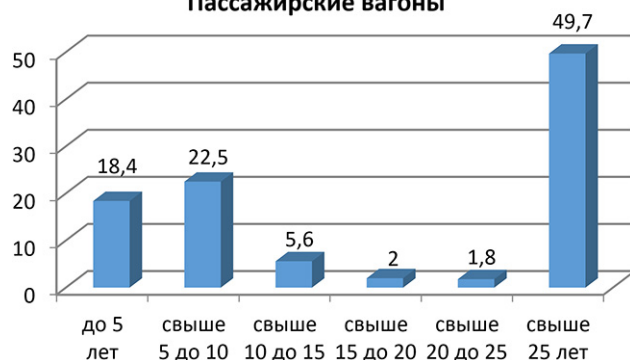


Рисунок 3 – Возрастная структура пассажирских вагонов за 2020 год (на начало периода)

Источник: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [3]

Багажные вагоны

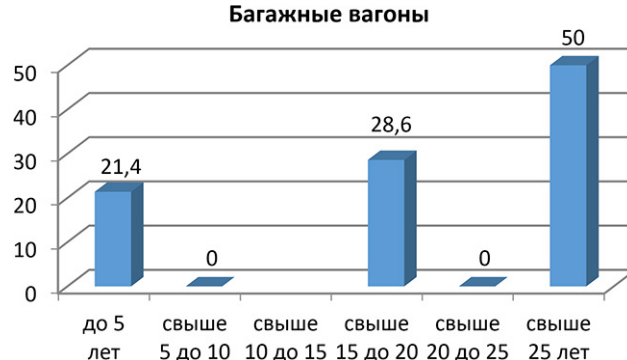


Рисунок 4 – Возрастная структура багажных вагонов за 2020 год (на начало периода)

Источник: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [3]

Грузовые вагоны

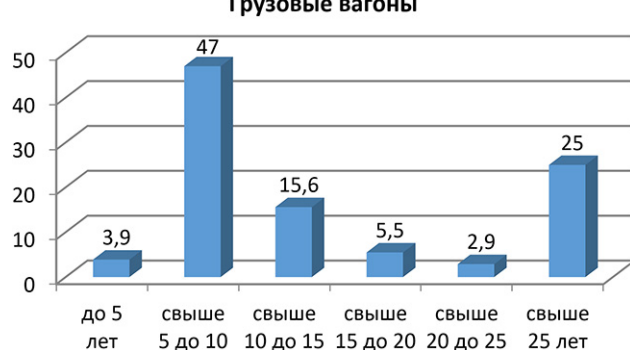


Рисунок 5 – Возрастная структура грузовых вагонов за 2020 год (на начало периода)

Источник: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [3]

систем широкополосной связи последнего поколения (например, LTE, 5G, IEEE 802.11ad) и появление беспроводных сенсорных сетей (WSN) для железнодорожной среды также объясняются вместе со стратегической дорожной картой для обеспечения плавного перехода от GSM.-P. Кроме того, это исследование направлено на обеспечение целостного подхода, определение сценариев и архитектур, в которых железные дороги могли бы использовать лучшие коммерческие возможности IoT. После обзора основных промышленных разработок оцениваются краткосрочные и среднесрочные услуги с поддержкой IoT для умных железных дорог. Затем анализируются последние исследования в области профилактического обслуживания, интеллектуальной инфраструктуры, расширенного мониторинга активов, систем видеонаблюдения, железнодорожных операций, информационных систем для пассажиров и грузов (PIS / FIS), систем управления поездом, обеспечения безопасности, систем сиг-

ные требования, спецификации и рекомендации менялись с течением времени. Преимущества

нализации, кибербезопасности и энергоэффективности [4]. В целом можно констатировать, что цель данной статьи – предоставить подробный анализ современного состояния различных технологий и услуг, которые произведут революцию в железнодорожной отрасли и позволят решать современные проблемы.

Однако такие факторы, как операционная неэффективность, отсутствие инфраструктуры и функциональной совместимости, высокая начальная стоимость развертывания и сложности интеграции унаследованных систем и сети, могут препятствовать росту железнодорожной отрасли. Более того, унаследованная инфраструктура, устаревшие системы связи и медленное внедрение технологий автоматизации и защиты в этом сценарии создают огромные риски для безопасности. Последствия даже небольшого сбоя становятся особенно серьезными, поскольку поезда становятся более мощными, перевозят больше пассажиров и движутся быстрее. Системы, критически важные для безопасной работы, могут быть взломаны простым электронным устройством или небольшим фрагментом вредоносного кода. Когда на карту поставлены безопасность и жизнь пассажиров, серьезная безопасность становится фундаментальным требованием. В настоящее время основные задачи по развитию железнодорожного транспорта можно резюмировать следующим образом [5].

Повышение эффективности и конкурентоспособности: железные дороги сталкиваются с жесткой конкуренцией со стороны других видов транспорта (например, автомобильный сектор обеспечивает привлекательные, рентабельные, надежные, гибкие и удобные перевозки грузов и пассажиров через границы от двери до двери). В Европе проблема усугубляется фрагментированным железнодорожным рынком с многочисленными национальными системами железнодорожной сигнализации и контроля скорости. Таким

образом, функциональная совместимость представляет собой ключевую проблему для свободного движения железнодорожного транспорта.

- Уменьшите железнодорожный шум и вибрацию, особенно в городских районах.

- Уменьшите выбросы парниковых газов. Хотя железнодорожный транспорт выгодно отличается от других транспортных средств с точки зрения воздействия на окружающую среду, его можно улучшить.

- Безопасность и надежность[6]: безопасность на железнодорожном транспорте в Европейском союзе (ЕС) – одна из самых высоких в мире. Инциденты на железной дороге (аварии, терроризм ...) происходят нечасто и приводят к относительно небольшому количеству смертей, но часто затрагивают значительное количество людей. Для поддержания и повышения безопасности требуются совместимые и согласованные стандарты безопасности.

- Снижение затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание, увеличение пропускной способности железнодорожной сети.

Выводы

Таким образом, рассмотрен современный опыт использования локомотивов на железной дороге, проанализирована эффективность применения данной модели и возможности в поездном движении. Одной из важных проблем, возникающих на казахстанских железных дорогах, является вопрос тарифного регулирования тяговой (локомотивной) составляющей в тарифе на перевозку, а также острого недостатка современного тягового подвижного состава. Возможное решение данных проблем – это привлечение частных компаний-перевозчиков, которые владеют собственными локомотивами, так как допуск их к использованию инфраструктуры магистральных железных дорог снизит тарифы и снабдит новыми подвижными составами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бартош Е.Т. Энергетика изотермического подвижного состава. – М.: Транспорт, 1976. – 304 с.
2. Нуньес А., Хендрикс Дж., Ли З., Де Шуттер Б., Доллевет Р. Содействие принятию решений по техническому обслуживанию на голландских железных дорогах с использованием больших данных: тематическое исследование ABA; Материалы Международной конференции IEEE 2014 г. по большим данным (Big Data); Вашингтон, округ Колумбия, США. 27-30 октября 2014 г.; С. 48-53.
3. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан <https://stat.gov.kz/official/industry/13/statistic/7>
4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5492363/>
5. https://www.era.europa.eu/sites/default/files/agency/docs/analysis_1520_ope_ru.pdf
6. <https://www.skodadigital.cz/ru/about-us/mission-vision-and-values/>

Жылжымалы құрамды басқаруды жетілдіру

^{1*}АБЕУОВА Алмагуль Акбергеновна, т.ф.м., аға оқытушы, almuhsa.76@mail.ru,

¹ИБРАЕВА Саида Жактасовна, т.ф.м., кафедра меңгерушісі, k.transport@eitiedu.com,

¹ДЖУМАНБАЕВА Дарина Азбаевна, т.ғ.м., оқытушы, ida1995@mail.ru,

¹УМАРОВА Булбул Аскарарна, т.ғ.м., аға оқытушы, bulbul186@mail.ru,

¹БЕКСУЛТАНОВ Амангельды Дюсембаевич, т.ғ.м., кафедра меңгерушісі, aman_bek@mail.ru,

¹Академик Қ. Сәтбаев атындағы Екібастұз инженерлік-техникалық институты, Қазақстан, 141208, Екібастұз, Энергетиктер көшесі, 54А,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жылжымалы құрамды жаңғырту мен өндіру, конструкция элементтері мен электровоздар, вагондар, трамвайлар мен электр көлігінің қосалқы бөлшектерін жөндеу және өндіру саласында бүкіл әлемде орасан зор әлеуеті бар теміржол саласы стратегиялық маңызды көлік болып табылады. Бұл жүйенің басқару міндеттері пойызды құрайтын агрегат туралы ақпараттан негізгі жабдықтың нөмірлерін басқару қондырғысының ақпаратына дейін өзгереді, сондықтан әр түрлі бөлшектерді түзгендеуді де тиімді орындауға болады. Механикалық қондырғылар әлі де қолданылса, электронды басқарылатын жүйені енгізу мүмкін емес. Тауарды тасымалдауға деген сұраныстың артуы және кез келген жүйені басқаруда цифрландырудың жаһандық тенденциясы авторлар үшін зерттеу үшін негіз болды және Қазақстандағы жылжымалы құрамды басқаруды жетілдіру мақсаты болды. Теміржол саласының болашағы үлкен теміржол желісінің инфрақұрылымында технологияны пайдаланатын интеллектуалды көлік жүйелеріне тәуелді болады деп күтілуде, оның өмірлік циклінің құнын төмендету. Авторлардың айтуынша, жаңа заманауи тартымды жылжымалы құрам мен вагондардың өткір жетіспеушілігін жеке локомотивтері бар жеке көлік компанияларына магистральдық темір жол инфрақұрылымын пайдалануға рұқсат беру арқылы шешуге болады.

Кілт сөздер: локомотив, вагон, оңтайландыру, теміржол қауіпсіздігі, жүк тасымалдау, қызметтер, киберқауіпсіздік, цифрландыру.

Rolling Staff Management Advancement

¹*ABEUOVA Almagul, Mast. Tech. Sci., Senior Lecturer, almuhsa.76@mail.ru,

¹IBRAEVA Saida, Mast. Tech. Sci., Head of Department, k.transport@eitiedu.com,

¹DZHUMANBAEVA Darina, Mast. Tech. Sci., Lecturer, ida1995@mail.ru,

¹UMAROVA Bulbul, Mast. Tech. Sci., Senior Lecturer, bulbul186@mail.ru,

¹BEKSULTANOV Amangeldy, Mast. Tech. Sci., Head of Department, aman_bek@mail.ru,

¹Ekibastuz Technical and Engineering Institute n.a. academician K. Satpayev, Kazakhstan, 141208, Ekibastuz, Energetikov Street, 54A,

*corresponding author.

Abstract. The railway industry, which has a huge potential worldwide in the field of modernization and production of rolling stock, repair and production of structural elements and spare parts for electric and locomotives, cars, trams and electric transport, is a strategically important transport. The control objectives of this system range from the train forming unit information to the main equipment number control unit information, so inventory management of various parts can also be performed efficiently. An electronically controlled system is often impossible to implement where mechanical equipment is still used. The growing demand for the transportation of goods and the global trend of digitalization in the management of any system was the basis for the study for the authors and the goal of improving the management of rolling stock in Kazakhstan. The future of the rail industry is expected to depend on intelligent transport systems that use technology in the infrastructure of a large rail network to reduce its life cycle costs. According to the authors, the acute shortage of the new modern traction rolling stock and wagons can be solved by allowing private transport companies that own their own locomotives to use the infrastructure of the main railways.

Keywords: locomotive, carriage, optimization, railway safety, freight transportation, services, cyber security, digitalization.

REFERENCES

1. Bartosh E.T. Energetika izotermicheskogo podvizhnogo sostava. – Moscow: Transport, 1976. – 304 p.
2. Nun'es A., Hendriks Dzh., Li Z., De Shutter B., Dollevut R. Sodejstvie prinyatiyu reshenij po tekhnicheskomu obsluzhivaniyu na gollandskih zheleznyh dorogah s ispol'zovaniem bol'shih dannyh: tematicheskoe issledovanie ABA; Materialy Mezhdunarodnoj konferencii IEEE 2014 g. po bol'shim dannym (Big Data); Vashington, okrug Kolumbiya, SShA. 27-30 oktyabrya 2014 g.; pp. 48-53.
3. Byuro nacional'noj statistiki Agentstva po strategicheskemu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan <https://stat.gov.kz/official/industry/13/statistic/7>
4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5492363/>
5. https://www.era.europa.eu/sites/default/files/agency/docs/analysis_1520_ope_ru.pdf
6. <https://www.skodadigital.cz/ru/about-us/mission-vision-and-values/>