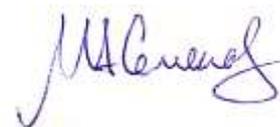


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Сибирский государственный университет путей сообщения»

На правах рукописи



Семенов Михаил Андреевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ
ПУТЕЙ ОТ СНЕГА МАШИНАМИ ТИПА СМ И ПСС НА ОСНОВЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА**

Специальность 05.02.22 – Организация производства (транспорт) (технические
науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук, профессор
Абрамов Андрей Дмитриевич

Новосибирск – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПУТЕЙ ОТ СНЕГА.....	13
1.1. Структура парка снегоуборочных машин.....	13
1.2 Анализ организационной и производственной структуры снегоуборочных работ на железной дороге.....	15
1.3 Климатические и метеорологические условия дорог ОАО «РЖД», влияющие на процесс очистки путей.....	25
1.4 Зарубежный подход к очистке путей от снега.....	33
1.5 Особенности процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС на станциях и перегонах.....	44
1.6 Автоматизированный мониторинг процесса очистки путей от снега с помощью программ АСУ СПС и АС КРСПС.....	52
Выводы по первой главе	57
2 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПУТЕЙ ОТ СНЕГА МАШИНАМИ ТИПА СМ И ПСС.....	59
2.1 Анализ показателей, отображаемых системами АСУ СПС и АС КРСПС.....	59
2.2 Особенности расчета производительности снегоуборочных поездов.....	64
2.3 Математические инструменты для выявления зависимости между показателями процесса очистки путей.....	67
2.3.1 Выявление математической зависимости между длиной очищенных путей и объемом убранного снега за период 2019 - 2021гг.....	68
2.3.2 Выявление математической зависимости между длиной очищенных путей и временем работы снегоуборочной машины за период 2019 - 2021 гг.....	80
2.4 Модель процесса очистки путей от снега на железной дороге.....	84

2.4.1 Анализ теоретических и экспериментальных результатов исследований.....	94
Выводы по второй главе.....	96
3 ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПУТЕЙ ОТ СНЕГА.....	98
3.1 Фотография рабочего дня как метод исследования структуры режимов работы снегоуборочной техники.....	98
3.2 Эффективность работы снегоуборочных машин типа СМ и ПСС.....	102
3.3 Исследование зависимости эксплуатационной производительности машины и длины очищенных путей от снега.....	105
3.3.1 Зависимость эксплуатационной производительности машины и длины очищенных путей от высоты убранный снега и времени согласования маршрута.....	107
3.4 Модель проведения ТО снегоуборочных машин в зависимости от длины очищенных путей.....	112
Выводы по третьей главе.....	115
4 ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА СНЕГОУБОРКИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ЗАТРАТ.....	117
4.1 Анализ структуры затрат ПЧМ Новосибирск и планирование работы снегоуборочных машин за смену и год	117
4.2 Экономический эффект от внедрения новых нормативов.....	119
4.2.1 Оптимизация расходов на премии.....	119
4.2.2 Оптимизация расходов на топливо.....	124
4.2.3 Оптимизация расходов фонда заработной платы, премии и топлива при уровне снега 0,1 метра	127
4.2.4 Оптимизация расходов на ремонты снегоуборочных машин.....	128
4.3 Система мониторинга максимальной загрузки машины при очистке путей от снега.....	130
4.4 Методика планирования процесса очистки путей от снега.....	132

Выводы по четвертой главе.....	134
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	136
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	138
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	148
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	184
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	185
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	187
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	188

СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ОАО «РЖД» - Открытое акционерное общество «Российские железные дороги»

СМ – снегоуборочная машина

ПСС – поезд снегоуборочный самоходный

ПЧМ Новосибирск – Новосибирская механизированная дистанция
инфраструктуры

АСУ СПС – автоматизированная система управления процессами эксплуатации и
обслуживания специального подвижного состава

АС КРСПС - автоматизированная система контроля над работой специального
подвижного состава

ИТР – инженерно-технический работник

МНК - метод наименьших квадратов

ФРД - фотография рабочего дня

ТР-1 – текущий ремонт первого объема

ТР-2 – текущий ремонт второго объема

КР-1 – капитальный ремонт первого объема

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В зимнее время гарантией бесперебойной и безопасной работы железнодорожного транспорта и выполнения срока перевозок является оперативная очистка путей от снега. В соответствии с принятой на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года Стратегией научно-технологического и инновационного развития холдинга «РЖД» обозначены новые методы организации производства, базирующиеся на автоматизированном мониторинге всех этапов производственных процессов, в том числе и процесса очистки снега. Внедрение автоматизированного мониторинга в организацию производства должно выявить причины и основания для экономии средств и ресурсов, а также для оптимизации этих процессов.

В подразделениях ОАО «РЖД» зимой возникают проблемы, связанные с быстрой и качественной очисткой железнодорожных путей от снега, но в то же время с ограниченными ресурсами и погодными условиями, которые нельзя предугадать. Поэтому как никогда становится актуальной проблема совершенствования организации процесса очистки путей от снега с использованием современных технологий, таких как, например, автоматизированный мониторинг.

Автоматизированный мониторинг – это система организации наблюдения, контроля, сбора достоверной информации с использованием специальных измерительных средств, анализа, статистически обоснованных методов получения результатов для их автоматической обработки и прогноза развития последующей ситуации.

Одной из основных производственных сфер инфраструктуры российских железных дорог является путевое хозяйство, на него приходится более 50% стоимости основных фондов и около 25% эксплуатационных расходов холдинга. Поэтому внедрение новых методов организации и мониторинга процесса уборки снега позволит выявить перспективные источники оптимизации производственных процессов в этом комплексе и обеспечит снижение их ресурсоемкости.

Особое внимание на железной дороге уделяется процессу подготовки путевого хозяйства к работе в зимних условиях и совместной работе хозяйств в зимний эксплуатационный период, так как главная задача при снегопадах и метелях - предотвращение сбоев перевозочного процесса, нарушений безопасности и бесперебойности движения поездов.

Для России тема уборки снега на железных дорогах особо актуальна, так как большая территория страны, где проходят железные дороги, имеет ярко выраженную продолжительность зимы с обильными осадками, а толщина снежного покрова в 0,2 м и более приводит к полной остановке движения. Наиболее значима эта проблема для Западно-Сибирской железной дороги (ЗСЖД), которая по степени снегозаносимости относится к 1-ой группе, то есть к территориям, на которых в течение зимы наблюдаются снегопады и метели с очень сильной интенсивностью. Оптимизация рабочего процесса снегоуборочных машин типа СМ и ПСС первостепенна, так как парк этих машин на ЗСЖД самый многочисленный, а затраты на их содержание составляют около 72% средств от затрат всего парка снегоуборочных машин. Поэтому задача совершенствования организации производственного процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС с использованием современных технологий, к числу которых относится автоматизированный мониторинг, является весьма актуальной.

Степень разработанности темы. Решением проблем планирования и моделирования с учетом сезонного характера работ и, в частности, снегоуборки посвящены исследования Григорьевой Т.Е. [1], Телушкиной Е.К. [2], Бобровой Т.В. [3], Могилевич В.М. [4] и других ученых.

Анализ этих работ позволяет сделать вывод, что авторы решают проблему сезонности работ через оптимизацию экономически обоснованных сроков их выполнения, применения наиболее эффективных технологий и машин, наиболее приемлемого размещения баз, экономически обоснованного количества машин и механизированных средств. Также в этих работах на основании построения математических закономерностей авторами прогнозируются объемы необходимых ресурсов.

Телушкина Е.К. в своем исследовании подробно изучила проблему повышения эффективности работы транспортно-технологического комплекса на стадиях погрузки – транспортировки - разгрузки и утилизации снега.

В трудах Григорьевой Т.Е. особо уделено внимание моделированию процессов зимнего содержания дорог, комплексу имитационных моделей планирования процесса с учетом количества техники и предложением методики оценки временных и производственных затрат на ее эксплуатацию.

Несмотря на большое количество исследований, предназначенных для создания теоретической и практической основы научно обоснованной системы автоматизированного мониторинга производственных процессов и технических систем в разных отраслях экономики, вопросы оптимизации процесса эксплуатации и повышения эффективности работы снегоуборочных машин применительно к РЖД пока не получили достаточно подробного освещения, что и обусловило выбор темы данного исследования.

Объект исследования: организация производственного процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС в подразделении ОАО «РЖД».

Предмет исследования: методы и средства автоматизированного мониторинга при организации работы снегоуборочных машин.

Цель исследования – совершенствование организации производственного процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС.

Для достижения указанной цели поставлены следующие **задачи:**

1. Проанализировать организацию процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС и нормативные акты, выявить существующие подходы, инструменты к его планированию и определению эффективности использования техники.

2. Выявить зависимости между производительностью машины, длиной очищаемых путей, объемом убранного снега, количеством выпавшего снега и временем рабочего цикла, являющиеся основой для расчета технологических параметров.

3. Разработать математическую модель процесса очистки путей от снега, включающую следующие факторы: длина очищенных путей, загрузка машины, время рабочего режима, количество выпавшего снега, температура окружающей среды. Определить степень влияния каждого фактора на эффективность использования машин.

4. Предложить методику и алгоритм планирования работ при организации процесса очистки путей от снега с минимальными финансовыми затратами.

5. Разработать предложения по реформированию системы нормативов для процесса очистки снега в ОАО «РЖД», учитывающие данные автоматизированного мониторинга.

Область диссертационного исследования соответствует пунктам паспорта специальности 05.02.22:

10. Разработка методов и средств мониторинга производственных и сопутствующих процессов.

11. Разработка методов и средств планирования и управления производственными процессами и их результатами.

Методология и методы исследования. В исследовании были использованы методы: системного и сравнительного анализа, математической статистики (корреляционный и регрессионный анализ), математического моделирования, сопоставления результатов исследований.

Научную новизну составляют следующие результаты исследования:

1. Разработана математическая модель процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС, учитывающая данные автоматизированного мониторинга (объем убранного снега, длина очищаемых путей, время рабочего режима, температура окружающей среды), позволяющая определить степень влияния каждого фактора на эффективность использования машин и имеющая сходимость с экспериментом в пределах точности 5%.

2. Выявлены зависимости длины очищаемых путей и эксплуатационной производительности машины от высоты выпавшего снега и времени согласования маршрута, позволившие установить оптимальное время согласования от 5 до 10

минут и толщину снежного покрова 0,1 - 0,15 м, обеспечивающие выработку одной машины при 12 часовой смене, равной 8000 метров, при коэффициенте средней загрузки 0,51 и расстоянии до выгрузки 2 км.

3. Доказано, что норматив наработки, основанный на длине очищенных путей, коррелируется с наработкой узлов и агрегатов машины и обеспечивает экономию средств 4617,8 тыс. рублей при сокращении количества обслуживаний в 1,96 раза на машину.

4. Разработана методика и алгоритм планирования процесса очистки путей от снега, а также аналитическая система контроля аварийных нагрузок машины, позволяющая при переходе на новый норматив, использовать методы и средства автоматизированного мониторинга, обеспечивающие снижение затрат до 33% за счет сокращения количества машин, бригад, затрат на топливо, заработную плату, премии и текущие ремонты.

Теоретическая значимость работы. Математические модели процесса очистки снега и зависимости параметров, необходимых для обоснования расчетов при планировании рабочего процесса снегоуборочных машин.

Практическая значимость работы заключается в разработке предложения по реформированию нормативов для процесса очистки снега в ОАО «РЖД» на основании автоматизированного мониторинга, позволяющего руководителям подразделений принимать обоснованные управленческие решения на этапе планирования или при оптимизации структуры затрат.

Для перехода на норматив наработки по длине очищенных путей от снега разработана автоматизированная система, позволяющая исключить аварийные нагрузки машины из-за действий персонала, интегрированная в АС КРСПС.

Основные положения и результаты, выносимые на защиту:

1. Математическая модель производственного процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС, учитывающая длину очищаемых от снега путей, объем загрузки машины, время рабочего цикла, температуру окружающей среды, позволяет определить параметры, необходимые для планирования работ по очистке путей от снега.

2. Время согласования маршрута следования 5 минут при очистке путей от снега толщиной от 0,1 до 0,15 м обеспечивает наибольшую длину очищаемых путей при максимальной эксплуатационной производительности машин. Очистка путей от снега толщиной менее 0,1 м увеличивает длину очищаемых путей не более чем на 20%, при этом производительность уменьшается в 1,9 раза.

3. Для всех значений толщины убираемого снега снижение длины очищаемых путей и эксплуатационной производительности машин наиболее значительно при увеличении времени согласования маршрута с 5 до 15 минут и составляет при толщине снега 0,1 м – для 5 минут - 35%, для 10 минут - 40%; при 0,15 м – на 65% и 70% соответственно.

4. Методика и алгоритм планирования работ по очистке путей от снега, включающая данные автоматизированного мониторинга, обеспечивает сокращение затрат в среднем до 33% за счет сокращения необходимого количества машин, бригад, затрат на топливо, заработную плату, премии и текущие ремонты.

Достоверность результатов исследования диссертационной работы базируется на корректной постановке задач исследования, многообразии используемых методов, а также подтверждается соответствием моделей экспериментальным данным и результатами внедрения разработок, предложенных автором в практику Новосибирской механизированной дистанции инфраструктуры (далее ПЧМ Новосибирск).

Апробация результатов работы. Основные результаты диссертационной работы обсуждались на XI Международной научно-технической конференции «Политранспортные системы» (Новосибирск, 2020), Международном научном Сибирском транспортном форуме «Транссиб – 2021» (Новосибирск, 2021), X Международной научно-практической конференции «Непрерывное профессиональное образование: теория и практика» (Новосибирск, 2020), Университетской научно-практической конференции СГУПС «Дни науки 2021» (Новосибирск, 2021).

Публикации. По результатам исследований автором опубликовано 10 печатных работ, среди которых 3 статьи в журналах из перечня ВАК РФ, одна работа в издании, индексируемом в SCOPUS, один патент на полезную модель.

Личный вклад автора. Постановка задач исследования, обсуждение результатов, а также подготовка материалов к печати были осуществлены совместно с научным руководителем. Экспериментальные данные и расчетно-аналитические результаты, включая достижения, были получены автором самостоятельно.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, который включает 102 источника, пяти приложений на 40 страницах. Объем работы без приложений - 147 страницы, включая 44 рисунка и 40 таблиц.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПУТЕЙ ОТ СНЕГА

«Снегоборьба» это термин, встречающийся исключительно на железной дороге. Снегоборьба - система мероприятий и средств по предотвращению заносов и защите железнодорожных путей от снега, состоящая непосредственно в очистке путей и стрелочных переводов для обеспечения непрерывности движения поездов и бесперебойной работы станций [5, 6].

Для России тема снегоборьбы на железных дорогах особо актуальна, так как по данным Международного союза дорог [7] по длине железных дорог Россия находится на третьем месте после США и Китая. Осадки в виде снега именно на территории нашей страны самые обильные и могут выпадать на протяжении 4-5 месяцев.

Проблемы со снегоочисткой дорог возникли вместе с появлением самих железных дорог, так как в начале развития железнодорожного транспорта обильные осадки в виде снега могли на продолжительное время парализовать работу некоторых участков железной дороги [6]. Так, имеются данные, что в 1880 г. из-за бурана движение на железной дороге было закрыто на 50 дней, и чтобы этого не происходило на жителей сел, прилегающих к дороге, была наложена повинность по очистке дороги от снега. Также это входило в обязанности военных, а иногда и сами пассажиры откапывали состав из снега лопатами [6, 8]. Именно тогда началась история развития снегоуборочной и снегоочистительной техники в России: от конских волокуш и деревянных плужков, передвигаемых людьми, использовавшихся в середине 19 века, до снегоочистителей типа СДП, ТГМ-40С, СС-1М, ЭСО, ФРЭС, предназначенных для очистки путей от снега на перегонах [9] и машин типа ПОМ, ПСС-1К, СМ-2, СМ-7, ССГС-1 для очистки станций [10, 11].

1.1 Структура парка снегоуборочных машин

Парк снегоуборочных машин типа СМ и ПСС на Западно-Сибирской железной дороге самый многочисленный и составляет 78 единиц, из которых 24%

приходится на ПСС - 19 единиц и 76% - СМ 59 единиц. Как уже выше отмечалось, затраты на их содержание составляют около 72% средств от затрат всего парка снегоуборочных машин, поэтому совершенствование организации процесса очистки снега на железной дороге снегоуборочной техникой типа СМ и ПСС актуально и требует научного подхода.

Анализ организации процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС и нормативной базы для его организации, планирования и определения эффективности использования техники проведен по данным 2019-2022 года Новосибирской механизированной дистанцией инфраструктуры - структурного подразделения Уральской дирекции по эксплуатации путевых машин, в свою очередь структурного подразделения Дирекции по эксплуатации путевых машин, являющегося структурным подразделением Центральной дирекции инфраструктуры как филиала ОАО «РЖД». Новосибирское подразделение занимается эксплуатацией путевой техники и предоставлением ее для выполнения работ по ремонту и содержанию железнодорожного пути. В летний период времени ПЧМ Новосибирск выполняет работы по выправке, подбивке, рихтовке, планированию и стабилизации железнодорожного полотна, а в зимний, специализируется на уборке и очистке снега на станциях и перегонах вверенной территории.

На балансе структурного подразделения находится следующая снегоуборочная и снегоочистительная техника: снегоуборочные машины СМ-2, СМ-7; самоходные снегоуборочные поезда ПСС-1К, пневмоочистительные машины ПОМ (ветерок), ПОМ-1М; струги-снегоочистители СС-1М, ССГС-1; снегоочистители СДПМ.

Парк снегоуборочных машин типа СМ и ПСС в ПЧМ Новосибирск, рисунок 1.1, состоит из 16 единиц, а всего на балансе 33 единицы снегоуборочной техники разного типа. Структурное соотношение машин не значительно отличается от структуры парка на Западно-Сибирской железной дороге в целом и составляет 19% или 3 шт. машин типа ПСС, 81% или 13 шт. – на СМ.

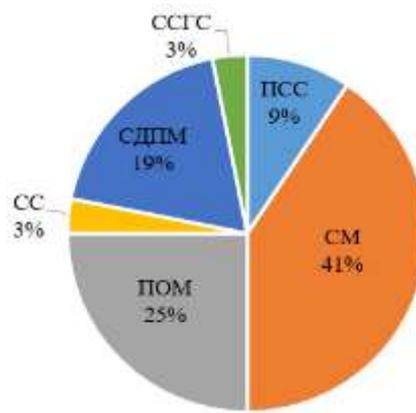


Рисунок 1.1 – Структура парка снегоборочной техники ПЧМ Новосибирск

На железных дорогах России на борьбу с осадками в виде снега ежегодно расходуются огромные средства. В последнее время снежные метели становятся все более сильными, а снегопады все обильнее, что объясняется усилением циклонической деятельности и, в свою очередь, это приводит к плохо контролируемой ситуации. Гарантией бесперебойной и безопасной работы железнодорожного транспорта и выполнения срока перевозок является, в первую очередь, оперативная очистка путей от снега.

1.2. Анализ организационной и производственной структуры снегоборочных работ на железной дороге

Мероприятия по подготовке подразделений и персонала к работе в зимних условиях осуществляются в соответствии с требованиями ряда нормативных актов: Правил технической эксплуатации железных дорог РФ, распоряжений, инструкций и регламентов как по каждому подразделению так и в целом по дороге, а также других нормативных документов ОАО «РЖД». Основопологающим документом по подготовке к работе в зимний период и организации очистки снега на железных дорогах является Распоряжение ОАО "РЖД" от 22.10.2013 N 2243р "Об утверждении Инструкции по подготовке к работе в зимний период и организации снегоборьбы на железных дорогах, в других филиалах и структурных подразделениях ОАО "РЖД", а также его дочерних и зависимых обществах" [12].

Данное Распоряжение претерпело несколько редакций и на сегодняшний день действует в редакции от 27.12.2019 года.

В Инструкции [13] учтен многолетний опыт подготовки хозяйств российской железной дороги к работе в зимних условиях для функционирования в штатном режиме подразделений ОАО «РЖД» и при возникновении особо сложных погодных условий. С учетом анализа опыта работы в подразделениях разрабатываются новые пункты Инструкции и уточняются ранее существовавшие организационно-технические мероприятия по обеспечению безотказной работы технических средств, безопасности и соблюдения графика движения поездов и охраны труда личного состава в зимних условиях.

Руководители подразделений аппарата управления, филиалов, других структурных подразделений ОАО "РЖД", его дочерних и зависимых обществ доводят Инструкцию, утвержденную Распоряжением № 2243р, до сведения работников, обеспечив соблюдение требований и их выполнение.

Обобщенную модель организации подготовки и работы подразделений ОАО «РЖД» в зимних условиях можно представить в виде схемы, приведенной на рисунке 1.2.

В Инструкции описана структура и функции подразделений путевого комплекса при организации и проведении снегоуборочных работ [Приложение А.1, А.2].

В настоящее время [15, 16] до 1 октября текущего года начальник отделения железной дороги должен утвердить оперативный план по предупреждению и ликвидации снежных заносов, представленный ему начальником дистанции пути, и предварительно согласованный с начальниками отдела движения, локомотивного хозяйства и пути. Содержание оперативного плана не изменилось с советских времён, но в него включили ещё, например, план организации работ по очистке с учётом режима работы, увязанный с графиком движения поездов и маневровой работой в единую технологическую карту работы станции [17].

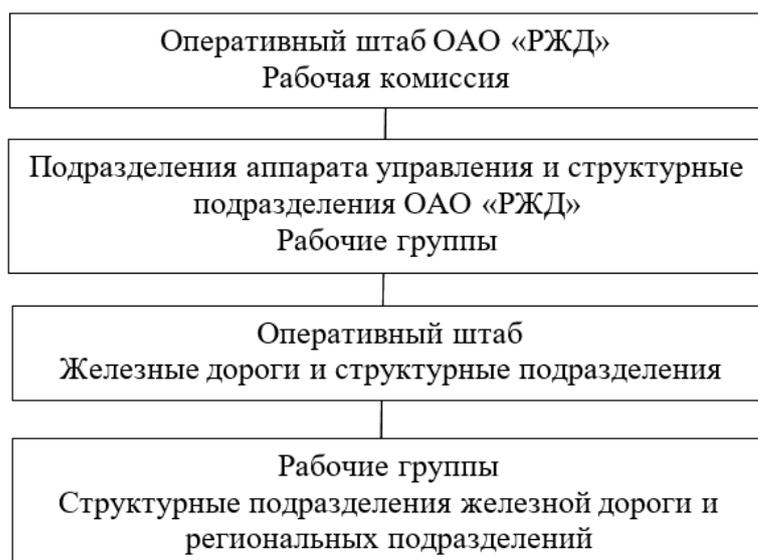


Рисунок 1.2 - Обобщенная модель организации подготовки и работы подразделений ОАО «РЖД» в зимних условиях [14]

Вся снегоочистительная техника должна быть отремонтирована и подготовлена к работе на Западно-Сибирской железной дороге до 15 октября текущего года. Для соблюдения этих сроков не позднее 1 апреля текущего года комиссия под руководством главного инженера дистанции пути осматривает технику и составляет акт о состоянии машин и объемов необходимого ремонта. Ремонт снегоуборочной и снегоочистительной техники осуществляется на заводах, ремонтных предприятиях и в депо железных дорог согласно утвержденному плану ремонта.

План расстановки по железной дороге и пунктам приписки снегоуборочной техники утверждает заместитель начальника железной дороги по путевому хозяйству или начальник службы пути и представляет его до 1 октября текущего года в ЦП. [Приложение А.3]

Пробные поездки снегоочистителей на железных дорогах первой группы проводятся по закрепленным участкам до 20 октября текущего года.

За всеми машинами закрепляются руководители работ, машинисты и их помощники из расчёта круглосуточной работы машин. Приказом по дистанции

пути создаётся специализированная бригада для аварийно-восстановительного ремонта снегоуборочной техники.

Готовность снегоуборочной техники устанавливает комиссия в составе начальника отдела пути отделения железной дороги, главного инженера дистанции пути, главного механика дистанции пути и бригад, обслуживающих снегоуборочные поезда. Результаты проверки оформляют актом. В акте отражается информация по машинам: год изготовления; даты проведения ремонтов; время, необходимое для приведения рабочих органов в рабочее и транспортное положение; наличие инструмента, инвентаря, связи, сигнального оборудования, контрольно-измерительных приборов.

Опыт показывает, что 75% всего объема работ по очистке снега с путей приходится на территории станций, поэтому в этой работе уделяется значительное внимание очистке снега на станциях, а именно на каждой станции составляется план организации работ по очистке снега с учетом особенности работы станции [18].

Организация работ по очистке путей и уборке снега со станции подразумевает: очередность, объем и порядок работ в горловинах, на стрелках и путях; потребность в машинах, локомотивах, подвижном составе, инвентаре, рабочей силе из расчета очистки всей станции и уборки с нее снега в установленный срок; норму рейсов снегоуборочных поездов в смену (в дневную смену не менее шести рейсов, при круглосуточной работе не менее десяти рейсов в сутки); порядок выезда машин на работу, маршруты вывозки снега и места его утилизации; порядок и места профилактического обслуживания и ремонта машин на зимний период и тому подобное [12].

Под очередностью очистки понимают классификацию путей по времени их очистки и уборки от снега на три очереди. Первоочередные – это главные, горочные, сортировочные пути и маневровые вытяжки, приемоотправочные пути со стрелочными переводами, пути стоянок восстановительных и пожарных поездов, снегоочистителей и снегоуборочных поездов, пути, ведущие к складам топлива и дежурным пунктам контактной сети. Эти пути необходимо очищать от

снега немедленно с момента начала снегопада и метели. Пути второй очереди - пакгаузные и погрузочные пути, деповские пути, пути к материальным складам и мастерским. К третьей очереди относятся - прочие пути [12].

Оперативный план уборки снега на станции включает в себя технологию уборки снега с указанием мест выгрузки снега, график работы снегоуборочной техники в увязке с технологическим процессом работы станции, а также схему станции с закреплением сферы ответственности руководителей предприятий; порядка и мест смены локомотивов; ответственность начальника: станции, дистанции пути, дистанции инфраструктуры, эксплуатационного и ремонтного локомотивных депо и дистанции сигнализации, централизации и блокировки за исполнение своих обязанностей; маневровой службы. Выписку из утвержденного плана вывешивают в помещениях дежурных по станции, маневровых диспетчеров станции, дежурных по сортировочным горкам и паркам [Приложение А.4, А.5].

Потребность в машинах определяется из расчета очистки и уборки снега со всей станции в установленный срок; норма рейсов снегоуборочных поездов в смену из расчета средней дневной нормы составляет не менее шести рейсов, при круглосуточной работе не менее десяти рейсов в сутки в зависимости от местных условий.

Потребность в снегоуборочных поездах на железной дороге определяется по формуле, приводимой в пункте 4.7.5. Инструкции [13]:

$$N = L/p, \quad (1.1)$$

где L - суммарная развернутая длина станционных путей, убираемых снегоуборочными поездами, м; p - длина станционных путей, очищаемых за шесть суток одним снегоуборочным поездом при выполнении десяти рейсов в сутки, м/маш:

$$p = 2,5 \times 10 \times 6 \times Q / (0,5 \times 5,1 \times H), \quad (1.2)$$

где 2,5 - коэффициент уплотнения снега в кузове; 10 - нормативное количество рейсов в сутки; 6 - количество суток, за которые станция должна быть очищена от снега при расчетной максимальной высоте снегоотложения, наблюдаемой за случай в течение зимы на железной дороге с повторяемостью не реже одного раза

в два года; Q - объем кузова снегоуборочного поезда в м^3 (объем кузова СМ-2, например, 340 м^3); 0,5 - коэффициент уборки станционных путей снегоуборочными машинами (в среднем по дорогам 50 % станционных путей убирается снегоуборочными машинами); 5,1 - ширина очищенного пути машиной СМ (ротором-питателем с крыльями), м; H - максимальная высота снегоотложения, наблюдаемая за случай снегоотложения на железной дороге не реже одного раза в два года, м.

В пунктах 4.7.6 - 4.7.10 указываются сроки очистки станции, плечи обслуживания машинами, количество рейсов снегоуборочных поездов в зависимости от: количества выпавшего снега, высоты снегоотложения на пути, плотности снега, коэффициента уплотнения снега при его загрузке, производительности машин, вместимости промежуточных и конечного полувагонов и степени их заполнения. Рекомендуется учитывать: затраты времени на погрузку, перестановку снегоуборочного поезда с пути на путь, проезд к месту выгрузки, выгрузку снега, согласование маршрута и следование поезда обратно; скорости движения снегоуборочного поезда по участкам в транспортном положении и в рабочем положениях [Приложение А.6, А.7, А.8, А.9, А.10].

Итоговые данные для работы с ротором-питателем без боковых крыльев и совместно с боковыми крыльями, о высотах снегоотложения по каждому парку станции должны быть внесены в ведомость. На основании этих расчетов за определенными парками и горловинами закрепляют определенные снегоуборочные поезда и фиксируются нормы выгрузок.

При составлении плана необходимо учитывать нормы по количеству рейсов на выгрузку снега снегоуборочной машиной за машино-смену (таблица 1.1) [12].

Кроме того, составляется ведомость расстановки и организации работ снегоочистителей и снегоуборочных поездов. В ведомости содержится информация, касающаяся: типов снегоочистительной и снегоуборочной техники, места ее приписки, районы обслуживания, порядок работы; состав бригад, обслуживающих машины, с указанием руководителей и членов их бригад;

перечень станций, имеющих пневматические устройства и устройства для электрообогрева стрелочных переводов [Приложение А.3].

Таблица 1.1 - Нормы по количеству рейсов на выгрузку снега снегоуборочной машиной за одну машино-смену

Составность машины	Единица измерения	Виды работ, выполняемых снегоуборочной машиной		Станции с особыми условиями работы снегоуборочных машин (тип III)
		сплошная очистка путей и между путей от снега (тип I)	работа с льдоскальвателем, очистка путей и междупутий вдоль пассажирских платформ на перегонах, вскрытие стыков, уборка валов на станциях (тип II)	
Трехвагонная	рейс	4	2	2
Двухвагонная		5	3	3
Одновагонная		6	4	4

В зависимости от количества снега рабочая скорость снегоуборочного поезда колеблется от 0,6 до 10 км/ч.

Решение по выводу снегоочистительной и снегоуборочной техники для уборки снега на перегонах принимается в соответствии с приказом начальника отделения железной дороги в адреса начальников отделов движения, локомотивного хозяйства и пути, начальников дистанции пути, локомотивного депо и всех начальников станций по маршрутам работы снегоочистителей.

Снегоочиститель направляют на работу на перегонах по требованию начальника дистанции пути, его заместителя, ответственного дежурного по дистанции, старшего дорожного мастера или дорожного мастера дистанции пути. Дежурный по отделению железной дороги, получив требование, принимает меры к срочному отправлению снегоочистителя на участок. Снегоочиститель сопровождается руководителем работ от дистанции пути по должности не ниже дорожного мастера.

Телеграмма (телефонограмма) начальника, заместителя начальника или ответственного дежурного дистанции пути, адресуемая дежурному по отделению

железной дороги, служит сигналом к началу работы снегоуборочных поездов на закрепленных за ними станциях. Дежурный по отделению железной дороги также осуществляет контроль за их работой через поездных диспетчеров.

Для руководства работой назначаются: руководитель работ от дистанции пути (дистанции инфраструктуры), диспетчерский персонал от станции и ответственный работник хозяйства автоматики и телемеханики [12].

Работа снегоуборочной техники должна производиться при участии ответственного работника дистанции пути или инфраструктуры: на железнодорожных линиях 1, 2 класса вне зависимости от классности станции; на линиях 3 класса на внеклассных станциях и станциях 1 и 2 класса. В остальных случаях присутствие ответственного работника дистанции СЦБ не требуется. Руководитель работ осуществляет техническое руководство снегоуборкой, а диспетчерский персонал и дежурный персонал станции обеспечивает передвижение техники на станции [Приложение А.11].

Для Хозяйства дирекции по эксплуатации путевых машин в пункте 3.4.2. предписывается использовать во время снегопадов и метелей снегоуборочную и снегоочистительную технику, а именно плужные снегоочистители типа СДП-М, СДП, струги (СС-1М), пневмоочистительные машины (ПОМ) и вентиляторные снегоочистители типа "Ветерок" (ВС-1), а при больших заносах для очистки путей от снега на перегонах и промежуточных станциях применять роторные снегоочистители. Также предлагается по максимуму использовать снегоуборочные поезда.

Вся подготовительная работа к зимнему периоду, а затем ввод заданий, мониторинг проводимых работ и отчетность о выполненных работах заносятся в информационную систему автоматизированного мониторинга подготовки подразделений холдинга «РЖД» к работе в зимний период АС «Зима».

Система автоматизированного мониторинга «Зима» введена в действие с октября 2014 года и охватывает всю сеть дорог и дочерние общества ОАО «РЖД». АС «Зима» оптимизировала работу специалистов всех уровней управления,

избавив их от ручной однообразной работы, тем самым, увеличив эффективность управления зимой ресурсами при организации перевозочного процесса.

АС «Зима» предназначена для автоматического сравнения отчётов по подготовке подразделений и их инфраструктуры к зимнему периоду с показателями эффективности их работы на основе данных из смежных АС [19].

Начиная с 2018 года ОАО «РЖД» создали сеть автоматических погодных станций, включающую 181 станцию. Они расположены в зоне отчуждения дорог в непосредственной близости от прохождения путей и позволяют получать точные погодные данные о влажности, температуре воздуха, осадках. Посредством беспроводной сети собранная информация передается на сервер холдинга.

Ведется работа над доступностью этой информации через внутреннюю сеть ОАО «РЖД» для руководителей дорог, чтобы они онлайн могли оценивать текущую погодную обстановку на своих участках.

Метеорологи ОАО «РЖД» работают с программным обеспечением, ГИС-метео, которое в круглосуточном режиме использует все доступные погодные модели (американскую, немецкую, британскую, японскую), обеспечивая сеть российских железных дорог точными прогнозными картами с глубиной прогноза до 120 часов. В настоящее время считается, что метеорологи ОАО «РЖД» дают самый удаленный достоверный прогноз на 10 суток. Этот прогноз составляется ежедневно и рассылается по понедельникам, средам и пятницам руководителям дорог.

Предупреждение о неблагоприятных природных явлениях (Таблица 1.2) — это основная работа отдела гидрометеорологии ЦДИ. Если прогнозные модели показали на каком-то участке дороги возможность возникновения явления, которое может негативно повлиять на движение поездов, то отдел выпускает штормовое предупреждение, которое пересылается начальнику Центральной дирекции инфраструктуры. После утверждения предупреждения издается приказ, который обязывает принять необходимые меры безопасности на конкретном участке дороги.

Таблица 1.2 - Перечень опасных метеорологических явлений [13]

Наименование опасного явления	Количественная характеристика метеорологического явления	Меры, принимаемые в соответствии с оперативными планами снегоборьбы
Снегопад умеренный	Выпавший снег, ливневый снег с количеством 5 - 8 см за период времени 24 ч	Задействуются стационарные устройства для очистки стрелочных переводов и рабочая сила 1 очереди, при необходимости снегоуборочная техника
Снегопад значительный	Выпавший снег, ливневый снег с количеством 10 - 19 см за период времени 24 ч	Необходимо задействовать снегоуборочную технику, стационарные устройства для очистки стрелок. Привлекается рабочая сила 1 и 2 очереди на очистку стрелочных переводов
Снегопад сильный	Выпавший снег, ливневый снег с количеством не менее 20 см за период времени не более 12ч	Необходимо задействовать всю снегоуборочную технику. Привлекается рабочая сила 1, 2, 3 очереди, на очистку стрелочных переводов
Снегопад с мокрым снегом умеренный	Выпавший снег, ливневый снег с количеством 3 - 7 см за период времени 24 ч	Задействуются стационарные устройства для очистки стрелочных переводов и рабочая сила 1 очереди, при необходимости снегоуборочная техника
Снегопад с мокрым снегом значительный	Выпавший снег, ливневый снег с количеством 7 - 14 см за период времени 24 ч	Необходимо задействовать снегоочистители, снегоуборочные поезда, все стационарные устройства для очистки стрелок. Привлекается рабочая сила 1 и 2 очереди на очистку стрелочных переводов
Снегопад с мокрым снегом сильный	Выпавший снег, ливневый снег с количеством 15 см и более за период времени 24 ч	Необходимо задействовать всю снегоочистительную и снегоуборочную технику. Привлекается рабочая сила 1 и 2 очереди, а при необходимости и 3 очереди на очистку стрелочных переводов
Метель умеренная	Перенос снега с подстилающей поверхности (часто сопровождаемый выпадением снега из облаков) со средней скоростью ветра до 10 м/с. Продолжительность менее 3 ч	Привлекается рабочая сила 1 и 2 очереди на очистку стрелочных переводов
Метель значительная	Перенос снега с подстилающей поверхности (часто сопровождаемый выпадением снега из облаков) со средней скоростью ветра до 10 - 14 м/с. Продолжительность от 3 до 12 ч	Необходимо задействовать снегоочистители, снегоуборочные поезда, все стационарные устройства для очистки стрелок. Привлекается рабочая сила 1 и 2 очереди, а при необходимости и 3 очереди на очистку стрелочных переводов

Продолжение таблицы 1.2

Метель сильная	Перенос снега с подстилающей поверхности (часто сопровождаемый выпадением снега из облаков) со средней скоростью ветра не менее 15 м/с и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м, продолжительностью не менее 12ч	Требуется принятие экстренных мер по обеспечению снегоуборочных работ. Привлекается рабочая сила 1, 2 и 3 очереди на очистку стрелочных переводов
----------------	---	---

Местные секторы гидрометеорологии каждой конкретной железной дороги, получив штормовое предупреждение, уточняют прогноз вплоть до перегона и сообщают уточнённый прогноз руководству железной дороги и линейных подразделений дороги для принятия мер [20].

Далее рассмотрены климатические и метеорологические условия дорог ОАО «РЖД», влияющие на процесс очистки снега с путей, а также виды метеорологических явлений, их характеристики и меры борьбы с ними.

1.3 Климатические и метеорологические условия дорог ОАО «РЖД», влияющие на процесс очистки путей

В состав ОАО «РЖД» входит 16 филиалов железных дорог, разделенных по территориальному признаку с запада на восток. Территория России располагается между 70° и 50° северной широты, что определило холодный климат страны и четкое разделение на сезоны.

По высоте снежного покрова на территории России выделяют пять групп районов, представленных на рисунке 1.3.

1. Бесснежные районы с высотой снежного покрова от 0 до 30 см.
2. Малоснежные районы снежный покров - 30-50 см.
3. Умеренно-смежные районы с высотой снежного покрова 50-70 см, именно к этой группе относится территория Западной Сибири, характеризующаяся

залеганием устойчивого снежного покрова от 140 -160 дней на западе и юге и до 240-260 дней на севере и востоке.

4. Многоснежные районы, где снежный покров 70-100 см.

5. Исключительно многоснежные районы, где покров более 100 см [22].

Все это обусловило то, что филиалы значительно отличаются условиями наступления и протекания зимы, поэтому существует ряд классификаций для описания погодных явлений, характеризующих условия зимой на железной дороге.

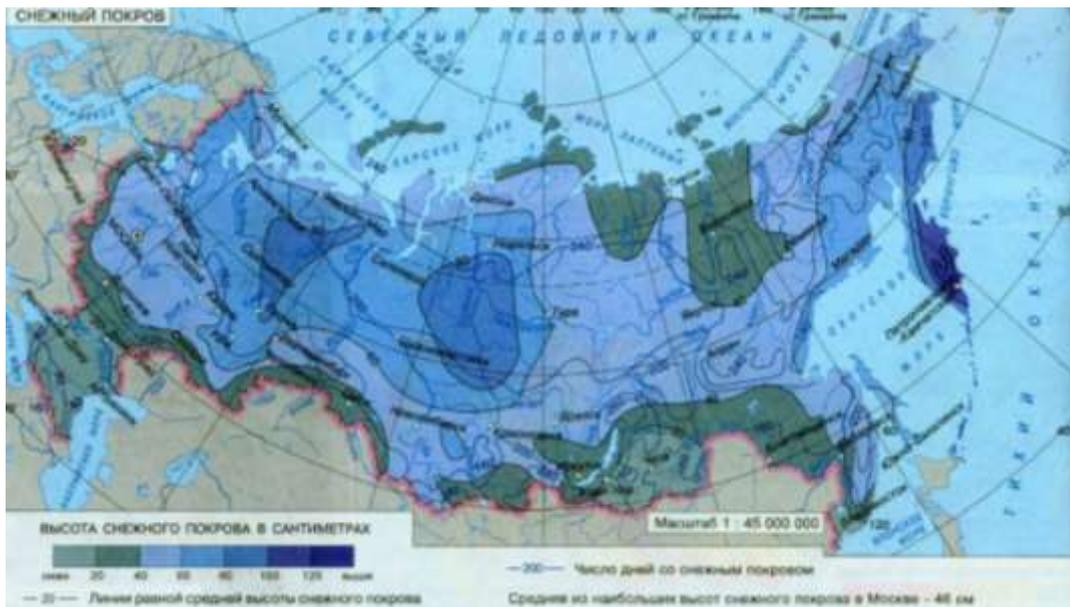


Рисунок 1.3 - Высота снежного покрова на территории России [21]

С учетом наступления зимнего периода сеть железных дорог холдинга ОАО «РЖД» подразделяется на две группы:

1. Железные дороги Урала, Сибири, Дальнего Востока и северные участки Октябрьской и Северной железных дорог – группа со снегопадами и метелями, наблюдаемыми ранее чем на остальной территории сети;

2. Все остальные железные дороги.

По степени интенсивности снегоотложения при снегопадах за случай в течение зимы с повторяемостью не реже чем один раз за два года на железных дорогах различают территории: с умеренной интенсивностью снегопадов - до 0,1 м; со значительной интенсивностью - от 0,1 до 0,19 м; с сильной интенсивностью - от 0,2 до 0,25 м и с очень сильной интенсивностью более 0,25 м. Уровень снежного покрова в 0,20 м и более приводит к полной остановке

движения. Повторяемые снегоотложения с уровнем более 0,2 м наблюдаются на 13 железных дорогах ОАО «РЖД», а на Западно-Сибирской, Красноярской и Сахалинской дорогах не редки снегоотложения более 0,3 м, то есть это дороги с сильной и с очень сильной интенсивностью снегоотложения [12].

По степени снегозаносимости железные дороги подразделяются на: особо сильнозаносимые, где зимой прослеживаются снегопады и метели с очень сильной интенсивностью; сильнозаносимые - отмечаются снегопады с очень сильной интенсивностью и метели с сильной интенсивностью (или наоборот); заносимые - наблюдаются снегопады и метели с сильной интенсивностью; среднезаносимые со снегопадами с сильной интенсивностью снегоотложения и метелями со значительной интенсивностью (или наоборот) и слабозаносимые где происходят снегопады и метели с умеренной интенсивностью. Особо сильнозаносимыми и сильнозаносимыми являются 8 железных дорог России и особо сложные ситуации складываются на Западно-Сибирской ж. д. [12].

Все метеорологические условия по категории опасности явления делятся на:

- опасные явления умеренной интенсивности в виде снегопада со снегоотложением 0,05 - 0,09 м за сутки, мокрого снега с высотой снегоотложения 0,03 - 0,07 м за сутки, метель продолжительностью менее 3 ч со скоростью ветра до 10 м/с;

- особо опасные явления в виде значительных снегопада с высотой снегоотложения 0,1 - 0,19 м за сутки, мокрого снега - 0,07 - 0,14 м за сутки, метель продолжительностью от 3 до 12 ч при скорости ветра 10 - 14 м/с;

- сверхопасные погодные условия с сильным характером снегоотложения более 0,2 м за сутки, мокрого снега 0,15 м и более за сутки, метелью продолжительностью 12 ч и более при скорости ветра 15 м/с и более.

При особо опасных и сверхопасных погодных условиях, согласно Инструкции [12], необходимо привлекать снегоочистители, снегоуборочные поезда, а на очистку стрелочных переводов значительное дополнительное количество рабочих.

Данная работа выполнена по данным предприятия ПЧМ Новосибирск Западно-Сибирской железной дороги, относящейся ко второму региону. Период

исследования - период активной уборки снега с декабря по февраль 2019 - 2021 годов. Ниже приведен подробный анализ погодных условий этого периода по данным [24].

Обзор погоды за декабрь - февраль 2019-2020 годов, приведен в таблице 1.3 [24]. Средняя месячная температура воздуха в декабре 2019 г. была выше климатической нормы на 4° и составила -9,9°.

Количество осадков в среднем по дороге выпало в 1,5-2 раза больше нормы или 168%. По 2 региону – 187% от нормы месяца.

Больше всего осадков выпало в третьей декаде – около месячной нормы. Высота снежного покрова по данным снегомерной съемки на конец декабря в среднем по дороге 38 см, что соответствует 152% от климатической нормы и 111% к уровню 2018 года. По 2 региону высота снега составляет 191% от климатической нормы.

Более подробные подекадные данные приведены в таблицах средних температурных данных и высот снежного покрова по месяцам наблюдения ниже. Таблица 1.3 - Средние данные за 2019 - 2020 гг.

Декабрь 2019 года												
	Средняя температура (°С)						Среднее количество осадков (мм)					
	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Декабрь 2019	Декабрь 2018	Норма	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Декабрь 2019	Декабрь 2018	Норма
Регион-2	-6,3	-9,0	-14,9	-10,1	-19,5	-15,1	12	9	23	43	16	23
По дороге	-6,6	-9,2	-13,7	-9,9	-19,4	-13,9	13	10	25	47	22	28
Январь 2020 года												
	Средняя температура (°С)						Среднее количество осадков (мм)					
	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Январь 2020	Январь 2019	Норма	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Январь 2020	Январь 2019	Норма
Регион-2	-8,0	-9,0	-14,9	-10,1	-19,5	-15,1	12	9	23	43	16	23
По дороге	-8,6	-12,2	-12,1	-10,9	-15,4	-17,8	12	13	16	41	11	20
Февраль 2020 года												
	Средняя температура (°С)						Среднее количество осадков (мм)					
	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Февраль 2020	Февраль 2019	Норма	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Февраль 2020	Февраль 2019	Норма
Регион-2	-8,8	-10,7	-5,0	-8,3	-17,1	-17,2	18	5	9	32	13	14
По дороге	-8,6	-10,7	-5,2	-8,2	-16,6	-16,4	16	7	10	33	11	18

Январь 2020 года наблюдался аномально теплый и с избытком осадков. В течение месяца температуры воздуха колебались от -35° до +4°. В ночные часы

температура воздуха понижалась до $-25-35^{\circ}$. При оттепели температура воздуха повышалась до 4° . Максимальные порывы ветра наблюдались 16-21 м/с.

За последние десять лет наблюдений январь 2020 года - самый теплый. Средняя месячная температура воздуха была выше климатической нормы на $6,6^{\circ}$ и составила $-10,6^{\circ}$.

Количество осадков в среднем по дороге выпало в 1,5-2 раза больше нормы или 163%. По 2 региону – 205% от нормы месяца.

Высота снежного покрова по данным снегомерной съемки за январь в среднем по дороге 48 см, что соответствует 155% от климатической нормы и 126% к уровню 2019 года. По 2 региону высота снега составляет 196% от климатической нормы.

Месяц февраль так же, как и декабрь, и январь этой зимой, наблюдался аномально теплый и с избытком осадков.

Отмечались осадки в виде снега, мокрого снега, во время оттепелей в виде дождя.

Температура воздуха в ночные часы колебалась от -18 до -35° . Дневные температуры были от -3 до $+4^{\circ}$. Порывы ветра достигали 17-22 м/с.

За последние десять лет наблюдений февраль 2020 года является самым теплым. Средняя месячная температура воздуха была выше климатической нормы на $8,2^{\circ}$ и составила $-8,2^{\circ}$.

Количество осадков в среднем по дороге выпало в 1,5-2 раза больше нормы или 183%. По 2 региону – 229% от нормы месяца.

Высота снежного покрова в среднем по дороге составила 55 см, что соответствует 157% от климатической нормы и 131% к уровню прошлого года. По 2 региону высота снега составляет 200% от климатической нормы.

Обзор погоды за декабрь - февраль 2020-2021 годов приведен в таблице 1.4 [24]. Средняя месячная температура воздуха в декабре была ниже климатической нормы на $1,5^{\circ}$ и составила $-16,1^{\circ}$.

Количество осадков в среднем по дороге выпало больше нормы или 131%. По 2 региону – 139%.

Высота снежного покрова по данным снегомерной съемки, проведенной 31 декабря, в среднем по дороге 28 см, что соответствует 112% от климатической нормы и 74% к уровню 2019 года. По 2 региону высота снега составляет 136% от климатической нормы. В январе ночные температуры колебались от -31 до -44°, а в дневные часы от 0 до -13°. Наблюдалось усиление ветра до 15-20 м/с.

Таблица 1.4 - Средние данные за 2020 - 2021 года

Декабрь 2020 года												
	Средняя температура (°С)						Среднее количество осадков (мм)					
	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Декабрь 2020	Декабрь 2019	Норма	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Декабрь 2020	Декабрь 2019	Норма
Регион-2	-16,2	-11,0	-21,7	-16,5	-10,1	-15,1	10	8	14	32	43	23
По дороге	-16,2	-10,8	-21,1	-16,1	-9,9	-14,6	10	10	15	34	47	26
Январь 2021 года												
	Средняя температура (°С)						Среднее количество осадков (мм)					
	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Январь 2021	Январь 2020	Норма	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Январь 2021	Январь 2020	Норма
Регион-2	-27,4	-19,2	-19,6	-22,0	-10,9	-17,8	3	6	13	22	41	20
По дороге	-26,7	-18,1	-18,3	-21,0	-10,6	-17,2	4	8	16	28	39	24
Февраль 2021 года												
	Средняя температура (°С)						Среднее количество осадков (мм)					
	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Февраль 2021	Февраль 2020	Норма	1 дек.	2 дек.	3 дек.	Февраль 2021	Февраль 2020	Норма
Регион-2	-12,0	-17,1	-22,6	-16,9	-8,3	-17,2	13	13	4	30	32	14
По дороге	-11,1	-16,1	-21,1	-15,9	-8,2	-16,4	15	16	6	37	33	18

Средняя месячная температура воздуха в январе была ниже климатической нормы на 3,8° и составила -21,0°.

Количество осадков в среднем по дороге выпало больше нормы или 117%. По 2 региону – 110% от нормы месяца. Высота снежного покрова - в среднем по дороге 39 см, что соответствует 130% от климатической нормы и 81% к уровню прошлого года. По 2 региону высота снега составляет 144% от нормы.

В феврале погода имела неустойчивый характер: ночные температуры колебались от -21-42° до -1-6°, а дневные часы от -20-26° до -6+7°. Прохождение циклонов сопровождалось сильным ветром со скоростью 16-24 м/с.

Средняя месячная температура воздуха в феврале была около климатической нормы и составила -15,9°.

Февраль 2021 года – самый многоснежный год за последние 10 лет. Количество осадков по дороге выпало больше нормы в 2 раза или 206%. По 2 региону количество осадков составило – 214% от нормы месяца.

Высота снежного покрова по данным снегомерной съемки на конец февраля в среднем по дороге составила 49 см, что соответствует 140% от климатической нормы и 89% к уровню 2020 года. По 2 региону высота снега составляет 163% от нормы.

Целесообразно рассмотреть, что такое снег с точки зрения его физических свойств, влияющих на процесс очистки снега.

Снег – разновидность осадков. Процессы образования снега, его физические свойства носят вероятностный характер и могут быстро изменяться под действием многих факторов.

Принято при описании снега применять качественные показатели, характеризующие его структуру и плотность. Например, в источнике [Приложение Б] [25] снег классифицируют по влажности на: снег с влажностью до 12% - фрикционно-связной или сухой снег; фрикционный снег или сыпучий; снег влажностью более 12% - связной снег, то есть имеющий высокую пластичность; поверхность снега с коркой – настом - корковый снег. Это надо учитывать при работе транспортеров снегоуборочных поездов, так как от влажности снега будет зависеть его транспортирование по ленте при погрузке и выгрузке и наполняемость полувагонов.

Снежный покров характеризуется такими физико-механическими параметрами как: плотность, твердость, коэффициент жесткости, фрикционные свойства, прилипание и примерзание, температура, влажность, структура, текстура.

Плотность снега может колебаться от 0,01 до 0,7 г/см³, и зависит этот показатель от множества факторов и от природно-климатической зоны в том числе. Рихтер Г.Д. в начале 20 века изучал свойства снега и сделал заключение, что плотность снега нестабильна в пространстве и во времени, а именно наибольшая плотность наблюдается в начале сезона снеговых осадков с постепенным уменьшением показателей и, достигая минимального значения в январе, с

постепенным увеличением показателей к весне. Таким образом, прослеживается зависимость показателя плотности снега от температуры воздуха [26].

Котляков В.М. приводит следующие данные по плотности снега. Плотность сухого снега – 10 - 20 кг/м³, влажного – 100 - 300 кг/м³. Уплотненный (лежалый) снег частично утрачивает свою первичную структуру в основном за счет оседания под влиянием собственного веса, температуры и ветра. Плотность лежалого снега – 200 - 600 кг/м³ [22].

На территории Западной Сибири средний показатель плотности снега колеблется в пределах 0,2-0,3 г/см³ [12]. Барахтанов Л.В. приводит следующее распределение средних значений плотности снега для Западной Сибири: в декабре – 0,16-0,20 г/см³, январе – около 0,20 г/см³, феврале - примерно 0,25-0,3 г/см³ (рисунок 1.4).

Рихтер Г.Д. также обратил внимание [28] на то, что заносимость железнодорожных путей зависит от многих факторов и их сочетания, но в большей степени влияние оказывают метеорологические явления.

Кроме того, надо учитывать, что количество выпавших осадков измеряют с помощью осадкомерных стаканов в мм, а высоту снежного покрова – снегомерными линейками в сантиметрах. Для перевода количества осадков в высоту свежеснег выпавшего снега используют приблизительное соотношение 1:10, то есть 1 мм соответствует примерно 1 см снега.

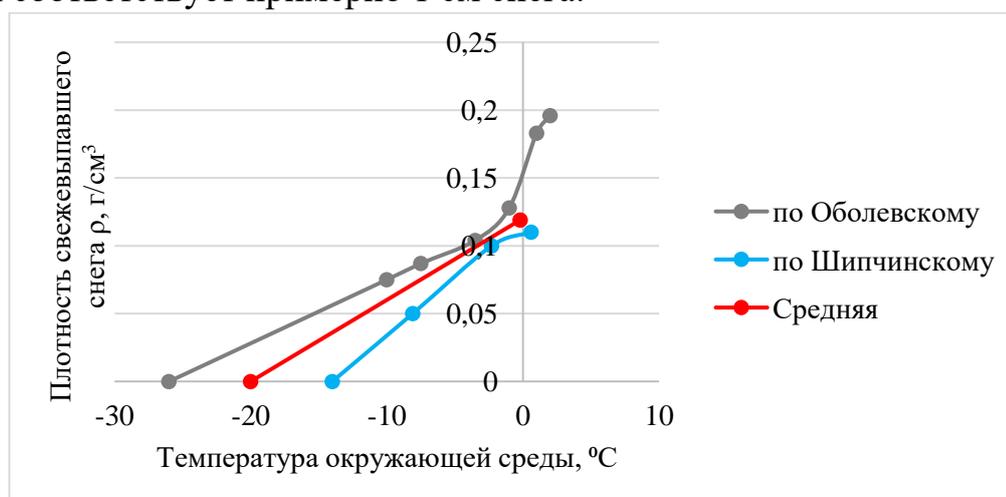


Рисунок 1.4 - Зависимость между плотностью снега и температурой окружающего воздуха

Свежевыпавший сухой снег имеет плотность около $0,1 \text{ г/см}^3$, что будет соответствовать примерно 1 мм осадков $\approx 2,25 \text{ см}$ толщины снега, плотность влажного снега $0,25 \text{ г/см}^3$ – на 1 мм $\approx 1,25 \text{ см}$, мокрый снег с дождем имеет плотность около $0,3 \text{ г/см}^3$, в пересчете на 1 мм осадков $\approx 0,75 \text{ см}$ [29, 30].

Проанализировав вышеприведенные классификации и ознакомившись с сетью железных дорог России, можно сделать вывод: большая территория страны, где проходят железные дороги, имеет ярко выраженную продолжительную зиму с обильными осадками на протяжении 4-5 месяцев; снегоотложения уровнем более 0,2 м наблюдаются на 13 железных дорогах холдинга, то есть эти территории относятся к территориям от особо сильнозаносящих до заносящих с максимальными высотами снегоотложений в среднем 0,28 м за случай. К особо сильнозаносящей железной дороге относится Западно-Сибирская дорога, на территории которой в течение зимы наблюдаются снегопады и метели с очень сильной интенсивностью.

Таким образом, вопрос выполнения процесса очистки снега очень актуален для российских железных дорог и, в частности, для Западно-Сибирской железной дороги.

Представляет интерес вопрос, каким образом справляются с осадками в виде снега зарубежом, в странах, имеющих развитые железнодорожные сети.

1.4 Зарубежный подход к очистке снега

Ранее считалось, что тема очистки снега актуальна для стран, находящихся выше 40° северной широты, но в этих регионах возможно лишь циклоническое выпадение осадков в зимний период. В регионах, находящихся выше 50° северной широты, осадки в виде снега в зимние время актуальны кроме России для некоторых районов Северной Америки, Канады, Финляндии, Норвегии, Германии и Великобритании. В связи с этим целесообразно рассмотреть технику для снегоуборки и снегоочистки, используемую в этих странах.

Северная Америка. США. Канада. В последнее время погодные условия и осадки трудно предсказать, и планирование использования железнодорожной снегоуборочной техники становится проблематичным. За рубежом снегоочистительная техника одновременно может быть как одной из наименее используемых единиц технического оборудования железной дороги, так и, из-за непредсказуемости погодных условий в определенный момент может оказаться одной из самых важных, когда требуется расчистить вдруг выпавший снег [31, 32]. Сегодня некоторые тепловозы оснащены небольшими плугами, способными эффективно бороться лишь с незначительным уровнем снежных осадков, в то время, когда железная дорога сталкивается с интенсивными осадками, то привлекается тяжелая техника.

В настоящее время балластные регуляторы стали самой универсальной машиной парка железнодорожных машин. Потребовалось время, чтобы дооснастить регулятор плугом, крыльями и гидравлической метлой. Современные уплотнители балласта (рисунок 1.5) стали больше, мощнее и универсальнее, чем первоначальные модели, а экипаж состоит из одного или двух человек, которые не подпадают под действие "законов о часах службы", если только не убирают обильный мокрый снег.



Рисунок 1.5 - Балластный регулятор

В настоящее время на территории Северной Америки, в районах, для которых снег в зимние месяцы редкость, стали обычными снежные бури. Для других же районов с характерными регулярными снегопадами в течении всей зимы теперь обычны один или два снежных шторма за сезон [33].

В результате некоторые железные дороги используют снегоуборочную технику лишь несколько раз за сезон, в то время как на других дорогах техника используется до шести месяцев в году. Поставщики и производители снегоуборочной техники стараются удовлетворять разнообразные потребности железнодорожных служб и предлагают разнообразную технику и оборудование: для сезонных потребностей – «воздуходувки» (рисунок 1.6) для очистки стрелочных переводов от снега и льда; самоходные плуги для быстрой очистки путей от интенсивных снегопадов и плужные навесные устройства. Производители снегоуборочной техники работают над повышением экономичности и эффективности машин, а именно над меньшим потреблением топлива и увеличением многофункциональности и универсальности оборудования.



Рисунок 1.6 - Реактивная воздуходувка

Компании Condor Signal & Communications Inc, Hovey Industries Inc, Railway Equipment Co, Rails Co специализируются на производстве воздуходувок и нагревателей для очистки стрелочных переводов и датчиков [34].

Компания Knox Kershaw Inc. выпускает четырехсезонный плуг KSF 940 [35] (рисунок 1.7), в летние месяцы он уплотняет балластный слой и режет кусты, а зимой чистит снег. Четырехсезонный плуг 940 имеет прочную раму с закрепленной на ней кабиной, в которой предусмотрены рабочие места для машиниста и помощника. Рабочие органы представляют собой специально разработанные крылья, плуги и метлы для высокопроизводительной уборки снега. Крылья имеют гидропривод, который быстро их переводит из транспортного положения в рабочее и обратно [36].



Рисунок 1.7 - Четырехсезонный плуг KSF 940

Эта же компания предлагает снегоочиститель "V-образного" типа с рабочим органом в виде метлы, спроектированной специально по заказу американских пассажирских железных дорог. Метла сметает снег в специальный шнековый узел, который направляет снег к центру, где он выталкивается в воздуходувку. Рабочее колесо воздуходувки выбрасывает снег вверх по выпускному желобу для выгрузки. Угол наклона и выгрузки желоба воздуходувки регулируется гидравлически, что позволяет сдувать снег в любую сторону на значительное расстояние.

Modern Track Machinery Inc. (MTM) дооснащает традиционные средства технического обслуживания пути оборудованием для уборки (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 - Экскаватор Geismar и навесное оборудование для очистки снега

Например, фирма оборудует свои автомобили на гусеничном ходу навесным снегоуборочным оборудованием и гусеничный кран Geismar 360 On/Off [37] навесным оборудованием для снегоочистки пути холодным воздухом.

Nordco Inc выпускает балластный «регулятор» Nordco Inc. M7 / Snowfighter [38] (рисунок 1.9). Это четырехсезонная машина, которая может использоваться в качестве балластного уплотнителя в весенний, летний и осенний сезоны, а также переоборудоваться в снегоочиститель в зимние месяцы путем замены нескольких рабочих органов.



Рисунок 1.9 - Снегоочиститель Nordco Inc. M7 / Snowfighter

R. P. M. Tech Inc. [39] производит ряд снегоуборочного оборудования для железных дорог: воздуходувки холодного воздуха, навесные и самоходные снегоочистители (рисунок 1.11).

Teleweld Inc. / Flink Co. поставляет ряд односторонних и реверсивных снегоочистителей. Плуг Flink FXP имеет регулируемую машинистом из кабины, ширину захвата от 11 - футов до 17 футов, причем правая и левая стороны плуга могут двигаться независимо друг от друга. Кабина машиниста полностью закрыта и отапливается.



а)



б)

а - вентилятор холодного воздуха AF1 EVO; б - RSRS

Рисунок 1.10 – Снегоуборочная машина фирмы R. P. M. Tech Inc.

Западная Европа. В Западной Европе зимняя погода тоже не предсказуема, возможны обильные снегопады и низкие температуры. Поэтому Швеция и Великобритания, желая минимизировать влияние погодных факторов на графики перевозок, зимой 2011-2012 годов испытали новые снегоуборочные машины.

Великобритания. Компания инфраструктуры Network Rail не смогла справиться со снегопадами 2010 года и подверглась серьезной критике. Network Rail разработала мероприятия для решения сложившейся ситуации и, в первую очередь, это постройка шести поездов для уборки снега и льда на электрифицированных участках с напряженным графиком движения в северо-восточных областях страны. Вторым этапом решения проблемы стало задание на разработку машины для быстрой очистки стрелочных переводов. За разработку взялась Национальная группа обеспечения надежности текущего содержания пути. Было решено растапливать снег и лед горячим воздухом, так как использовать щетки невозможно из-за особенности размещения сигнального оборудования на пути и приборов безопасности движения поездов TPWS. Плужные снегоочистители применять в Великобритании нельзя из-за ограниченности пространства около путей, то есть снег сдвигать некуда.

Снегоуборочная машина (рисунок 1.11) состоит из локомотива, пассажирского вагона типа МК2, в котором находятся начальник поезда и бригада из четырех человек, вагона-платформы со снегоплавильным оборудованием, состоящим из четырех паровых генераторов, четырех воздуходувок, компрессора, двух емкостей для воды, емкости для топлива и генератора.

Принцип работы машины заключается в том, что горячий воздух под давлением подается на путь и стрелки двумя парами воздуходувок, установленных в обоих концах платформы.

Ширина захвата машины 1,8 м в обе стороны от воздуходувок, что достаточно для обработки токопроводящего рельса. Максимальная транспортная скорость 97 км/ч, топливной емкости хватает для двух полных 8-ми часовых смен и очистки 644 км пути.

Network Rail после испытаний улучшила машину, установив более мощный силовой генератор, дооснастила системой наблюдения и дополнительным оборудованием для выполнения сезонных работ, например, для сдувания листвы с путей [40].



Рисунок 1.11 - Снегоуборочная машина Network Rail

Германия. Компания Windhoff Bahn-und Anlagentechnik по заказу железных дорог Германии разработала и выпустила универсальный вагон ОИ 100 (рисунок 1.12), предназначенный для очистки от снега перегонных и станционных путей в зимний период и для различных работ по текущему содержанию верхнего строения пути в летний период. Сезонное переоснащение вагона затрачивает минимальное количество времени и средств за счет быстрозаменяемых платформ, закрепляемых и блокируемых специальными замками [41].

Базовый модуль состоит из нижней рамы со встроенными системами тяги и торможения, ходовой части, просторной эргономичной кабины с кондиционером.



Рисунок 1.12 - Многофункциональный вагон ОИ 100

Рама универсального использования имеет концевые поперечные балки, после демонтажа ударно-тяговых устройств используется в качестве приемных плит для закрепления быстрозаменяемой платформы при переходе с зимнего

оборудования на летнее и обратно, причем переоснастить машину может сама бригада.

Максимальная скорость движения в транспортном режиме зимой ограничивается 80 км/ч, а рабочая - 40 км/ч.

Для очистки пути от снега на передней части вагона устанавливают плуг для очистки снега между рельсами, а выше монтируют клиновидный плуг или блок вращающихся щеток.

Блок щеток имеет ширину захвата 2,62 м при диаметре щеток 0,9 м.

Вместо клиновидного плуга можно установить односторонний отвал или V-образный передний плуг, если требуется перемещать снег на небольшие расстояния шириной захвата 3 м. Глубина выемки за один или несколько проходов составляет 1,8 м.

На заднем конце вагона монтируют роторный снегоочиститель для удаления как свежеснеженного, так и слежавшегося в выемках снега. Производительность ротора составляет 3000 т/ч, дальность отброса снега – 40 м, максимальная ширина захвата – 6 м, а высота - 3 м.

Особую ценность имеет поворотное устройство, с помощью которого вагон в течение нескольких минут можно повернуть на 180°. Устройство смонтировано в средней части рамы между колесными парами, сначала оно поднимает вагон, а затем поворачивает.

Компания Windhoff хочет и далее совершенствовать данный вагон, работая над расширением модельного ряда и оснастки [9].

Норвегия. По данным [41, 42] в Норвегии экстренная служба на железной дороге имеет 1500 сотрудников на 4000 км дороги. Сотрудники "аварийной роты" дежурят круглосуточно и должны быть готовы к ликвидации подтопления путей, ремонту сигнальной системы, устранения провисания воздушной линии, экстренному ручному переводу стрелок или их ремонту.

Зимой в их обязанности входит очистка путей от снега и наледи, а когда все в порядке, они выполняют другие виды работ. Управление движением назначает

на зимний период координаторов по расчистке снега, которые следят за уборкой и транспортировкой снега к местам складирования.

Зимой сотрудники "аварийной роты" превращаются в "ледяную стражу", которая должна быть готова к поддержанию тоннелей в рабочем состоянии к прибытию поезда. Так как внутри тоннелей тепло, а снаружи холодно, то из-за перепада температур возникает наледь, которая может блокировать работу стрелок и мешать движению поездов. Кроме того, «ледовые стражи» должны быть готовы к уборке льда, падающего с поездов на рельсы и стрелочные переводы, так как температура достигает $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, и метель осложняют ситуацию. Именно в таких ситуациях важна быстрая реакция «ледовых стражей». Основные рабочие инструменты стражей — это кирки и лопаты.

В Норвегии для борьбы с незначительными осадками на стрелочных переводах используют точечный нагрев и снеговые щетки.

При незначительных осадках и для очистки станций используют тяжелую гусеничную технику, а на перегонах и при критическом уровне снега - плуги и оборудование, которое выбрасывает снег с путей. Тоннели чистят вручную с привлечением трактора с погрузчиком. Роторные снегоочистители дислоцируются в Мюрдале и Гейло. Все пункты, где дежурят сотрудники "аварийной роты", оснащены инспекционной машиной, тракторами с погрузчиками на гусеничном ходу, а также колесными погрузчиками и другой малой техникой [43].

Финляндия. Протяженность железнодорожных дорог Финляндии составляет почти 6000 км и для очистки снега с путей ранее использовались трактора и экскаваторы. После аномально снежной зимы 2018-2019 годов, которая привела к остановке работ на нескольких сортировочных станциях, власти страны решили закупить крупную снегоуборочную технику, способную бороться с любыми осадками за короткий промежуток времени [44, 45]. Рассматривались разные варианты, например, швейцарская и шведская техника, но из-за разницы в ширине дорожной колеи выбор пал на российскую технику примерно того же типа [46]. Снегоуборочную машину СМ-7 в Финляндии признали на сегодняшний день

«самой экологичной и эффективной» для очистки железнодорожных путей от снега в мире.

Дочерняя компания ОАО "РЖД" и Агентство транспортной инфраструктуры Финляндии заключили договор, согласно которому снегоуборочная техника РЖД с 2020 года работает на территории Финляндии, выполняя работы по очистке снега. Все работы осуществляются российским экипажем при участии финских коллег [47].

Привлечение российских специалистов позволяет при сложных погодных условиях обеспечить бесперебойность перевозок и избежать перерывов в движении поездов на территории сопредельной страны.

Швеция. Шведская транспортная администрация совместно с компаний Railcare разработали машину SR700 (рисунок 1.13) для очистки от снега деповских и станционных путей. Эксплуатационные службы шведской дороги рады перспективе автоматизации процесса очистки снега, потому что снег чистят как вручную, так и с помощью старой проверенной техники плужного типа на магистральных дорогах [48].

Работа над машиной продолжалась всего полгода. Принцип работы снегоуборочной машины SR700 [48] заключается в следующем: в передней кабине находится оператор, который управляет щетками, расположенными справа и слева от машины. Щетки, с шириной захвата 5 м, предназначены для удаления льда и снега с путей.



Рисунок 1.13 - Общий вид снегоуборочной машины SR700

За качеством работы следит оператор на путях. Снег перемещается на середину пути, откуда с помощью всасывающего блока, расположенного за кабиной, перемещается в емкость первого вагона.

Первый вагон тоже оснащен кабиной, в которой находится оператор, контролирующий движение машины и координирующий работу машиниста локомотива. Емкость нагревается теплогенератором до 25 °С, тем самым превращая снег и лед в воду. Образовавшаяся от таяния вода перекачивается в накопительную емкость объемом 50 м³ второго вагона. Для наполнения емкости машина работает 25 минут, если этого объема недостаточно, то могут быть использованы дополнительные вагоны. Емкость утеплена чтобы избежать замерзания воды. Вода может быть слита в течение 7-8 мин. в дренажную систему вдоль пути.

SR700 обслуживают три оператора, для координации используется радиосвязь. Машина затрачивает на уборку 1 м³ снега 1 л дизельного топлива, и требуется 2 минуты на его прогрев до 25 °С. Шведская транспортная администрация не торопится с закупкой этих машин и продолжает их испытания, а вот компания Railcare продвигает свое изобретение в страны со снежными зимами.

Проанализировав зарубежный опыт, можно сделать вывод, что на западе работают над удешевлением процесса снегоуборки и пытаются добиться этого избавлением от «сезонности» использования техники, для этого, например, регуляторы балласта оснащают традиционными плугами и воздуходувками. Воздуходувки и обогреватели используют для очистки стрелочных переводов и станций от снега или для электрифицированных линий. Когда же выпадает значительный уровень снега, то с ним может справиться только тяжелая техника в виде ротационных или плужных снегоочистителей, альтернатив которым и по сей день нет. Но в связи с изменением климата используется такая техника редко, и поэтому она в настоящее время серийно не выпускается.

В тоже время надо учитывать то, что за рубежом очистка путей производится, в основном, посредством удаления снега в сторону, либо его плавкой, все эти машины относятся к снегоочистительным.

Далее рассмотрены особенности процесса очистки путей машинами типа СМ и ПСС на станциях и перегонах российских железных дорог.

1.5 Особенности процесса очистки снега машинами типа СМ и ПСС на станциях и перегонах

Природно-климатические условия и особенности инфраструктуры железных дорог России кардинально отличаются от зарубежных, поэтому и техника, применяемая на просторах нашей страны, не имеет зарубежных аналогов, так как это снегоуборочные машины, которые успешно убирают снег как на станциях, так и на перегонах. В первую очередь это несамоходные снегоуборочные машины типа СМ [49] и постепенно их вытесняющие, в связи с оптимизацией использования подвижного состава, ПСС [50].

Снегоуборочный поезд СМ-2 (рисунок 1.14) имеет множество модификаций и новое исполнение СМ-7. Так как машина несамоходная, то передвижение осуществляется с помощью тяговой единицы.



Рисунок 1.14 - Снегоуборочная машина типа СМ

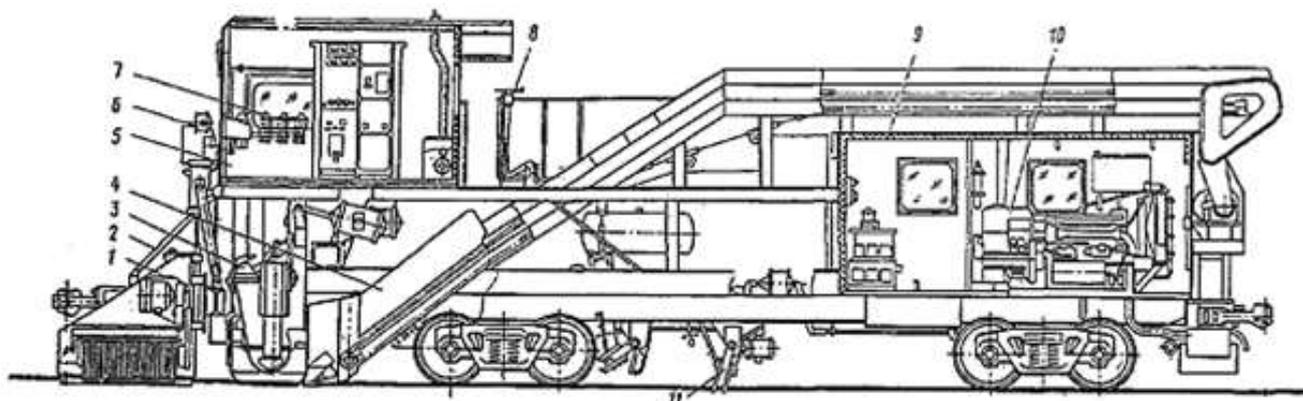
Поезд состоит из головной машины, одного или двух промежуточных и концевого полувагонов. Головная машина включает в себя: силовой агрегат; уборочное устройство, состоящее из питателя, подающего снег, и транспортера.

Промежуточные полувагоны являются накопителями снега. Концевой полувагон также является накопителем и имеет разгрузочное устройство.

Снегоуборочные машины применяют для очистки станционных путей от снега высотой до 0,8 м, при этом рабочая скорость может составлять от 0,6 до 10 км/ч в зависимости от уровня и физических свойств снега. Во время снегопадов снегоуборочные поезда работают постоянно независимо от количества выпавших осадков.

После заполнения полувагонов поезд транспортируется на место разгрузки. Разгрузочное устройство состоит из разрыхлителя и транспортера концевого полувагона. Транспортер может быть двух видов: поворотный и неповоротный. Разгрузочное устройство позволяет выгружать снег в любую сторону от пути на стоянке или при движении (только для неповоротного транспортера) снегоуборочного поезда на расстояние до 6 м.

Основные технические характеристики снегоуборочных поездов типа СМ-2 приведены в таблицах 1.5, 1.6, 1.7 и на рисунках 1.15, 1.16, 1.17.

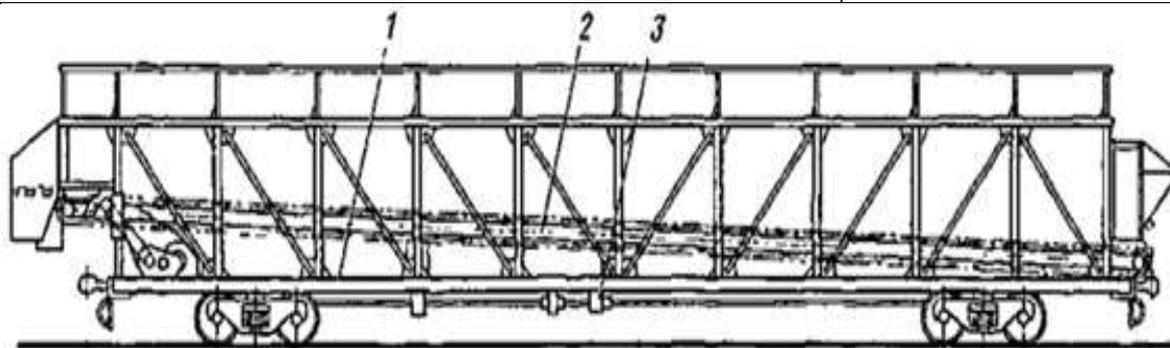


- 1 - крыло с ротационной щеткой, 2 - рама ходовая, 3 - питатель с механизмом подъема, 4 - конвейер, 5 - кабина управления, 6 - электрооборудование, 7 - пневматическое оборудование, 8 - ручной тормоз, 9 - кабина электростанции, 10 - электростанция, 11 - льдоскалывающее устройство

Рисунок 1.15 - Головная машина СМ-2 [51]

Таблица 1.5 - Технические характеристики головной машины снегоборочного поезда СМ-2 [52]

Характеристика	Показатели
Количество вагонов, шт.	4
Производительность максимальная заборного органа при плотности снега 0,4 т/м ³ , м ³ /ч	1200
Максимально возможная высота очищаемого слоя снега, м	0,8
Максимальная глубина очистки	до уровня верхней постели шпал при рельсах типа Р65
Ширина полосы, очищаемой питателем, м	2,45
Ширина захвата крыльями, м	5,1
Заглубление крыльев ниже уровня, головки рельса, мм	70
Заглубление боковых щеток ниже уровня головки рельса, мм	180
Полезная вместимость состава, м ³	
- при двух, промежуточных полувагонах	340
- при одном промежуточном полувагоне	215
Рабочая максимальная скорость, км/ч	10
Мощность силовой установки номинальная, кВт	200
Транспортная максимальная скорость, км/ч	50
Общая масса поезда, т	195±5

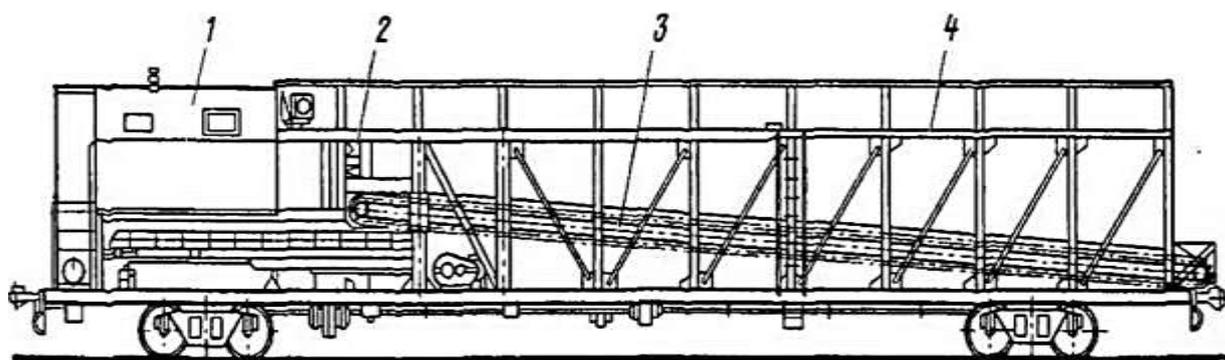


1 - рама, 2 – транспортер-накопитель, 3 – тормоз

Рисунок 1.16 – Промежуточный полувагон

Таблица 1.6 - Технические характеристики промежуточного полувагона снегоборочного поезда СМ-2 [53]

Характеристика	Показатели
Количество полувагонов в составе поезда	2
Максимальная вместимость полувагона, м ³	125
Максимальная высота снега на транспортере, мм	1850
Скорость транспортера, м/с	0,1
Ширина транспортера, мм	2760
Тип транспортера	пластинчатый
Масса полувагона, т	38
Грузоподъемность, т	44



1 - кабина; 2 - разгрузочное устройство; 3 - конвейер-накопитель;
4 - ходовая рама

Рисунок 1.17 - Конецвой полувагон

Таблица 1.7 - Технические характеристики концевого вагона снегоуборочного поезда СМ-2 [54]

Характеристика	Показатели
Вместимость кузова, м ³	90
Максимальная высота снега на транспортере-накопителе, мм	2400
Максимальная высота снега на транспортере-накопителе, мм	500
Тип транспортера-накопителя	пластинчатый
Ширина транспортера-накопителя, мм	2760
Скорость транспортера-накопителя, м/с	0,1
Масса полувагона, т	47±1
Грузоподъемность, т	28

Поезд снегоуборочный самоходный ПСС-1 (рисунок 1.18) выполняет те же функции, что и несамоходные снегоуборочные поезда типа СМ.



Рисунок 1.18 - Поезд снегоуборочный самоходный ПСС-1К

Поезд ПСС-1 состоит из головной машины, обычно двух промежуточных полувагонов, концевого вагона с разрыхлителем и выбросным устройством вентиляторного типа, тягово-энергетической секции.

Эксплуатация самоходной снегоуборочной машины позволяет значительно

экономить на тяговых ресурсах и использовании локомотивных бригад.

Расчетная максимальная вместимость поезда в зависимости от исполнения составляет 210 - 460 м³ или 80 - 180 т.

Поезд имеет максимальную расчетную производительность ротора питателя при уборке снега 1200 м³/ч и при активном льдоскальвателе - 600 м³/ч, а выбросного ротора – 1800 т/ч при температуре окружающего воздуха до -25 °С и уровнем снега до 0,8 м.

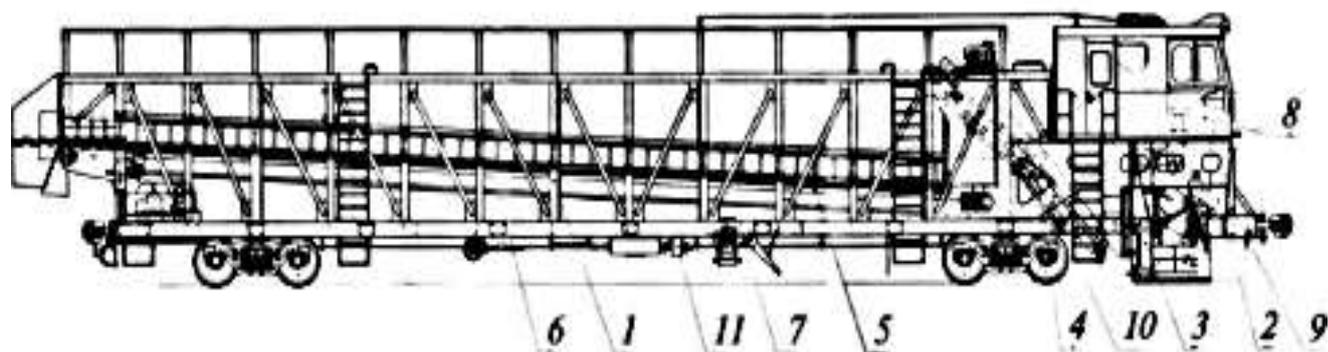
Транспортная скорость ПСС по станции составляет 25 км/ч, рабочая скорость - 4 км/ч, скорость при льдоскальвании - 1,5 км/ч.

Максимальная ширина очищаемой полосы снега ротором питателем 2,4 м, а крыльями - 5,3 метра.

Основные технические характеристики самоходных снегоуборочных поездов типа ПСС приведены в таблицах 1.8, 1.9, 1.10 и на рисунках 1.19, 1.20, 1.21.

Таблица 1.8 - Технические характеристики головной машины ПСС-1 [55]

Характеристика	Показатели
Расчетная производительность ротора-питателя, м ³ /ч, максимальная	1200
Ширина очищаемой полосы снега, м	
- Ротором-питателем	2,4
- боковыми крыльями	5,3
Заглубление от уровня головок рельсов, мм, максимальное	
- ротора-питателя	200
- боковых крыльев	50
Высота очищаемого слоя снега, м, максимальная	0,8
Транспортная скорость в составе поезда, км/ч, не более	80
Рабочая скорость при работе ротором-питателем, км/ч, максимальная	5
Габаритные размеры, мм:	
- длина по осям автосцепок	27110±100
- ширина (по поручням)	3340±10
- высота	5240±20
Вместимость кузова, м ³ , максимальная	105
Грузоподъемность, т, не более	35
Масса в снаряженном состоянии, т	59±2,0
Конвейер-питатель	
Ширина ленты, мм	2150
Скорость движения ленты, м/с	1,46±0,15
Конвейер-накопитель	
Ширина ленты, мм	2290
Скорость движения ленты, м/с	0,07±0,01

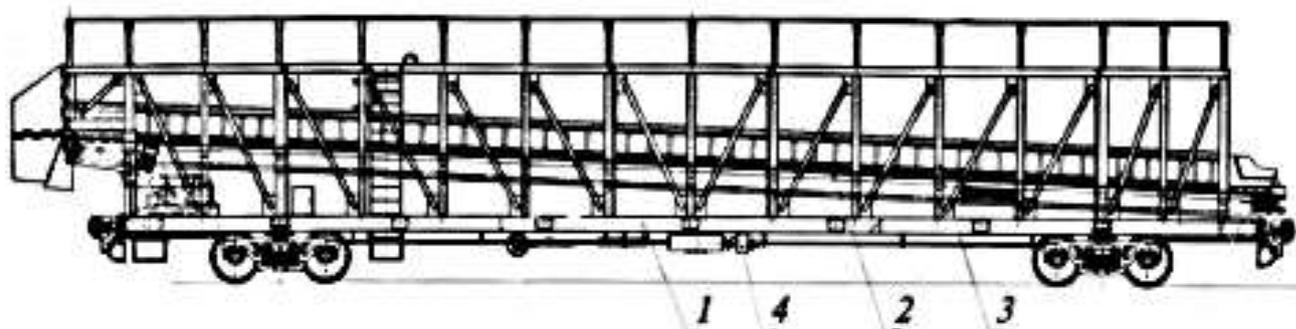


- 1 - рама, 2 - питатель с приводом, 3- боковые крылья, 4 - конвейер-питатель,
5 - конвейер-накопитель, 6 - борта, 7 - вентилятор, 8 - кабина,
9 - установка ограждения, 10 – поручни, 11 - тормоза

Рисунок 1.19 - Головная машина ПСС-1К

Таблица 1.9 - Технические характеристики промежуточного вагона ПСС-1

Характеристика	Показатели
Габаритные размеры, мм:	
- длина по осям автосцепок	24616+100
- ширина	3080±10
- высота	5015±20
Вместимость кузова, м ³ , максимальная	125
Грузоподъемность, т, не более	50
Масса в снаряженном состоянии, т	41±1,0
Конвейер-накопитель	
Мощность привода, кВт	15
Ширина ленты, мм	2290
Скорость движения ленты, м/с	0,07±0,01

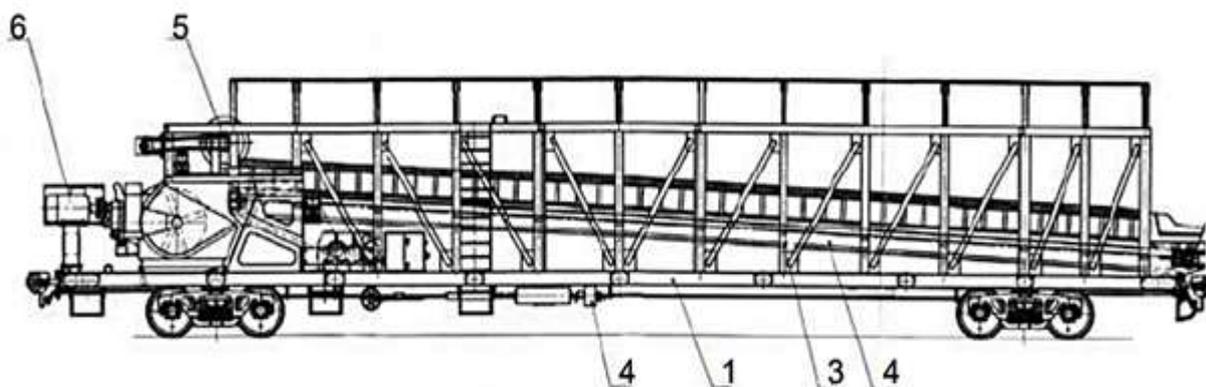


- 1 - рама, 2 - конвейер-накопитель, 3 – борта, 4 - тормоза

Рисунок 1.20 - Промежуточный полувагон

Таблица 1.10 - Технические характеристики концевого полувагона ПСС-1

Характеристика	Показатели
Габаритные размеры, мм:	
- длина по осям автосцепок	24616±100
- ширина	3080±10
- высота	5015±20
Вместимость кузова, м ³ , максимальная	105
Грузоподъемность, т, не более	45
Масса в снаряженном состоянии, т	45±1,0
Конвейер-накопитель	
Мощность привода, кВт	15
Ширина ленты, мм	2290
Скорость движения ленты, м/с	0,07±0,01
Установка устройства разгрузки	
Производительность, м ³ /ч, при плотности снега 0,6 т/м ³	2,0
Дальность отбрасывания снега от оси пути, м, максимальная	25



1 - рама, 2 – конвейер-накопитель, 3 - борта, 4 - тормоза, 5 – рыхлитель,
6 – разгрузочное устройство

Рисунок 1.21 - Концевой полувагон

Снегоуборочные поезда типа СМ [56, 57] и ПСС в условиях Западно-Сибирской железной дороги работают с ноября по апрель по очистке путей от снега независимо от количества выпавшего снега на станциях и перегонах. Причем при использовании ПСС-1 на перегонах очистка путей производится с непосредственной выгрузкой на обочину выбросным устройствам вентиляторного типа.

В настоящее время комплексы по уборке и очистке железнодорожных путей от снега формируются из единиц подвижного состава, приведенных в таблице 1.11.

Длина этих комплексов рассчитывается по длинам между осями автосцепок отдельных единиц.

Таблица 1.11 - Длины подвижного состава (по осям автосцепок) [58, 59]

Наименование единиц подвижного состава	Тип единицы	Длина по осям автосцепок, м
Локомотив (одна секция), $l_{л}$	Тепловоз ТЭМ-18	16,9
Тягово-энергетическая секция, $l_{ТЭС}$	ТЭС	18,8
Головная машина СМ-2, $l_{СМ}$		20,150
Штатный полувагон снегоуборочного комплекса СМ-2, $l_{ПВСМ}$		24,536
Штатный концевой полувагон снегоуборочного комплекса с головной машиной СМ-2, $l_{КВСМ}$		24,536
Штатный полувагон снегоуборочного комплекса с головной машиной ПСС-1К, $l_{ПСС}$		27,110
Штатный полувагон снегоуборочного комплекса ПСС-1К, $l_{ПВПСС}$		24,616
Штатный концевой полувагон снегоуборочного комплекса ПСС-1К, $l_{КВПСС}$		24,616

Длины снегоуборочных комплексов определяются по следующим формулам:

$$L_{СМ-2} = l_{СМ} + n_{ПВСМ} \times l_{ПВСМ} + n_{КВСМ} \times l_{КВСМ} + l_{л}, \quad (1.3)$$

$$L_{ПСС-1К} = l_{ПСС} + n_{КВПСС} \times l_{ПВПСС} + n_{КВСМ} \times l_{КВСМ} + l_{ТЭС}, \quad (1.4)$$

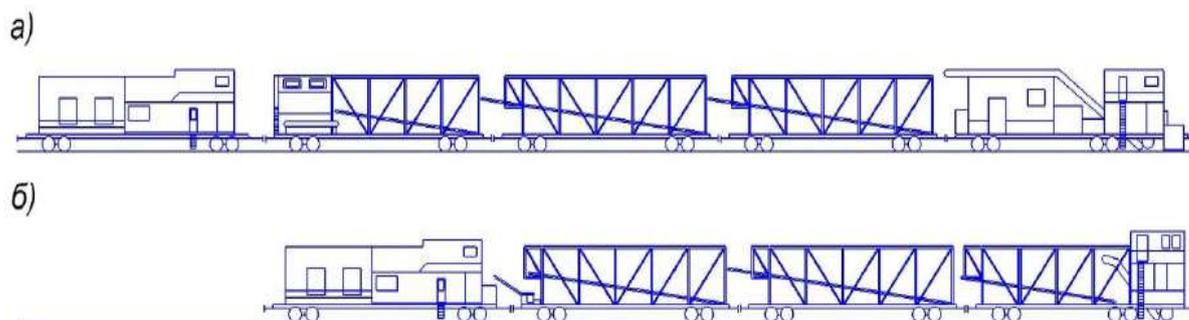
где $L_{СМ-2}$; $L_{ПСС-1К}$ - длины снегоуборочных комплексов СМ-2 с головной машиной ПСС-1К; $l_{СМ}$ - длина головной машины СМ-2 по осям автосцепок; $n_{ПВСМ} = 2$ - число штатных полувагонов снегоуборочного комплекса СМ-2; $l_{ПВСМ}$ - длина штатного полувагон снегоуборочного комплекса СМ-2 по осям автосцепок; $n_{КВСМ} = n_{КВПСС} = 1$ - число штатных концевых полувагонов снегоуборочного комплекса с головной машиной СМ-2, ПСС-1К; $l_{КВСМ}$ - длина штатного концевого полувагона снегоуборочного комплекса с головной машиной СМ-2; $l_{л}$ - длина локомотива по осям автосцепок; $l_{ПСС}$ - длина штатного полувагона снегоуборочного комплекса с головной машиной ПСС-1К; $n_{ПВПСС} = 1$ - число штатных полувагонов снегоуборочного комплекса ПСС-1К; $l_{ТЭС}$ - длина тягово-энергетической секции снегоуборочного комплекса с головной машиной ПСС-1К.

По данным таблицы 1.11 рассчитаны длины снегоуборочных комплексов типа СМ и ПСС:

$$L_{СМ-2} = 20,150 + 2 \times 24,536 + 24,536 + 16,9 = 110,658 \text{ м}$$

$$L_{\text{ПСС-1К}} = 27,110 + 2 \times 24,616 + 18,8 = 95,142 \text{ м.}$$

Схемы формирования снегоуборочных комплексов представлены на рисунке 1.22.



а – машина СМ-2 со штатными полувагонами, б - машина ПСС-1 со штатными полувагонами

Рисунок 1.22 – Схемы формирования снегоуборочных комплексов

В настоящее время для мониторинга работы снегоуборочных машин типа СМ и ПСС используют программы АСУ СПС и АС КРСПС. Ниже рассмотрен функционал этого программного обеспечения.

1.6 Автоматизированный мониторинг процесса снегоуборки с помощью программ АСУ СПС и АС КРСПС

Внедряя автоматизированный мониторинг [60, 61], ОАО «РЖД» стремится достичь экономии ресурсов за счет: исключения человеческого фактора из процесса передачи данных; сокращения непроизводительных трудозатрат служб ИТР на сбор и обработку информации; онлайн контроля за работой техники [62, 63].

Для снегоуборочной техники основными показателями, требующими контроля, являются: количество выгрузок, объем убранного снега, температура окружающей среды. Количество выгрузок должно соответствовать нормативным значениям, от этого показателя зависит начисление премий машинистам и помощникам; объем убранного снега влияет на наработку машины и промежутки межремонтного обслуживания; в зависимости от погодных условий меняется

режим работы, например, при понижении температур окружающего воздуха до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже согласно п. 4.3.1 и 4.3.2 распоряжения [12] с целью сохранения работоспособности снегоуборочных поездов определяют их «минимально потребную работу» и т.п.

На снегоуборочных машинах для мониторинга работы установлены программы АСУ СПС и АС КРСПС [64, 65].

АСУ СПС (автоматизированная система управления процессами эксплуатации и обслуживания специального подвижного состава) является частью комплекса и отвечает за автоматизацию рабочих процессов на линейных предприятиях с использованием первичных данных: о персонале - учет работников бригад (ЕК АСТУР); о подвижном составе - планирование эксплуатации (ЕС ПУЛ); допуск к работе бригад и единиц СПС на основании данных из информационных систем ОАО «РЖД» (предрейсовый инструктаж бригад, выдача маршрутных листов (ЦОММ)); о результатах обработки ранее переданной статистической информации (учет, расшифровка и анализ данных из бортовых систем); передача данных в учетные системы ОАО «РЖД» и формирование аналитической отчетности [66] (СИС «Эффект»), представлено на рисунке 1.23.



Рисунок 1.23 - Схема взаимодействия АСУ СПС с внешними системами [64]

Таким образом, основным назначением АСУ СПС (рисунок 1.24) является предотвращение допуска к инфраструктуре ОАО «РЖД» самоходного подвижного

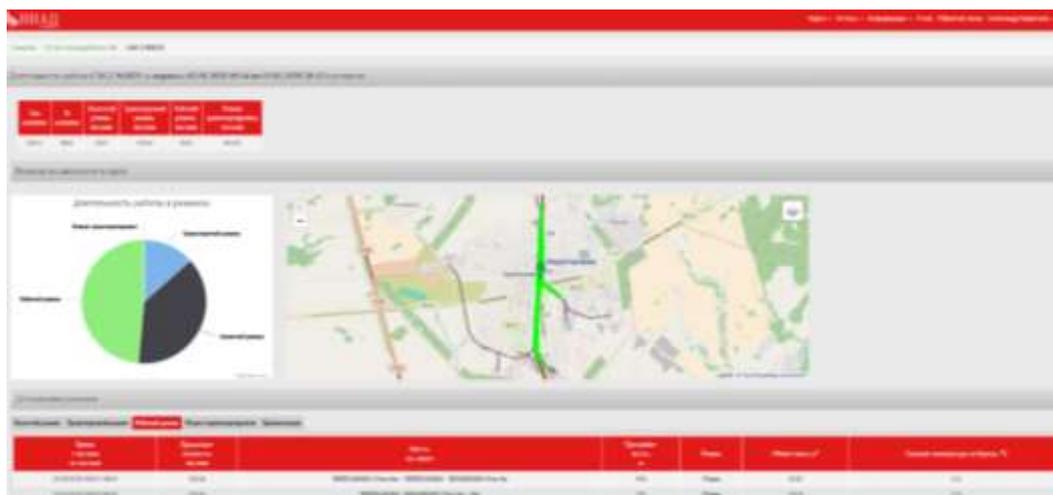


Рисунок 1.25 - Вид интерфейса АС КРСПС [62]

Наблюдение за диагностическими параметрами работы техники осуществляется не только машинистом в бортовых системах, но и на сервере, что помогает дополнительно диагностировать неисправности или нарушение режимов эксплуатации. Данные с датчиков могут быть использованы при разборе нештатных ситуаций, так как они хранятся на защищённом носителе.

Вся информация системы доступна для сотрудников холдинга в соответствии с их профилями и правами доступа.

АС КРСПС облегчает планирование по эксплуатации парка техники, позволяет дистанционно контролировать соблюдение технологии проводимых работ. Анализ полученных диагностических данных делает возможным прогноз отказов техники до их возникновения, а также оперативно планировать ТО по текущему состоянию машин.

Программы АСУ СПС и АС КРСПС направлены на решение разных задач и подход в решении этих задач тоже разный. В программе АСУ СПС контроль над машиной осуществляет эксплуатирующая бригада, в то время как в программе АС КРСПС решается проблема контроля и регистрации технологических характеристик СПС с помощью датчиков.

Система контроля определяет время и место начала работы машины, продолжительность работы транспортной ленты за смену, количество выгрузок, температуру окружающего воздуха в момент уборки снега.

Система включает в себя четыре ультразвуковых датчика. Датчики установлены над лентой транспортера и осуществляют непрерывные измерения высоты и скорости перемещения снежной массы по транспортеру с автоматическим переводом количества снега в кубические метры.

Контроль над транспортировкой снега осуществляется по принципу лодочного эхолота, с помощью которого считывается профиль дна. На снегоуборочных машинах с помощью ультразвука фиксируется поперечный профиль снега на транспортерной ленте, с замером скорости движения массы [69].

Результат измерений есть комплексная косвенная величина, основанная на результатах измерений ультразвуковых преобразователей, скорости движения ленты, ее геометрических параметров, особенностей поверхности ленты и снежной массы. Показатели с датчиков выводятся на ЖК-монитор микрокомпьютера в кабине машиниста снегоуборочной машины, на смартфон мастера участка, оператора удаленного доступа и для других работников в виде программного приложения ОАО «РЖД».

Западно-Сибирская
(линейная дорога)
ГНМ НОВОСИБИРСК ДЛМ З-СНБ(15542)
(структурное подразделение)
Кассета регистрации №

ОБЫЧНЫЙ МАРШРУТНЫЙ ЛИСТ
№06619391
17.02.2021 04:00

Форма АУ-12 325804
Утверждена ОАО «РЖД» в 2004 г.
Инструктаж по безопасности движения
машинистов поезда
повышенном поезде

I. СВЕДЕНИЯ О БРИГАДЕ

Должность	ФИО	Время				Причина перерывов	Должность, ФИО лица, ответственного за производство работ (близлежащий персонал, подрядчик)
		шла на работу	окончание работы	переработка за смену	отдых между сменами		
1	2	3	4	5	6	7	8
Машинист железнодорожно-строительной машины (13720)	Филошкин Николай Юрьевич (E3088296)	17.02.2021 04:00	17.02.2021 16:00			0 сут. 15:00	ГДБ Славянка
Машинист железнодорожно-строительной машины (13720)	Душков Олег Николаевич (E3677939)	17.02.2021 04:00	17.02.2021 16:00			0 сут. 15:00	
Помощник машин. ж.д.-строительной машины (13720)	Петрушенко Кирилл Юрьевич (E3657896)	17.02.2021 04:00	17.02.2021 16:00			4 сут. 12:00	

II. СВЕДЕНИЯ О ЕДИНИЦЕ ССПС, ПРОБЕГЕ И ДВИЖЕНИИ ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сведения о машине			Сведения о пробегах				Движение топливно-смазочных материалов					
Предприятие-изготовитель	Наименование, тип	№	показания счетчика, моточасов при выезде		показания счетчика, моточасов при въезде		марка	выдано + дозаправлено	остаток при выезде	остаток при въезде	смазка, место	
			км	моточасы	км	моточасы					марка	выдано, л
			4	5	6	7					8	9
ГНМ НОВОСИБИРСК ДЛМ З-СНБ(15542)	СМ-ТН	00001862	0	2245	0	2254	Топливо дизельное А-0-2, высший сорт	0	590	470	Солдот С	0

III. СВЕДЕНИЯ О РАБОТЕ ЕДИНИЦЫ ССПС

В чем распределение (заказчик) выдана	Станция отправления	Станция прибытия	Время		Наименование работ	Место работ	Время работы машины		Объем выполненных работ	Подпись руководителя
			отправления	прибытия			начало	окончание		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ГН-11	ИЖСКАЯ	ИЖСКАЯ	17.02.2021 04:00	17.02.2021 16:00	Очистка пути от снега и засорителей	м.п.п.п.	17.02.2021 05:00	17.02.2021 16:00	1260 000 Куб.метр снега	

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ЕДИНИЦЫ ССПС И СВЕДЕНИЯ О РАСХОДЕ ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наименование	Расход топливно-смазочных материалов					Пробег, км	Стрелками моточасов (Возм. РР / ХХ / ТР), мин
	По норме (Возм. РР / Нн / ТР)	Фактически	Затрачено	Переработано	Итого		
1	2	3	4	5	6	7	
Топливо: РЖД-340Н62	106,7 кг / 16,1 / 9,8 / 9 кг/час	120 кг	6,7 кг	0 кг		660	180 / 480 / 0
Смазка							

Отчёт по выработке СМ за период с 17.02.2021 по 17.02.2021										
№ п/п	ДПМ	Предприятие	Наименование и № машины в работе	Фактическая работа						
				Уборка						
				Перегон	Протяжённость, м	Объём, м³	Время производства работ			
1	3-Сиб	ПЧМ Новосибирск	СМ-7 №1862	ИНСКАЯ.ИНЯ-ЮЖНАЯ - И...	4100	296.25	06:35-14:43			
Итого по			СМ-7Н		4100	296.25				

Отчёт по выработке СМ за период с 17.02.2021 по 17.02.2021										
Перегон	Высуги		Дата производства работ	Время в ПР	Время в ТР	Время в РТХ	Время в ХР	Выработка в кубометрах	Коэффициент полезной нагрузки	Маршрутный лист
	Прямая	Обратная								
ИНСКАЯ - ИНСКАЯ ЮЖ.	09:47	13:16	17.02.2021	01:16	01:39	01:00	01:38	0,15	0,39	44770-04604
				01:16	01:39	01:00	01:38	0,15	0,39	

б

Рисунок 1.26 - Вид интерфейса АСУ СПС (а) и АС КРСПС (б) для снегоуборочной машины СМ-7 № 1862

При сравнительном анализе показателей с интерфейса АСУ СПС и АС КРСПС для снегоуборочной машины СМ-7 № 1862 (рисунок 1.26 а, б) прослеживается несоответствие показателей объема убранного снега за смену: по АСУ СПС - 1260 м³, а по АС КРСПС – 296,25 м³, таким образом, разница составляет 963,75 м³ или 4,25 раза.

Так как наблюдаются значительные расхождения по программам, то необходимо провести их детальный анализ и выявить причины расхождений показателей.

Выводы по первой главе

1. Анализ организации процесса очистки снега и нормативных актов, выявил ограничение величиной снега на путях до 20 см, являющейся предельной для остановки движения по станции.

2. Планирование работы снегоуборочной техники в ОАО «РЖД» осуществляется исходя из прогноза величины осадков и классификации (очередности уборки) путей.

3. Снегоуборочные машины типа СМ и ПСС, применяемые в России для очистки путей на станциях и перегонах, не имеют зарубежных аналогов.

4. Существующие подходы, инструменты к планированию и определению эффективности использования снегоуборочных машин типа СМ и ПСС основаны на нормировании количества выгрузок и объема убранного снега за одну выгрузку.

5. Сравнительный анализ интерфейсов программного обеспечения АСУ СПС и АС КРСПС для конкретной снегоуборочной машины позволил выявить несоответствие объемов фактически погруженного снега с регистрируемыми в журнале учета работы в 4,25 раза.

2 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПУТЕЙ ОТ СНЕГА МАШИНАМИ ТИПА СМ И ПСС

2.1 Анализ показателей, отображаемых системами АСУ СПС и АС КРСПС

Данные автоматизированных систем АСУ СПС и АС КРСПС о работе снегоуборочных машин типа СМ всех модификаций и ПСС-1К рассмотрены на примере ПЧМ Новосибирск за период декабрь-февраль 2019-2021 гг.

Из таблицы 2.1 видно, что в анализируемом парке при использовании АС КРСПС, то есть, исключив человеческий фактор в процессе передачи данных, расхождение в наработке с программой АСУ СПС в среднем на одну машину в анализируемый период составляет 5,6 раза.

Таблица 2.1 – Анализ объема убранного снега по каждой машине парка предприятия за 2019 – 2020 гг. [62, 64]

№ п/п	Серия	Номер	АСУ СПС			АС КРСПС			Разница			Соотношение		
			Объем убранного снега, м ³											
			дек	янв	фев	дек	янв	фев	дек	янв	фев	дек	янв	фев
1	ПСС-1К	115	23880	43365	24135	286,0	862,6	4231,1	23593,9	42502,3	19903,9	83,5	50,3	5,7
2	СМ-2	1026	37400	52360	48280	2959,6	3293,5	9399,3	34440,4	49066,5	38880,7	12,6	15,9	5,1
3	СМ-2	1195	47291	60980	58820	17335,5	21085,3	37208	29955,5	39894,7	21612,0	2,7	2,9	1,6
4	СМ-2	1608	56905	78880	43285	11822,2	15608,9	19269,8	45082,8	63271,1	24015,2	4,8	5,1	2,2
5	СМ-2М	1651	37800	58750	39700	5530,4	3069,5	6073,4	32269,6	55680,5	33626,6	6,8	19,1	6,5
6	СМ-2	1801	51380	80660	45320	3501,3	6564,4	8821,5	47878,7	74095,1	36498,5	14,7	12,3	5,1
7	СМ-2	1810	45410	47380	18276	1791,3	1116,4	9981,3	43618,7	46263,6	8294,7	25,4	42,4	1,8

Продолжение таблицы 2.1

8	СМ-2М	1825	61840	74780	55900	17089,8	14953,7	30937,2	44750,3	59826,3	24962,8	3,6	5,0	1,8
9	СМ-7	1861	9970	56115	43300	2347,0	4154,4	5930,0	7623,0	51960,6	37370,0	4,2	13,5	7,3
10	СМ-7	1862	14760	77130	49120	4543,0	7525,5	10983,6	10217,0	69604,5	38136,4	3,2	10,2	4,5
ИТОГО			386636	630400	426136	67206,1	78234,8	142835,3	319429,9	552165,3	283300,8	5,8	8,1	3,0

По данным таблицы 2.2 расхождение в наработке между программами АСУ СПС и АС КРСПС в среднем на одну машину составляет 4,3 раза.

Таблица 2.2 – Анализ объема убранного снега по каждой машине парка предприятия за 2020 - 2021 гг. [62, 64]

№ п/п	Серия	Номер	АСУ СПС			АС КРСПС			Разница			Соотношение		
			Объем убранного снега, м ³									дек	янв	фев
			дек	янв	фев	дек	янв	фев	дек	янв	фев			
1	ПСС-ИК	115	16120	29060	32485	2113,7	3302,9	4180,1	14006,3	25757,1	28304,9	7,6	8,8	7,8
2	СМ-2	1026	26820	37870	54840	5373,8	9858,2	16679,3	21446,2	28011,8	38160,7	5,0	3,8	3,3
3	СМ-2	1195	20880	40600	32480	5225,1	9502,7	6199,8	15654,9	31097,3	26280,2	4,0	4,3	5,2
4	СМ-2	1608	37360	38432	47794	13545,8	15487,3	15567,3	23814,1	22944,7	32226,7	2,8	2,5	3,1
5	СМ-2М	1651	39180	37050	50260	434,1	566,1	1215,3	38745,9	36483,9	49044,7	90,3	65,4	41,4
6	СМ-2	1801	24765	41660	49330	7689,8	12474,7	12355,9	17075,2	29185,3	36974,1	3,2	3,3	4,0
7	СМ-2	1810	14960	42580	53760	13211,4	19872	24389,2	1748,6	22708	29370,8	1,1	2,1	2,2
8	СМ-2М	1825*	37150	45140	65800	17272,1	5316,5	-	19877,9	39823,5	65800	2,2	8,5	-

Продолжение таблицы 2.2

9	СМ-7	1861*	10380	16705	25825	-	-	-	10380	16705	25825	-	-	-
10	СМ-7	1862	18815	41787	50155	5364,7	6526,4	12958,2	13450,3	35260,6	37196,8	3,5	6,4	3,9
ИТОГО			246430	370884	462729	70230,6	82906,8	93545,1	176199,4	287977,2	369183,9	3,5	4,5	4,9

Примечание: * (-) система АС КРСПС не работала

Таблица 2.3 позволяет оценить заявленное и реально затраченное на работу время, а также производительность снегоуборочных машины за 2019 – 2020 гг.

Таблица 2.3 – Сравнительный анализ показателей программ АС КРСПС и АСУ СПС за 2019 - 2020 гг. [62, 64]

№ п/п	Серия	Номер	АСУ СПС			АС КРСПС			Разница, м ³ /ч	Соотношение
			Продолжительность работы, ч	Объем убранного снега за период, м ³	Производительность, м ³ /ч	Продолжительность работы, ч	Объем убранного снега за период, м ³	Производительность, м ³ /ч		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ПСС-1К	115	864	91380,1	105,8	140,1	5402,43	38,6	67,2	2,7
2	СМ-2	1026	1764	138040	78,3	284,5	15652,4	55,0	23,2	1,4
3	СМ-2	1195	1488	167721	112,7	1388,1	59897	43,2	69,6	2,6
4	СМ-2	1608	1812	179040	98,8	351,8	46700,8	132,7	-33,9	0,7
5	СМ-2М	1651	1704	136250	80,0	242,7	14673,4	60,5	19,5	1,3
6	СМ-2	1801	1788	177360	99,2	333,4	18887,8	56,7	42,5	1,8
7	СМ-2	1810	1356	111066	81,9	89,2	12888,9	144,5	-62,6	0,6
8	СМ-2М	1825	1740	192520	110,6	393,3	62980,7	160,1	-49,5	0,7
9	СМ-7	1861	1128	109385	97,0	266,9	12458,5	46,7	50,3	2,1
10	СМ-7	1862	1464	141010	96,3	359,9	23052,1	64,1	32,3	1,5
ИТОГО			15108	1443772	95,6	3849,9	272594	70,8	24,8	1,3

По данным программы АСУ СПС анализируемые машины за три месяца 2019-2020 гг. работали 15108 часов, а время отработанных смен составляет 24024

часов, следовательно, рабочее время использовано неэффективно. По данным программы АС КРСПС машины работали 3849,9 ч, то есть соотношение в показателях составляет 4 раза.

Производительность в среднем на машину согласно АСУ СПС составила 95,6 м³/ч, по данным АС КРСПС – 70,8 м³/ч, соотношение составляет 1,4 раза.

Анализ показателей за 2020-2021 гг. представлен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Анализ показателей с АС КРСПС и АСУ СПС за 2020 - 2021 гг.

№ п/п	Серия	Номер	АСУ СПС			АС КРСПС			Разница, м ³ /ч	Соотношение
			Продолжительность работы, ч	Объем убранного снега за период, м ³	Производительность, м ³ /ч	Продолжительность работы, ч	Объем убранного снега за период, м ³	Производительность, м ³ /ч		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ПСС-1К	115	936	77665	83,0	235,6	9596,7	40,7	42,2	2,0
2	СМ-2	1026	1391	119530	85,9	302,8	31911,3	105,4	-19,5	0,8
3	СМ-2	1195	959	93960	98,0	181	20927,5	115,6	-17,6	0,8
4	СМ-2	1608	1650	123586	74,9	230	44600,5	193,9	-119,0	0,4
5	СМ-2М	1651	1596	126490	79,3	46,7	2215,5	47,4	31,8	1,7
6	СМ-2	1801	1498	115755	77,3	396,8	32520,4	82,0	-4,7	0,9
7	СМ-2	1810	1260	111300	88,3	366,9	57472,5	156,6	-68,3	0,6
8	СМ-2М	1825	1464	148090	101,2	133,2	22588,6	169,6	-68,4	0,6
9	СМ-7	1861	611	52910	86,6	-	-	-	-	-
10	СМ-7	1862	1367	110757	81,0	187,7	24849,3	132,4	-51,4	0,6
ИТОГО			12732	1080043	84,8	2080,7	246682	118,6	-33,7	0,7

По данным программы АСУ СПС анализируемые машины за три месяца 2020-2021 гг. работали 12732 часов, а время отработанных смен составляет 17400 часов, следовательно, рабочее время использовано неэффективно. По данным программы АС КРСПС машины работали 2080,7 часа, то есть соотношение в показателях составляет 6 раз.

Производительность в среднем на машину согласно АСУ СПС составила 84,8 м³/ч, по данным АС КРСПС – 118,6 м³/ч. По паспортным характеристикам

машин их максимальная производительность составляет $1200 \text{ м}^3/\text{ч}$, значит, машины были загружены примерно на 10 % от их возможной производительности [71, 72].

На графике (рисунок 2.1) представлены показатели с программного обеспечения АС КРСПС для одной машины. График показывает отсутствие зависимости объема убранного снега от температуры окружающей среды и существование зависимости между длиной очищенных путей и объемом убранного снега.

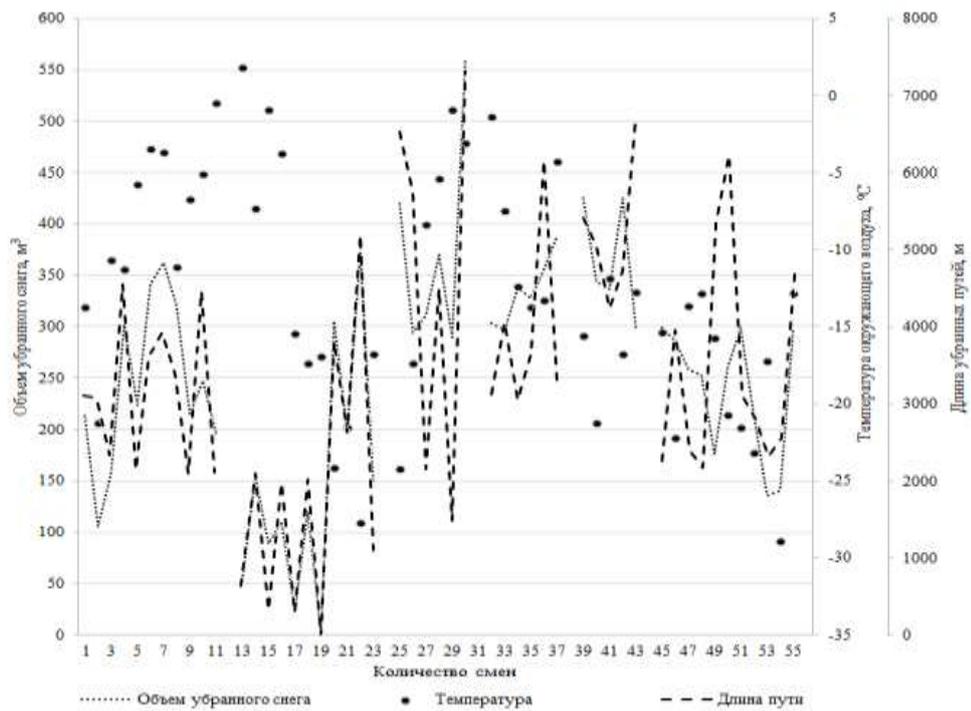


Рисунок 2.1 - График сравнения показателей: длины очищаемых путей, температуры окружающей среды, объема убранного снега

Таким образом, результаты анализа показателей систем АС КРСПС и АСУ СПС выявили:

1. Несоответствие объемов фактически погруженного снега с регистрируемым в журнале учета работы.
2. Объем убранного снега не зависит от длины очищаемых путей, плотности снега, количества осадков.
3. Программа АС КРСПС показывает реальные данные снегоуборочных машин.

Так как результаты АС КРСПС не зависят от человеческого фактора, то примем их как достоверные [73].

После установления достоверности статистических данных программы АС КРСПС можно воспользоваться математическими инструментами для выявления зависимости между показателями, характеризующими рабочий процесс снегоуборочных машин и выявления зависимости между показателями процесса очистки путей от снега.

2.2 Особенности расчета производительности снегоуборочных поездов

Главной эксплуатационной и одной из основных технических характеристик любой машины является показатель производительности. Производительность - количество продукции, вырабатываемое машиной в единицу времени, выраженное в физических величинах [74]. Для снегоуборочной машины производительность, или точнее выработка, измеряется в метрах кубических убранного снега в час. В то же время на железной дороге для снегоуборочных поездов учитывается и наполняемость полувагонов, этот показатель характеризует эффективность работы машины.

Существуют следующие виды производительности: теоретическая, техническая и эксплуатационная.

Теоретическая (расчетная, конструктивная) — это максимально возможная производительность, указывается в паспорте машины и имеет только одно значение. Для СМ и ПСС производительность машин приравнивается к производительности ротора-питателя и составляет $1200 \text{ м}^3/\text{ч}$ при плотности снега $0,4 \text{ т}/\text{м}^3$, высоте убираемого снега $0,8 \text{ м}$, рабочей скорости машины $10 \text{ км}/\text{ч}$ и ширине захвата $5,1 \text{ м}$.

Техническая производительность — это максимальная производительность машины в конкретных условиях работы машины и машиниста при оптимально выбранных режимах работы и нагрузках на рабочее оборудование [74]. На техническую производительность оказывают влияние:

- вынужденные перерывы в работе по: конструктивно-техническим, технологическим и метеорологическим причинам;
- физические свойства, например, снега;
- вид работы (с крыльями или без) и другие факторы.

Так как перечисленные факторы и их сочетания могут иметь различные значения, то и техническая производительность при изменении условий будет меняться.

Эксплуатационная производительность определяется технической производительностью с учетом перерывов в работе машины по организационным, техническим и технологическим причинам. Именно эксплуатационная производительность является главной рабочей характеристикой машины и, в то же время, наиболее сложно определяемой.

В настоящее время расчет производительности снегоуборочных поездов ведётся по конструктивным данным, а именно по максимально возможной конструктивной вместимости полувагонов, которая для исполнения два полувагона и концевой вагон составляет 340 м^3 . Из-за этого действительные показатели работы отличаются от нормируемых, при этом машинисты стараются обеспечить выполнение необходимых выгрузок. Независимо от наполняемости вагонов машинисты производят выгрузки и показывают в журналах учета нормативные кубы.

В соответствии с нормативными документами снегоуборочная машина типа СМ за одну смену должна собирать 1020 м^3 снежной массы, при этом, сделав три выгрузки по 340 м^3 на каждую. То есть, машина, состоящая из двух полувагонов и одного концевого, должна быть заполнена по максимуму.

Таким образом, техническая и эксплуатационная вместимости гораздо ниже нормативных показателей. Техническая вместимость полувагона находится как разница высот транспортера питателя, находящегося в головной машине, и транспортера полувагона, в том числе высотой и шириной насыпаемой снежной массы. При измеренной средней разнице высот (рисунок 2.2), которая составляет

1,4 м, и ширине транспортной ленты, равной 2,6 м получается, что возможная загрузка машины будет равна $2(1,4 \times 2,6 \times 24) + 1,4 \times 2,6 \times 16 = 234 \text{ м}^3$ [72, 73].

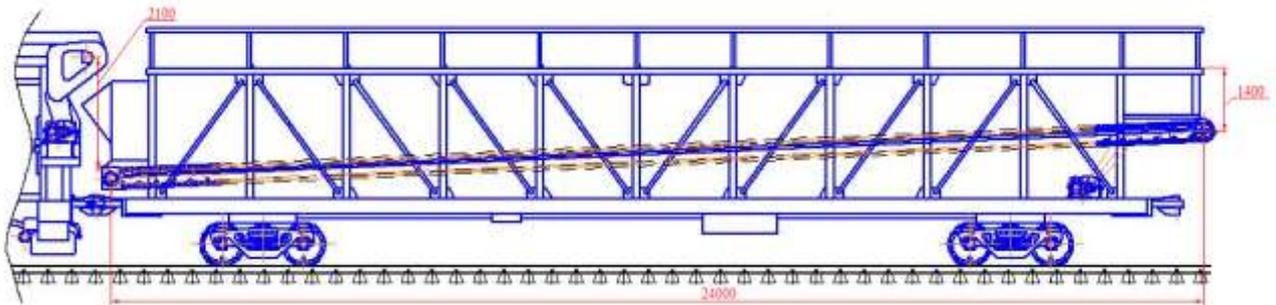


Рисунок 2.2 - Схема замера конструктивно возможной наполняемости полувагона

Эксплуатационная вместимость полувагона снегоборочной машины будет ниже, потому что напрямую определяется плотностью пирамид снега и действиями помощника машиниста по их перемещению по вагону. Как правило, эти пирамиды укладываются от двух до пяти метров.

Немаловажную роль играет коэффициент заполнения полувагона, который варьируется от 0,4 до 0,75. Коэффициент заполнения – это отношение фактической объемной производительности снегоочистителя к пропускной способности транспортера. Из этого следует, что при максимальном коэффициенте заполнения эксплуатационная вместимость снегоборочной машины составит $234 \times 0,75 = 176 \text{ м}^3$ [75, 76].

Для снегоборочной машины, состоящей из концевого вагона и двух полувагонов, при среднем значении коэффициента заполнения, вместимость составит не более 135 м^3 , а не предусмотренные нормативами 340 м^3 . Это и объясняет такое несоответствие данных, анализ которых был проведен в пункте 2.1. Определив реально возможную загрузку полувагонов, необходимо скорректировать расчет производительности и методику определения эффективности работы снегоборочных машин.

2.3 Математические инструменты для выявления зависимости между показателями процесса очистки путей

Объем убранного снега и время работы снегоуборочной машины в рабочем режиме являются изменяющимися величинами, на которые оказывают влияние множество других факторов, например, таких как: уровень выпавшего снега и его физические свойства, температура окружающего воздуха, простои машины, связанные с поездной и маневровой работой и т.п., поэтому целесообразно не использовать эти данные для сравнительной характеристики и статистического анализа. В качестве сравнительного показателя, на который внешние факторы оказывают не столь существенное влияние, стоит использовать длину очищаемых путей.

Для выявления математических зависимостей между длиной очищенных путей, объемом убранного снега и временем работы снегоуборочной машины проведен корреляционный анализ статистических данных АС КРСПС, который позволил выявить:

1. Форму связи между длиной очищенных путей, объемом убранного снега, температурой и временем работы снегоуборочной машины, то есть установить математическую форму, в которой выражается данная связь.

2. Измерить тесноту, то есть определить меру связи между признаками с целью установить степень влияния данного фактора на результат. Для этого были определены параметры корреляционного уравнения.

После корреляционного анализа выполнен регрессионный анализ, который позволил оценить степень взаимосвязи между переменными, а затем смоделировать зависимости. Таким образом, регрессионные методы позволили представить, как изменения «независимых переменных» влияют на изменение «зависимой переменной» [77].

2.3.1 Выявление математической зависимости между длиной очищенных путей и объемом убранного снега за 2019 – 2021 гг.

Корреляционная связь между длиной очищенных путей и объемом убранного снега определена методом парной корреляции.

Для проверки характера связи между двумя переменными построен график поля корреляции.

Исходные данные для расчета, представленные в таблице 2.5, взяты из таблицы 2.3 пункта 2.1.

Таблица 2.5 – Исходные данные для расчета зависимости между длиной убранных путей и объемом убранного снега за 2019 – 2020 гг.

№	Машины	Объем убранного снега (V_c), м ³	Длина очищенных путей ($L_{год}$), м
1	ПСС-1К № 115	5402,4	242535
2	СМ-7 № 1861	12458,5	316971
3	СМ-2 № 1810	12888,9	142047
4	СМ-2М № 1651	14673,4	435230
5	СМ-2 № 1026	15652,4	409379
6	СМ-2 № 1801	18887,8	469139
7	СМ-7 № 1862	23052,1	636375
8	СМ-2 № 1608	46700,8	507895
9	СМ-2М № 1825	62980,7	804917
В среднем		23633	440498,7

Поле корреляции - график, на котором каждая точка соответствует единице совокупности, а ее координаты определяются значениями признаков V_c и $L_{год}$. Пусть в рассматриваемом случае V_c объем убранного снега это - факторный признак, а $L_{год}$ длина очищенных путей – результативный признак, тогда на рисунке 2.3 приведена иллюстрация зависимости между V_c и $L_{год}$.

Поле корреляции (рисунок 2.3) показывает, что в данном случае имеет место прямая связь между факторным признаком и результативным: 5 точек из девяти попали в область (- -), т.е. отклонения ($V_{ci} - \bar{V}_c$) и ($L_{годi} - \bar{L}_{год}$) - отрицательные.

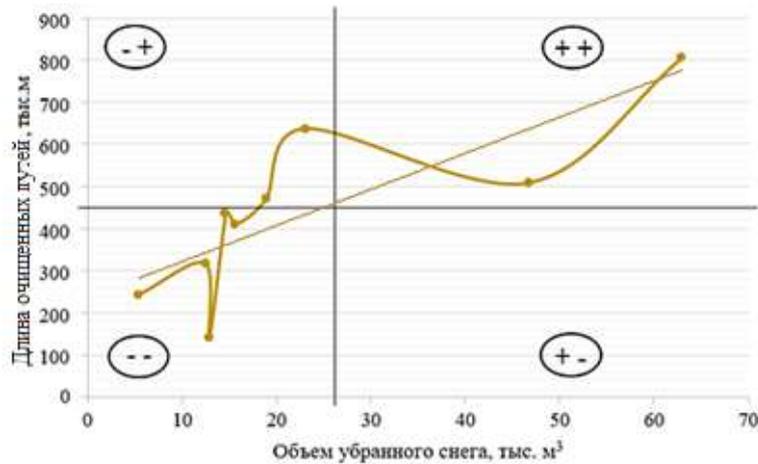


Рисунок 2.3 – График зависимости длины очищенных путей от объема убранного снега за 2019-2020 гг.

На основе данных таблицы 2.5 рассчитан коэффициент парной корреляции между длиной очищенных путей и объемом убранного снега (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Расчетная таблица зависимости между длиной очищенных путей и объемом убранного снега за 2019-2020 гг.

№	$(V_{ci} - \bar{V}_c)$	$(L_{годi} - \bar{L}_{год})$	$(V_{ci} - \bar{V}_c)(L_{годi} - \bar{L}_{год})$	$(V_{ci} - \bar{V}_c)^2$	$(L_{годi} - \bar{L}_{год})^2$
1	-18230,6	-197963,7	3608996421,5	332354776,4	39189613320,1
2	-11174,5	-123527,7	1380359911,2	124869450,3	15259084432,1
3	-10744,1	-298451,7	3206594551,8	115435684,8	89073397336,1
4	-8959,6	-5268,7	47205145,9	80274432,2	27758848,4
5	-7980,6	-31119,7	248353611,8	63689976,4	968433653,4
6	-4745,2	28640,3	-135904109,7	22516923,0	820268693,4
7	-580,9	195876,3	-113784562,0	337444,8	38367537960,1
8	23067,8	67396,3	1554685138,1	532123396,8	4542265746,8
9	39347,7	364418,3	14339023254,5	1548241495,3	132800721669,4
Σ	X	X	24135529363	2819843580	321049081660

Отклонения от средних значений по V_c и $L_{год}$ лежат в основе измерения корреляционной связи. Так как зависимость линейная, то ее теснота измеряется с помощью коэффициента парной корреляции, который был рассчитан по формуле [78]:

$$r_{V_c L_{год}} = \frac{\sum_i (V_{ci} - \bar{V}_c)(L_{годi} - \bar{L}_{год})}{\sqrt{\sum_i (V_{ci} - \bar{V}_c)^2 \sum_i (L_{годi} - \bar{L}_{год})^2}} \quad (2.1)$$

Так как знаки отклонений от средних совпадают $r_{V_c L_{год}} > 0$, то связь прямая.

$$r_{V_c L_{\text{год}}} = \frac{24135529363}{\sqrt{2819843580 \times 321049081660}} = 0,802.$$

Данные таблицы 2.6 показывают, что только в двух случаях знаки отклонений от средних переменных V_c и $L_{\text{год}}$ не совпадают.

Коэффициент парной корреляции может измеряться от -1 (полная обратная связь) до 1 (полная прямая связь). Абсолютная величина изменяется в промежутке: $0 \leq |r_{V_c L_{\text{год}}}| \leq 1$, причем, чем значение $r_{V_c L_{\text{год}}}$ ближе к 1, тем теснее связь, чем ближе значение $r_{V_c L_{\text{год}}}$ к 0, тем слабее связь [79].

При $|r| < 0,30$ связь считается слабой, при $|r| = 0,3 - 0,7$ - средней, при $|r| > 0,7$ - сильной или тесной. Полученное значение коэффициента корреляции $r_{V_c L_{\text{год}}} = 0,802$ показывает, что связь между длиной очищенных путей и объемом убранного снега является тесной.

Коэффициент корреляции есть мера взаимосвязи между V_c и $L_{\text{год}}$. Трактовка значения коэффициента корреляции зависит от объема выборки. Так как неизвестно, достаточно ли количество наблюдений для оценки точности расчета корреляции, то необходимо определить коэффициент детерминации, который точнее для измерения связей, так как он применяется как для измерения линейных, так и нелинейных связей. Коэффициент детерминации может быть выражен в процентах.

Коэффициент детерминации определен как квадрат коэффициента корреляции:

$$r^2 = 0,802^2 = 0,644.$$

Коэффициент детерминации принимает значения в интервале $[0, 1]$. Чем ближе значение к 1, тем теснее связь, и наоборот. В данном случае $r^2 = 0,644$, или, 64,4% длины очищенных путей зависит от объема убранного снега, то есть этот показатель, указывает, на среднюю связь.

Форма зависимости между V_c и $L_{\text{год}}$ установлена через составление уравнения парной регрессии. Это математическая формула, применяемая к независимым переменным, позволила лучше спрогнозировать зависимую переменную, которую

необходимо смоделировать. Зависимая переменная $L_{\text{год}}$ описывает процесс, который следует предсказать или понять. Независимая переменная V_c используется для моделирования или прогнозирования значений $L_{\text{год}}$. В уравнении регрессии независимые переменные расположены справа от знака равенства. Исследованием связи между фактором и результатом на вероятность зависимости определена функция, которая в общем виде запишется как $L_{\text{год}} = f(V_c)$, а частный вид функции подобран таким образом, чтобы обеспечить наилучшую аппроксимацию поля корреляции [80]. Исходя из расположения точек на поле корреляции, выбран тип функции. В данном случае, при изучении зависимости длины очищенных путей $L_{\text{год}}$ от длины объема убранного снега V_c расположение точек на поле корреляции (рисунок 2.3) показало, что исходным данным ближе всего соответствует линейная функция, которая является уравнением парной регрессии [78]:

$$\hat{L}_{\text{год}} = a - bV_c, \quad (2.2)$$

где $\hat{L}_{\text{год}}$ - среднее значение результативного признака при определенном значении факторного признака V_c ; a - свободный член уравнения регрессии; b - коэффициент регрессии, указывающий, на сколько единиц в среднем изменится результативный признак при изменении факторного признака на одну единицу его измерения [82].

Таким образом, можно предположить, что сила воздействия V_c на $L_{\text{год}}$ постоянна при любых значениях V_c .

Знак коэффициента регрессии показывает направление зависимости $L_{\text{год}}$ от V_c : если $b > 0$ - зависимость прямая; если $b < 0$ - зависимость обратная [80].

Знак при свободном члене a зависит от соотношения между интенсивностью вариации (V) переменных V_c и $L_{\text{год}}$:

если $V_{L_{\text{год}}} > V_{V_c}$, то $a < 0$;

если $V_{L_{\text{год}}} < V_{V_c}$, то $a > 0$,

где a и b - параметры уравнения парной регрессии.

Параметры линейного уравнения парной регрессии определены методом наименьших квадратов [63]. Исходное условие МНК имеет вид:

$$f(a, b) = \sum_{i=1}^n (L_{\text{год}_i} - \hat{L}_{\text{год}_i})^2 = \sum_{i=1}^n [L_{\text{год}_i} - (a + bV_{c_i})]^2 \rightarrow \min. \quad (2.3)$$

Это условие обеспечивает минимальность суммы квадратов отклонений фактических значений результативной переменной от ее теоретических значений, полученных на основе уравнения регрессии [81].

Значения параметров a и b , при которых исходное условие МНК примет минимальное значение, можно определить, приравняв к 0 первые частные производные функции [78]:

$$\frac{\partial f}{\partial a} = 2 \sum_{i=1}^n (L_{\text{год}_i} - a - bV_{c_i}) (-1) = 0, \quad (2.4)$$

$$\frac{\partial f}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^n (L_{\text{год}_i} - a - bV_{c_i}) (-V_{c_i}) = 0 \quad (2.5)$$

Преобразуя полученные уравнения, можно получить систему нормальных уравнений МНК для прямой:

$$\begin{cases} na + b \sum_{i=1}^n V_{c_i} = \sum_{i=1}^n L_{\text{год}_i} \\ a \sum_{i=1}^n V_{c_i} + b \sum_{i=1}^n V_{c_i}^2 = \sum_{i=1}^n L_{\text{год}_i} V_{c_i}. \end{cases} \quad (2.6)$$

Далее:

$$a = \frac{\Delta_a}{\Delta}; b = \frac{\Delta_b}{\Delta}, \quad (2.7)$$

где Δ - определитель системы; Δ_a - частный определитель, получаемый путем замены коэффициентов при a членами правой части системы уравнений; Δ_b - частный определитель, получаемый путем замены коэффициентов при b членами правой части системы уравнений [77].

$$\Delta = n \sum_{i=1}^n V_{c_i}^2 - \sum_{i=1}^n V_{c_i} \cdot \sum_{i=1}^n L_{\text{год}_i}. \quad (2.8)$$

Тогда

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n L_{\text{год}_i} \sum_{i=1}^n V_{c_i}^2 - \sum_{i=1}^n L_{\text{год}_i} V_c \sum_{i=1}^n V_c}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}; \quad (2.9)$$

$$b = \frac{b \sum_{i=1}^n L_{\text{год}_i} V_c - \sum_{i=1}^n V_c \sum_{i=1}^n L_{\text{год}_i}}{n \sum_{i=1}^n V_{c_i}^2 - (\sum_{i=1}^n V_c)^2}. \quad (2.10)$$

Параметр a , найден делением на n первого уравнение системы [78]:

$$a + b\bar{V}_c = \bar{L}_{\text{год}}, \quad (2.11)$$

отсюда

$$a = \bar{L}_{\text{год}} - b\bar{V}_c. \quad (2.12)$$

Параметр b может выражен следующим образом:

$$b = \frac{\overline{L_{\text{год}} V_c} - \bar{L}_{\text{год}} \cdot \bar{V}_c}{\bar{V}_c^2 - (\bar{V}_c)^2}. \quad (2.13)$$

Так как знаменатель этого выражения есть дисперсия переменной V_c , то формула коэффициента регрессии b записана следующим образом [79]:

$$b = \frac{\overline{L_{\text{год}} V_c} - \bar{L}_{\text{год}} \cdot \bar{V}_c}{\sigma_{V_c}^2}. \quad (2.14)$$

Для составления уравнения парной регрессии для зависимости объема убранного снега и длины очищенных путей, можно воспользоваться вышеописанной методикой. Все исходные данные и результаты вычислений сведены в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Расчетная таблица уравнения зависимости объема убранного снега и длины очищенных путей за 2019-2020 гг.

№	V_{c_i}	$L_{\text{год}_i}$	$V_{c_i} L_{\text{год}_i}$	$V_{c_i}^2$	$\hat{L}_{\text{год}} = 8,5592V_{c_i} + 238220$	$(L_{\text{год}_i} - \hat{L}_{\text{год}})$	$(L_{\text{год}_i} - \hat{L}_{\text{год}_i})^2$
1	5402,4	242535	1310271084	29185925,76	284459,8	-41924,8	1757689295
2	12458,5	316971	3948983204	155214222,3	344854,2	-27883,2	777472099
3	12888,9	142047	1830829578	166123743,2	348538,1	-206491	42638555705
4	14673,4	435230	6386303882	215308667,6	363811,9	71418,1	5100545121
5	15652,4	409379	6407763860	244997625,8	372191,3	37187,67	1382922823
6	18887,8	469139	8861003604	356748988,8	399883,7	69255,32	4796299571
7	23052,1	636375	14669780138	531399314,4	435526,6	200848,4	40340062508
8	46700,8	507895	23719102816	2180964721	637940	-130045	16911691697
9	62980,7	804917	50694236102	3966568572	777282,4	27634,56	763668756,2
Σ	212697	3964488	117828274267	7846511781	3964488	X	114468907575

$$b = \frac{9 \cdot 117828274267 - 3964488 \cdot 212697}{9 \cdot 7846511781 - (212697)^2} = 8,5592 \text{ м}^2.$$

Значение параметра a также можно получить на основе соотношения между V_c и $L_{\text{год}}$:

$$a = 440498,7 - 8,5592 \cdot 23633 = 238220 \text{ м}$$

Уравнение зависимости длины очищенных путей от объема убранного снега за 2019-2020 гг.:

$$L_{\text{год}} = 8,5592V_c + 238220. \quad (2.15)$$

Свободный член a выполняет роль доводки до соотношения между средними \bar{V}_c и $\bar{L}_{\text{год}}$. Если предположить, что a — это часть убранного пути, которая не зависит от объема убранного снега, тогда коэффициент регрессии b показывает, что с увеличением объема убранного снега на 1 м^3 длины очищенных путей в среднем возрастает примерно на $8,56 \text{ м}$ без учета дополнительных факторов [82].

Коэффициент регрессии [82] определен на основе коэффициента корреляции, повторное определение регрессии будет являться проверкой. Поскольку

$$r_{V_c L_{\text{год}}} = \frac{\overline{V_c L_{\text{год}}} - \bar{V}_c \cdot \bar{L}_{\text{год}}}{\sigma_{V_c} \sigma_{L_{\text{год}}}}; \quad (2.16)$$

$$b = \frac{\overline{V_c L_{\text{год}}} - \bar{V}_c \cdot \bar{L}_{\text{год}}}{\sigma_{V_c}^2}, \quad (2.17)$$

то

$$b = r_{V_c L_{\text{год}}} \frac{\sigma_{L_{\text{год}}}}{\sigma_{V_c}}; \quad (2.18)$$

$$\sigma_{L_{\text{год}}} = \sqrt{\frac{321049081660}{9}} = 400655,1 \text{ м};$$

$$\sigma_{V_c} = \sqrt{\frac{2819843580}{9}} = 37548,9 \text{ м};$$

$$b = 0,802 \frac{400655,1}{37548,9} = 8,5592 \text{ м}^2.$$

Коэффициент регрессии является асимметричной характеристикой связи, то есть он характеризует зависимость изменения $L_{\text{год}}$ от V_c , но не наоборот. По уравнению (2.15), рассчитаны теоретические значения объема убранного снега ($\hat{L}_{\text{год}V_c}$). Результаты расчетов (таблица 2.8) подтверждают, что найденная линия является наилучшей для аппроксимации исходных данных:

$$\sum_i \hat{L}_{\text{год}_i} = \sum_i L_{\text{год}_i}. \quad (2.19)$$

Отклонение убранного объема снега от значения определено через значение средней ошибки аппроксимации:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum_i |L_{\text{год}_i} - \hat{L}_{\text{год}_i}|}{\sum_i L_{\text{год}_i}}; \quad (2.20)$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{812688}{3964488} = 0,205 \text{ или } 20,5\%.$$

В последнем столбце таблицы 2.3 приведены квадраты отклонений фактических значений ($L_{\text{год}_i}$) от расчетных ($\hat{L}_{\text{год}_i}$). Сумма $\sum_i (L_{\text{год}_i} - \hat{L}_{\text{год}_i})^2$ является составляющей общей колеблемости $L_{\text{год}}$, которая в регрессионном анализе представлена следующим образом:

$$\sum_i (L_{\text{год}_i} - \hat{L}_{\text{год}_i})^2 = \sum_i (L_{\text{год}_i} - \bar{L}_{\text{год}})^2 + \sum_i (\hat{L}_{\text{год}_i} - \bar{L}_{\text{год}})^2, \quad (2.21)$$

где $\sum_i (L_{\text{год}_i} - \bar{L}_{\text{год}})^2$ - общая колеблемость; $\sum_i (L_{\text{год}_i} - \hat{L}_{\text{год}_i})^2$ - остаточная колеблемость; $\sum_i (\hat{L}_{\text{год}_i} - \bar{L}_{\text{год}})^2$ - колеблемость $L_{\text{год}}$, объясненная уравнением регрессии.

Соотношение объясненной колеблемости и общей колеблемости $L_{\text{год}}$ позволило определить степень детерминации регрессией вариации $L_{\text{год}}$, т. е. найти коэффициент детерминации:

$$\eta^2 = \frac{\sum_i (\hat{L}_{\text{год}_i} - \bar{L}_{\text{год}})^2}{\sum_i (L_{\text{год}_i} - \bar{L}_{\text{год}})^2}. \quad (2.22)$$

В рассматриваемом случае

$$\sum_i (\hat{L}_{\text{год}_i} - \bar{L}_{\text{год}})^2 = 321049081660 - 114468907575 = 206580174085$$

$$\eta^2 = \frac{206580174085}{321049081660} = 0,644.$$

Отсюда $\eta^2 = 0,644$, или 64,4%, что совпадает с ранее полученным значением коэффициента детерминации 0,644.

Аналогично проведены расчеты на основании данных за 2020 – 2021 года.

На основе данных таблицы 2.8 рассчитан коэффициент парной корреляции между длиной очищенных путей и объемом убранного снега (таблица 2.9).

Таблица 2.8 – Исходные данные за 2020 – 2021 гг.

№	Машины	Объем убранного снега, м ³ (V_c)	Длина очищенных путей, м ($L_{год}$)
1	СМ-2М № 1651	2215,5	71297
2	ПСС-1К № 115*	9596,7*	499286*
3	СМ-2 № 1195	20927,5	282707
4	СМ-2М № 1825	22588,6	318822
5	СМ-7 № 1862	24849,3	340217
6	СМ-2 № 1026	31911,3	562040
7	СМ-2 № 1801	32520,4	484018
8	СМ-2 № 1608	44600,5	332564
9	СМ-2 № 1810	57472,5	646593
В среднем		29635,7	379782,3

Примечание: * машина ПСС-115 не участвует в расчете по причине уборки незначительного количества снега при большом пробеге.

Поле корреляции (рисунок 2.4) показало, что в данном случае имеет место прямая связь между факторным признаком и результативным: 4 точки из восьми попали в область (- -), т.е. отклонения ($V_{ci} - \bar{V}_c$) и ($L_{год_i} - \bar{V}_c$) - отрицательны.

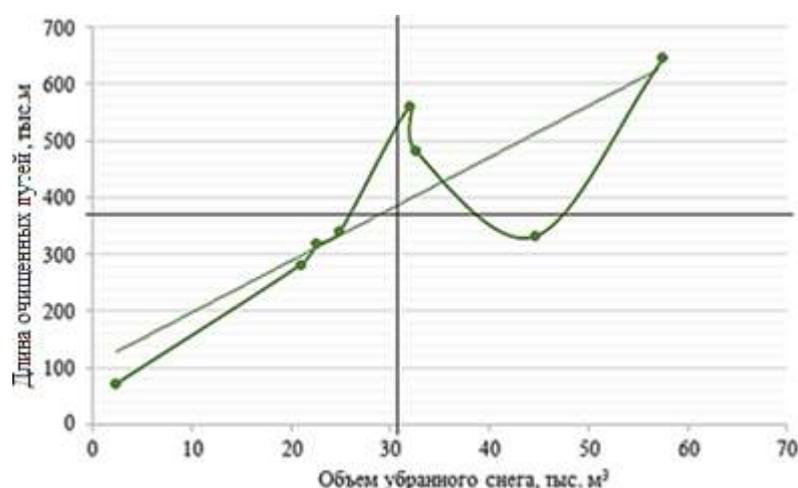


Рисунок 2.4 – График зависимости длины очищенных путей от объема убранного снега за 2020-2021 гг.

Так как знаки отклонений от средних совпадают $r_{V_c L_{год}} > 0$, то связь прямая.

$$r_{V_c L_{год}} = \frac{17359026456}{\sqrt{1912603881 \times 227368833180}} = 0,83242.$$

Таблица 2.9 – Расчетная таблица зависимости длины очищенных путей и объема убранного снега за 2020-2021 гг.

№	$V_{ci} - \bar{V}_c$	$L_{год_i} - \bar{L}_{год}$	$(V_{ci} - \bar{V}_c)(L_{год_i} - \bar{L}_{год})$	$(V_{ci} - \bar{V}_c)^2$	$(L_{год_i} - \bar{L}_{год})^2$
1	-27420,2	-308485,3	8458727252,1	751867368,0	95163149467,6
2	-8708,2	-97075,3	845350692,1	75832747,2	9423604162,6
3	-7047,1	-60960,3	429592977,8	49661618,4	3716152080,1
4	-4786,4	-39565,3	189375112,6	22909625,0	1565409007,6
5	2275,6	182257,8	414745735,9	5178355,4	33217887435,1
6	2884,7	104235,8	300688868,0	8321494,1	10865091578,1
7	14964,8	-47218,3	-706611667,6	223945239,0	2229563133,1
8	27836,8	266810,8	7427157485,6	774887434,2	71187976315,6
Σ	X	X	17359026456	1912603881	227368833180

Данные таблицы 2.9 показывают, что только в одном случае знак отклонений от средних переменных V_c и $L_{год}$ не совпадает.

Определен коэффициент детерминации:

$$r^2 = 0,83242^2 = 0,6929.$$

В данном случае $r^2 = 0,6929$, значит, 69,3% длины очищенных путей зависят от объема убранного снега, то есть и этот показатель указывает на сильную связь.

Составлено уравнение регрессии [83] для зависимости длины очищенных путей и объема убранного снега, результаты расчетов сведены в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 – Расчетная таблица зависимости длины очищенных путей и объема убранного снега за 2020-2021 гг.

№	V_{ci}	$L_{год_i}$	$V_{ci}L_{год_i}$	V_{ci}^2	$\hat{L}_{год} = 9,0761V_{ci} + 110805$	$(L_{год_i} - \hat{L}_{год_i})$	$(L_{год_i} - \hat{L}_{год_i})^2$
1	2215,5	71297	157958503,5	4908440,25	130913,2	-59616,2	3554087172
2	20927,5	282707	5916350743	437960256,3	300745,6	-18038,6	325389757,7
3	22588,6	318822	7201742629	510244850	315821,9	3000,09	9000542,526
4	24849,3	340217	8454154298	617487710,5	336340,3	3876,701	15028811,18
5	31911,3	562040	17935427052	1018331068	400435,9	161604,1	26115893679
6	32520,4	484018	15740458967	1057576416	405964,1	78053,86	6092405128
7	44600,5	332564	14832520682	1989204600	515604,6	-183041	33503862268
8	57472,5	646593	37161316193	3303088256	632432,4	14160,55	200521257,6
Σ	237085,6	3038258	107399929067	8938801597	3038258	X	69816188615

$$b = \frac{8 \cdot 107399929067 - 3038258 \cdot 237085,6}{8 \cdot 8938801597 - (237085,6)^2} = 9,0761 \text{ м}^2;$$

$$a = 379782,3 - 9,0761 \cdot 29635,7 = 110805 \text{ м.}$$

Зависимость длины очищенных путей от объема убранного снега за 2020-2021 гг.:

$$L_{год} = 9,0761V_c + 110805. \quad (2.23)$$

Средняя ошибка аппроксимации:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{521390,7}{3038258} = 0,172 \text{ или } 17,2\%.$$

Тогда коэффициент детерминации равен:

$$\eta^2 = \frac{15755264456}{227368833180} = 0,6929.$$

В результате выполненных вычислений в анализируемом периоде установлено: связь между длиной очищенных путей и объемом убранного снега находится в прямой зависимости; по тесноте связи – сильная; ошибка аппроксимации в 2020-2021 гг. составила 17,2%, в 2019-2020 гг. – 20,5%. Выявлено, что показатели имеют незначительную разницу, что объясняется нетипичным течением зимы в 2019-2020 гг.

Анализ рассчитанных по уравнению (2.15) данных, представленных в таблице 2.1 и фактических значений за 2019-2020 года, приведенных в таблице 2.4, показывает, что из 9 машин не убрали расчетное количество снега относительно очищенной длины путей 6 машин, т.е. не дорабатывали. Три машины (СМ-2 № 1810, СМ-2М № 1825, СМ-2 № 1608) наоборот, относительно очищенной длины путей выгрузили значительно большее количество снега, чем показали расчетные значения.

При сравнении полученных данных по уравнению (2.23) за 2020-2021 годы, представленных в таблице 2.8, из 8 машин 2 машины (СМ-2 № 1810, СМ-2 № 1608) также, как и в 2019-2020 годах по очищенной длине путей набрали большее количество снега, чем расчетные значения. Данное превышение фактических значений над расчетными могут зависеть от: маршрутов уборки снега этими машинами, частотой их работы по одним и тем же маршрутам, а также временем рабочего режима.

Зависимость длины очищенных путей от объема убранного снега за весь анализируемый период 2019-2021 гг. определена исходя из данных, полученных из зависимостей (2.15) и (2.23) длины очищенных путей от объема убранного снега за 2019-2020 и 2020-2021 годы. Исходные данные для расчета представлены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Исходные данные для расчета зависимости между длиной очищенных путей и объемом убранного снега за 2019 - 2021 гг.

№	Машины	Объем убранного снега (V_c), м ³	Длина очищенных путей ($L_{год}$), м
1	ПСС-1К № 115	5402,4	242535
2	СМ-7 № 1861	12458,5	316971
3	СМ-2 № 1810	12888,9	142047
4	СМ-2М № 1651	14673,4	435230
5	СМ-2 № 1026	15652,4	409379
6	СМ-2 № 1801	18887,8	469139
7	СМ-2 № 1195	20927,5	282707
8	СМ-2М № 1825	22588,6	318822
9	СМ-7 № 1862	23052,1	636375
10	СМ-7 № 1862	24849,3	340217
11	СМ-2 № 1026	31911,3	562040
12	СМ-2 № 1801	32520,4	484018
13	СМ-2 № 1608	44600,5	332564
14	СМ-2 № 1608	46700,8	507895
15	СМ-2 № 1810	57472,5	646593
16	СМ-2М № 1825	62980,7	804917
В среднем		27972,9	433215,6

Зависимость длины очищенных путей от объема убранного снега за 2019 - 2021 годы (рисунок 2.5):

$$L_{год} = 7,3175V_c + 228523. \quad (2.24)$$



Рисунок 2.5 – График зависимости длины очищенных путей от объема убранного снега за 2019 - 2021 годы

2.3.2 Выявление математической зависимости между длиной очищенных путей и временем работы снегоуборочной машины за 2019 - 2021 гг.

Определена корреляционная связь между длиной очищенных путей и временем работы снегоуборочной машины, таблицы 2.12, 2.13 и рисунки 2.5, 2.6.

Таблица 2.12 – Исходные данные за 2019 – 2020 гг.

№	Машины	Время работы машины (t_{pp}), ч	Длина очищенных путей ($L_{год}$), м
1	ПСС-1К № 115	89,2	142047
2	СМ-7 № 1861	140,1	242535
3	СМ-2 № 1810	242,7	435230
4	СМ-2М № 1651	266,9	316971
5	СМ-2 № 1026	284,5	409379
6	СМ-2 № 1801	333,4	469139
7	СМ-7 № 1862	351,8	507895
8	СМ-2 № 1608	359,9	636375
9	СМ-2М № 1825	393,3	804917
В среднем		273,5	440498,7

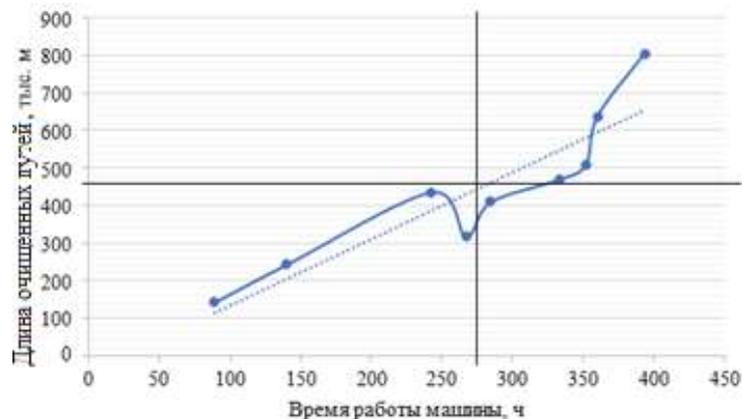


Рисунок 2.5 – График зависимости длины очищенных путей и времени работы машины за 2019-2020 годы

Уравнение зависимости длины очищенных путей и времени работы машины за 2019-2020 гг.:

$$L_{год} = 1772,5t_{pp} - 44350. \quad (2.25)$$

Средняя ошибка аппроксимации:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{622276,5}{2964488} = 0,157 \text{ или } 15,7\%.$$

Тогда коэффициент детерминации равен:

$$\eta^2 = \frac{265210610668}{321049081660} = 0,826.$$

В данном случае коэффициент детерминации $r^2 = 0,8261$, значит, на 82,61% длина очищенных путей зависит от времени работы машины, этот показатель указывает на сильную связь между показателями [84, 85].

Таблица 2.13 – Исходные данные за 2020 – 2021 гг.

№	Машины	Время работы машины (t_{pp}), ч	Длина очищенных путей ($L_{год}$), м
1	СМ-2М № 1651	46,7	71297
2	СМ-2М № 1825	133,2	318822
3	СМ-2 № 1195	181	282707
4	СМ-7 № 1862	187,7	340217
5	СМ-2 № 1608	230	332564
6	ПСС-1К № 115*	235,6*	499286*
7	СМ-2 № 1026	302,8	562040
8	СМ-2 № 1810	366,9	646593
9	СМ-2 № 1801	396,8	484018
В среднем		230,6	379782,3

Примечание: * машина ПСС-115 не участвует в расчете по причине уборки незначительного количества снега при большом пробеге.

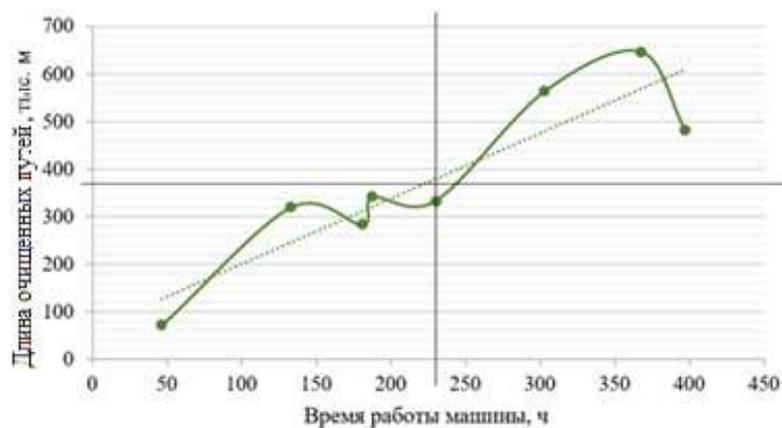


Рисунок 2.6 – График зависимости длины очищенных путей и времени работы машины за 2020-2021 гг.

Уравнение зависимости длины очищенных путей и времени работы машины за 2020-2021 гг.:

$$L_{\text{год}} = 1374t_{\text{pp}} + 62876. \quad (2.26)$$

Средняя ошибка аппроксимации составляет:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{398585,1}{3038258} = 0,131 \text{ или } 13,1\%.$$

Тогда коэффициент детерминации равен:

$$\eta^2 = \frac{186949825374}{227368833180} = 0,822.$$

В данном случае коэффициент детерминации $r^2 = 0,8222$, следовательно, на 82,22% время работы машины в рабочем режиме зависит от длины очищенных путей, этот показатель указывает на сильную связь между показателями.

В результате выполненных вычислений в анализируемом периоде установлено: связь между длиной очищенных путей и временем работы машины находится в прямой зависимости; по тесноте связи – сильная, причем равна среднему значению из промежутка; ошибка аппроксимации в 2020-2021 гг. составила 13,1%, в 2019-2020 гг. – 15,7%. Показатели имеют незначительную разницу, что объясняется нетипичной зимой в 2019-2020 гг., далее это будет учтено в вычислениях влияния погодных условий на процесс очистки снега.

Анализ фактических и расчетных значений количества убранного снега и времени очистки, приведенных к длине путей, за 2019-2020 годы, показал, что 2 машины (СМ-2 № 1810, СМ-2М № 1825) из 9 машин, выполнили большие значения объемов работ, чем расчетные. Машина СМ-2 № 1608 фактически набрала большее количество снега, но превысила расчетное время уборки.

Уравнения регрессии зависимости объема убранного снега от длины очищаемых путей и времени работы снегоуборочной машины от длины очищенных путей позволили определить в рассматриваемых периодах возможные значения объема убранного снега и время работы снегоуборочной машины при любой длине очищенных путей в интервале: 2019-2020 гг. – от 142047 до 804917 м; 2020-2021 гг. – от 71297 до 646593 м, т. е. в интервале $[t_{\text{pp}_{\min}} - t_{\text{pp}_{\max}}]$.

По данным таблицы 2.14 составлено уравнение зависимости длины очищенных путей от времени работы машины.

Таблица 2.14 – Исходные данные для расчета зависимости между длиной очищенных путей и временем работы машины за 2019 - 2021 гг.

№	Машины	Время работы машины (t_{pp}), ч	Длина очищенных путей ($L_{год}$), м
1	СМ-2 № 1810	89,2	142047
2	СМ-2М № 1825	133,2	318822
3	ПСС-1К № 115	140,1	242535
4	СМ-2 № 1195	181	282707
5	СМ-7 № 1862	187,7	340217
6	СМ-2 № 1608	230	332564
7	СМ-2М № 1651	242,7	435230
8	СМ-7 № 1861	266,9	316971
9	СМ-2 № 1026	284,5	409379
10	СМ-2 № 1026	302,8	562040
11	СМ-2 № 1801	333,4	469139
12	СМ-2 № 1608	351,8	507895
13	СМ-7 № 1862	359,9	636375
14	СМ-2 № 1810	366,9	646593
15	СМ-2М № 1825	393,3	804917
16	СМ-2 № 1801	396,8	484018
В среднем		266,3	433215,6

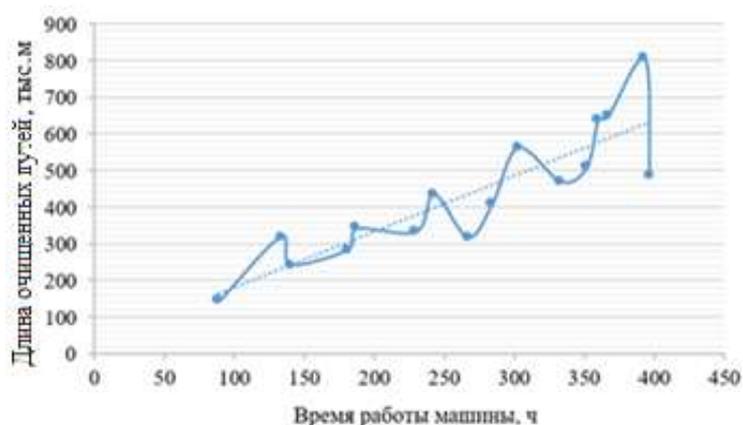


Рисунок 2.7 – График зависимости длины очищенных путей от времени работы машины за 2019 - 2021 годы

По полученным данным зависимость длины очищенных путей и времени работы машины за 2019-2021 гг.:

$$L_{\text{год}} = 1521,5t_{\text{pp}} + 28084. \quad (2.27)$$

Зависимость между длиной очищенных путей и объемом убранного снега, приведена на рисунке 2.4, а между длиной очищенных путей и временем работы - на рисунке 2.7. Связь в первом случае оказалась средней, а во втором сильной.

Таким образом, связь между длиной очищенных путей и временем работы машины является доказанной. Учитывая, что в выводах главы 1, указано, что при планировании работы станции важно исключить наличие на путях снежного покрова, превышающего 20 см, являющегося предельным для остановки движения, при условии наличия данных о прогнозируемой величине осадков и длине убираемых путей, предлагается использовать новые нормы выработки, основанные на этих данных. Для обоснования нормы выработки необходимо определить взаимосвязь длины очищенных путей и величины снежного покрова. Данная зависимость позволит обосновать показатели новой системы планирования работ машинами типа СМ и ПСС по очистке путей от снега. Объем убранного снега должен стать косвенной величиной, характеризующей обоснованность/необоснованность применения техники.

Есть и другие факторы, способные оказать влияние на длину очищенных путей, поэтому было детально изучено влияние объема убранного снега, высоты убранного снега, времени рабочего режима, температуры окружающего воздуха через построение матрицы, позволившей смоделировать ситуацию, изменяя параметры факторов и определяя, тем самым, степень их влияния на процесс очистки снега. В качестве сравнительного показателя использовалась длина очищенных путей.

2.4 Модель процесса очистки путей от снега на железной дороге

Для совершенствования эффективности процесса очистки путей от снега снегоуборочной техникой был смоделирован процесс очистки снега. Модель включает в себя элементы структуры рабочей смены, производительности машины

и погодных условий. Все эти факторные признаки оказывают влияние в той или иной степени на длину очищенных путей, как результирующий признак. Одновременный учет всех факторов позволил корректно оценить эффективность работы снегоуборочной машины через величину очищенной длины пути.

Степень влияния каждого из факторных признаков установлена посредством множественной корреляции. Для построения матрицы и математического обоснования зависимости между длиной очищенных путей L ; объемом убранного снега V_c ; временем рабочего режима t_{pp} ; высотой снежного покрова h и температурой окружающего воздуха $t_{ов}$, статистические данные сведены в таблицу 2.15.

Таблица 2.15 – Исходные данные для расчета матрицы за 2019 - 2021 гг.

№	Машины	Длина очищенных путей ($L_{год}$), м	Объем убранного снега (V_c), м ³	Время работы машины (t_{pp}), ч	Среднее количество осадков (h), м	Температура воздуха ($t_{ов}$), °C
1	СМ-2 № 1810	142047	12888,9	89,2	0,037	-3,89
2	ПСС-1К № 115	242535	5402,4	140,1	0,009	-9,01
3	СМ-2 № 1195	282707	20927,5	181	0,03	-15,06
4	СМ-7 № 1861	316971	12458,5	266,9	0,016	-8,6
5	СМ-2М № 1825	318822	22588,6	133,2	0,029	-14,79
6	СМ-2 № 1608	332564	44600,5	230	0,055	-13,96
7	СМ-7 № 1862	340217	24849,3	187,7	0,03	-15,17
8	СМ-2 № 1026	409379	15652,4	284,5	0,016	-6,51
9	СМ-2М № 1651	435230	14673,4	242,7	0,014	-7,9
10	СМ-2 № 1801	469139	18887,8	333,4	0,016	-7,72
11	СМ-2 № 1801	484018	32520,4	396,8	0,027	-14,13
12	СМ-2 № 1608	507895	46700,8	351,8	0,038	-8,16
13	СМ-2 № 1026	562040	31911,3	302,8	0,023	-4,89
14	СМ-7 № 1862	636375	23052,1	359,9	0,015	-7,7
15	СМ-2 № 1810	646593	57472,5	366,9	0,036	-13,89
16	СМ-2М № 1825	804917	62980,7	393,3	0,032	-7,32
В среднем		433215,6	27972,9	266,3	0,026	-9,92

Поскольку на изучаемый результирующий признак влияет не один факторный признак, а множество, то возникает задача изолированного измерения тесноты связи результирующего признака с каждым из признаков-факторов при элиминировании других признаков-факторов, а также задача измерения тесноты

связи между результативными признаками и всеми признаками-факторами, включенными в анализ [86, 87]. Для решения этих задач построена матрица коэффициентов парной корреляции.

Так как коэффициент парной корреляции - симметричная мера связи, то корреляционная матрица является треугольной (таблица 2.16).

Таблица 2.16 - Матрица коэффициентов парной корреляции

Признаки	$L_{\text{год}}$	V_c	t_{pp}	h	$t_{\text{ов}}$
$L_{\text{год}}$	1	$r_{V_c t_{\text{pp}}}$	$r_{L_{\text{год}} t_{\text{pp}}}$	$r_{L_{\text{год}} h}$	$r_{L_{\text{год}} t_{\text{ов}}}$
V_c		1	$r_{V_c t_{\text{pp}}}$	$r_{V_c h}$	$r_{V_c t_{\text{ов}}}$
t_{pp}			1	$r_{t_{\text{pp}} h}$	$r_{t_{\text{pp}} t_{\text{ов}}}$
h				1	$r_{h t_{\text{ов}}}$
$t_{\text{ов}}$					1

По диагонали матрицы расположены единицы, т.е. коэффициенты корреляции каждой переменной с самой собой.

На основе корреляционной матрицы выявлены факторные признаки, которые наиболее тесно коррелируются с результативным признаком. Сравнивая коэффициенты корреляции между факторными признаками с коэффициентами корреляции их с результативным признаком, были рассчитаны коэффициенты частной корреляции первого порядка:

$$r_{L_{\text{год}} V_c t_{\text{pp}}} = \frac{r_{L_{\text{год}} V_c} - r_{L_{\text{год}} t_{\text{pp}}} r_{V_c t_{\text{pp}}}}{\sqrt{(1 - r_{L_{\text{год}} t_{\text{pp}}}^2)(1 - r_{V_c t_{\text{pp}}}^2)}} \quad (2.28)$$

На основе коэффициентов частной корреляции первого порядка определены коэффициенты частной корреляции второго порядка [79]:

$$r_{L_{\text{год}} V_c t_{\text{pp}} h} = \frac{r_{L_{\text{год}} V_c t_{\text{pp}}} - r_{L_{\text{год}} h t_{\text{pp}}} r_{V_c h t_{\text{pp}}}}{\sqrt{(1 - r_{L_{\text{год}} h t_{\text{pp}}}^2)(1 - r_{V_c h t_{\text{pp}}}^2)}} \quad (2.29)$$

Точка в подстрочных значках r означает элиминирование, т. е. погашение связи t_{pp} и h с $L_{\text{год}}$ и V_c . Таким образом, частная корреляция — это очищенная корреляция между двумя переменными при погашении связи с другими

переменными [80].

На основе коэффициентов частной корреляции второго порядка найдены коэффициенты частной корреляции третьего порядка и т. д [82].

Коэффициенты частной корреляции 4-го порядка:

$$r_{L_{\text{год}}V_c t_{\text{pp}} h t_{\text{ов}}} = \frac{r_{L_{\text{год}}V_c t_{\text{pp}} h t_{\text{ов}}} - r_{L_{\text{год}}t_{\text{ов}}t_{\text{pp}}h}r_{V_c t_{\text{ов}}t_{\text{pp}}h}}{\sqrt{(1 - r_{L_{\text{год}}t_{\text{ов}}t_{\text{pp}}h}^2)(1 - r_{V_c t_{\text{ов}}t_{\text{pp}}h}^2)}}. \quad (2.29)$$

Коэффициенты частной корреляции принимают значения от -1 до 1. По абсолютной величине коэффициенты частной корреляции изменяются в интервале [0,1] [77].

Результаты расчетов матрицы коэффициентов представлены в таблице 2.13 [88].

Математически корреляционную зависимость результативной переменной от нескольких факторных переменных описывает уравнение множественной регрессии.

Таблица 2.17 – Результаты расчета матрицы по данным за 2019 - 2021 года

Признаки	$L_{\text{год}}$	V_c	t_{pp}	h	$t_{\text{ов}}$
$L_{\text{год}}$	1	0,719	0,875	-0,016	0,128
V_c	0,719	1	0,611	0,645	-0,216
t_{pp}	0,875	0,611	1	-0,039	0,095
h	-0,016	0,645	-0,039	1	-0,376
$t_{\text{ов}}$	0,128	-0,216	0,095	-0,376	1

Уравнение множественной регрессии характеризует среднее изменение $L_{\text{год}}$ с применением признаков-факторов.

Для построения уравнения множественной регрессии необходимо, во-первых, определить признаки-факторы, влияющие на результативный признак - $L_{\text{год}}$, а во-вторых, выбрать тип уравнения зависимости.

На основании матрицы коэффициентов корреляции (таблица 2.17) определены признаки-факторы, влияющие на $L_{\text{год}}$. Признаки-факторы, тесно связанные между собой, не были включены во множественную регрессию, так как

их включение в уравнение не даст дополнительной информации для объяснения вариации $L_{\text{год}}$ [79].

Значения частных коэффициентов детерминации для каждого признака-фактора указывают на объясняющую способность каждого из признаков-факторов и возможность уменьшить остаточную переменную результативной переменной за счет включения в регрессию того или иного факторного признака [82].

Тип уравнения множественной регрессии строится на соотношении простоты и интерпретируемости результатов многофакторного регрессионного анализа, то есть, чем проще тип уравнения множественной регрессии, тем очевиднее интерпретация его параметров, поэтому можно воспользоваться линейным уравнением (2.2) [79]. Тогда для четырех факторных признаков уравнение примет вид:

$$L_{\text{год}} = a + b_1 V_c + b_2 t_{\text{пр}} + b_3 h + b_4 t_{\text{ов}}. \quad (2.30)$$

Для записи линейного уравнения множественной регрессии введены подстрочные значки, указывающие на то, что каждый из коэффициентов регрессии является мерой влияния изменения переменной на $L_{\text{год}}$.

Коэффициенты регрессии линейного уравнения множественной регрессии показывают, на сколько единиц в среднем изменяется $L_{\text{год}}$ при изменении переменных, на свою единицу измерения и закреплении прочих введенных в уравнение объясняющих переменных на среднем уровне [83].

Линейная форма уравнения выбрана потому, что дает ограниченность изменчивости переменных, так как это средние величины. Кроме того, линейная форма регрессии учитывает то, что статистические показатели могут содержать погрешности, а применение нелинейной регрессии в этих условиях необоснованно.

Параметры линейного уравнения множественной регрессии оцениваются методом наименьших квадратов (МНК). Условие МНК для рассматриваемого случая [76]:

$$\sum_i (L_{\text{год}_i} - a - b_1 V_c - b_2 t_{\text{пр}} - b_3 h - b_4 t_{\text{ов}}) \rightarrow \min. \quad (2.31)$$

Берутся частные производные первого порядка данной функции и

приравниваются к нулю. Система нормальных уравнений позволила найти значения параметров уравнения множественной регрессии [81].

$$\left\{ \begin{array}{l} an + b_1 \sum V_c + b_2 \sum t_{pp} + b_3 \sum h + b_4 \sum t_{ов} = \sum L_{год} \\ a \sum V_c + b_1 \sum V_c^2 + b_2 \sum V_c t_{pp} + b_3 \sum V_c h + b_4 \sum V_c t_{ов} = \sum L_{год} V_c \\ a \sum t_{pp} + b_1 \sum V_c t_{pp} + b_2 \sum t_{pp}^2 + b_3 \sum t_{pp} h + b_4 \sum t_{pp} t_{ов} = \sum L_{год} t_{pp} \\ a \sum h + b_1 \sum V_c h + b_2 \sum t_{pp} h + b_3 \sum h^2 + b_4 \sum h t_{ов} = \sum L_{год} h \\ a \sum t_{ов} + b_1 \sum V_c t_{ов} + b_2 \sum t_{pp} t_{ов} + b_3 \sum t_{ов} h + b_4 \sum t_{ов}^2 = \sum L_{год} t_{ов}. \end{array} \right. \quad (2.32)$$

При записи системы уравнений для нахождения параметров уравнения множественной регрессии применено правило: первое уравнение получается как сумма n уравнений регрессии; второе и последующие - как сумма n уравнений регрессии, все члены которой умножены сначала на V_c , затем на t_{pp} и т. д.

Параметры уравнения множественной регрессии могут быть получены через отношение частных определителей к определителю системы.

Для описания зависимости между длиной очищенных путей от объема убранного снега, времени рабочего режима, количества выпавшего снега, температуры окружающего воздуха построено уравнение множественной регрессии.

Представив все переменные как отклонения от средних величин, деленные на стандартное отклонение, и обозначив преобразованные таким образом переменные буквой t , получено уравнение множественной регрессии [79]:

$$\hat{t}_{L_{год}} = \beta_1 t_1 + \beta_2 t_2 + \beta_3 t_3 + \beta_4 t_4, \quad (2.33)$$

где β_j — стандартизированный коэффициент регрессии - определяет, на какую часть своего среднеквадратического отклонения изменится $L_{год}$ при изменении j -того факторного признака на одно среднеквадратическое отклонение.

Уравнение регрессии (2.33) в стандартизированном масштабе или стандартизированное уравнение регрессии:

$$a = \bar{L}_{год} - b_1 \bar{V}_c - b_2 \bar{t}_{pp} - b_3 \bar{h} - b_4 \bar{t}_{ов}. \quad (2.34)$$

Уравнение (2.34) не имеет свободного члена, поскольку все переменные выражены через отклонение от средних величин. Стандартизированные

коэффициенты регрессии β вычислены по алгоритму, аналогичному нахождению параметра a . Тогда система уравнений (2.32) с учетом коэффициентов парной корреляции, приведенных в таблице 2.13, примет вид:

$$\begin{cases} \beta_1 + 0,611\beta_2 + 0,645\beta_3 - 0,261\beta_4 = 0,719 \\ 0,611\beta_1 + \beta_2 - 0,039\beta_3 + 0,095\beta_4 = 0,875 \\ 0,645\beta_1 - 0,039\beta_2 + \beta_3 - 0,376\beta_4 = -0,016 \\ -0,216\beta_1 + 0,095\beta_2 - 0,376\beta_3 + \beta_4 = 0,128. \end{cases}$$

После применения метода Гаусса получено значение β - коэффициентов:

$$\beta_1 = 0,977; \beta_2 = 0,245; \beta_3 = -0,603; \beta_4 = 0,089.$$

Тогда уравнение регрессии (2.33) в стандартизированном виде:

$$\hat{t}_{L_{\text{год}}} = 0,977t_1 + 0,245t_2 - 0,603t_3 + 0,089t_4.$$

Коэффициент множественной детерминации $R_{L_{\text{год}}V_c t_{\text{pp}} h t_{\text{ов}}}^2$ позволил определить, какая часть дисперсии результативной переменной $L_{\text{год}}$ учтена, включенными в анализ факторными признаками.

$$R_{L_{\text{год}}V_c t_{\text{pp}} h t_{\text{ов}}}^2 = r_{L_{\text{год}}V_c t_{\text{pp}} h t_{\text{ов}}} \beta_{L_{\text{год}}V_c t_{\text{pp}} h t_{\text{ов}}} = 0,939 \quad (2.35)$$

Извлечением квадратного корня из $R_{L_{\text{год}}V_c t_{\text{pp}} h t_{\text{ов}}}^2$ получен коэффициент множественной корреляции $L_{\text{год}}$ со всеми учтенными переменными $V_c, t_{\text{pp}}, h, t_{\text{ов}}$.

$$R = \sqrt{0,719 \cdot 0,977 + 0,875 \cdot 0,245 + (-0,016) \cdot (-0,603) + 0,128 \cdot 0,089} = 0,969.$$

Уравнение зависимости длины очищенных путей от объема убранного снега, времени рабочего режима, высоты убранного снега, температуры окружающего воздуха:

$$L_{\text{год}} = 308925,09 + 9,94V_c + 426,53t_{\text{pp}} - 8644597,83h + 3911,73t_{\text{ов}}. \quad (2.36)$$

Коэффициенты регрессии уравнения зависят от размерности объясняющих переменных и не могут сравниваться.

Кроме значения совокупного коэффициента детерминации важно знать вклад каждой объясняющей переменной. Он измеряется коэффициентами отдельной детерминации:

$$d_i^2 = r_{L_{\text{год}}x_i} \beta_i. \quad (2.37)$$

В результате коэффициенты отдельной детерминации для принятых переменных составят: $d_1^2 = 0,702$; $d_2^2 = 0,214$; $d_3^2 = 0,011$; $d_4^2 = 0,012$.

Таким образом, за счет вариации объема убранного снега, рабочего режима, количества выпавшего снега, температуры окружающего воздуха объясняется

70,2%, 21,4%, 1,1%, 1,2% вариации длины очищенных путей соответственно.

В литературе по математической статистике рекомендуется использовать не более трех факторных признаков [89], так как их увеличение ведет к увеличению погрешности расчетов. Учитывая, что влияние температуры на длину очищенных путей составляет всего 1,2 %, целесообразно его исключить. Графическое изображение зависимости (2.36) длины очищенных путей с учетом и без учета температуры окружающего воздуха, приведены на рисунке 2.8.

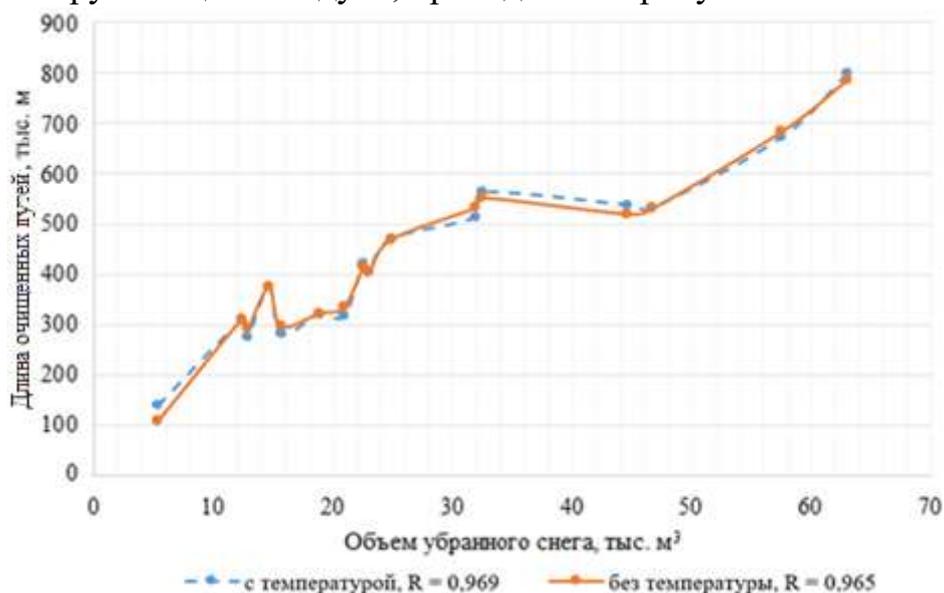


Рисунок 2.8 – Сравнение длины очищенных путей с учетом и без учета температуры окружающего воздуха

Согласно графикам (рисунок 2.8) расхождение между длиной очищенных путей с учетом и без учета температуры окружающего воздуха составляет в среднем не более 1%, поэтому исключение температуры окружающего воздуха из уравнения расчета длины очищенного от снега пути (2.36) не окажет влияния на качество расчетов. После исключения данной переменной из расчета уравнение (2.36) приобретет универсальность и может быть применено в любом регионе:

$$L_{\text{год}} = 276110 + 9,81V_c + 452,66t_{\text{pp}} - 9001365,32h. \quad (2.38)$$

Полученное уравнение (2.38) может быть использовано для анализа и прогноза длины очищенных путей ($L_{\text{год}}$), поскольку учтенные переменные объясняют 93,2% вариации длины очищенных от снега путей. Так как для расчета использовались годовые данные работы машин, эту формулу возможно

использовать только при долгосрочном планировании или определении эффективности работы машины за год на всей сети ОАО «РЖД».

Для краткосрочного планирования работы машины рассчитано уравнение длины очищенных от снега путей за смену с использованием используя данных таблицы 2.18.

Таблица 2.18 – Исходные данные для расчета матрицы за рабочую смену по статистическим данным за 2019-2021 гг.

№	Машины	Длина очищенных путей ($L_{\text{смен}}$), м	Объем убранного снега (V_c), м ³	Время работы машины (t_{pp}), ч	Среднее количество осадков (h), м	Температура воздуха ($t_{\text{ов}}$), °С
1	СМ-2 № 1810	1257,1	114,06	0,79	0,037	-3,9
2	ПСС-1К № 115	3368,5	75,03	1,95	0,009	-9
3	СМ-2 № 1195	3624,4	268,3	2,32	0,03	-15,1
4	СМ-7 № 1861	3372	132,54	2,84	0,016	-8,6
5	СМ-2М № 1825	6642,1	470,59	2,75	0,029	-14,9
6	СМ-2 № 1608	2342	314,08	1,62	0,055	-13,9
7	СМ-7 № 1862	3271,3	238,94	1,8	0,03	-15,2
8	СМ-2 № 1026	2784,9	106,48	1,94	0,016	-6,5
9	СМ-2М № 1651	3065	103,33	1,71	0,014	-7,9
10	СМ-2 № 1801	3148,6	126,76	2,24	0,016	-7,7
11	СМ-2 № 1801	3585,3	240,89	2,94	0,027	-14,1
12	СМ-2 № 1608	3363,5	309,28	2,33	0,038	-8,6
13	СМ-2 № 1026	4723	268,16	2,54	0,023	-4,9
14	СМ-7 № 1862	5216,2	188,95	2,95	0,015	-7,7
15	СМ-2 № 1810	5986,9	532,15	3,39	0,036	-13,9
16	СМ-2М № 1825	5551,2	434,35	2,71	0,032	-7,32
В среднем		3831,4	245,24	2,30	0,026	-9,95

Результаты расчета матрицы длины очищенных от снега путей для краткосрочного планирования представлены в таблице 2.19

Таблица 2.19 – Матрица за рабочую смену по статистическим данным за 2019 - 2021 гг.

Признаки	$L_{\text{смен}}$	V_c	t_{pp}	h	$t_{\text{ов}}$
$L_{\text{смен}}$	1	0,733	0,81	-0,075	-0,281
V_c	0,733	1	0,552	0,594	-0,509
t_{pp}	0,81	0,552	1	-0,16	-0,303
h	-0,075	0,594	-0,16	1	-0,383
$t_{\text{ов}}$	-0,281	-0,509	-0,303	-0,383	1

С учетом данных, приведенных в таблице 2.19, система уравнений примет вид:

$$\begin{cases} \beta_1 + 0,81\beta_2 - 0,075\beta_3 - 0,281\beta_4 = 0,733 \\ 0,552\beta_1 + \beta_2 - 0,16\beta_3 - 0,303\beta_4 = 0,81 \\ 0,594\beta_1 - 0,16\beta_2 + \beta_3 - 0,383\beta_4 = -0,075 \\ -0,509\beta_1 - 0,303\beta_2 - 0,383\beta_3 + \beta_4 = -0,281. \end{cases}$$

Применив метод Гаусса, получены значения β - коэффициентов:

$$\beta_1 = 1,147; \beta_2 = 0,075; \beta_3 = -0,726; \beta_4 = 0,048.$$

Тогда уравнение регрессии в стандартизированном виде:

$$\hat{t}_{L_{\text{смен}}} = 1,147t_1 + 0,075t_2 - 0,726t_3 + 0,048t_4.$$

Коэффициент множественной корреляции

$$R = \sqrt{0,733 \cdot 1,147 + 0,81 \cdot 0,075 + (-0,075) \cdot (-0,726) + (-0,281) \cdot 0,048} = 0,971.$$

Коэффициент множественной детерминации

$$R^2 = 0,943.$$

Уравнение зависимости длины очищенных путей от объема убранного снега, времени рабочего режима, высоты убранного снега, температуры окружающего воздуха:

$$L_{\text{смена}} = 3047,8 + 11,63V_c + 165,46t_{\text{pp}} - 86198,13h + 17,02t_{\text{ов}}. \quad (2.39)$$

Коэффициенты отдельной детерминации для принятых переменных будут составлять: $d_1^2 = 0,841$; $d_2^2 = 0,061$; $d_3^2 = 0,054$; $d_4^2 = 0,013$.

Таким образом, за счет вариации объема убранного снега, рабочего режима, количества выпавшего снега, температуры окружающего воздуха объясняется 84,1%, 6,2%, 5,5% и 1,3% вариации длины очищенных от снега путей соответственно. Уравнение (2.39) без температуры окружающего воздуха примет вид (2.40):

$$L_{\text{смена}} = 3005,3 + 11,54V_c + 139,57t_{\text{pp}} - 87950,27h. \quad (2.40)$$

Полученное уравнение (2.40) может быть использовано для анализа и прогноза длины очищенных путей ($L_{\text{смена}}$), поскольку учтенные переменные объясняют 96,1% вариации длины очищенных от снега путей, так как для расчета принимались суточные данные работы машин. Формулу (2.40) можно использовать

только при краткосрочном планировании или определении эффективности работы машины за сутки.

2.4.1 Анализ теоретических и экспериментальных результатов

Сходимость результатов расчета (теоретических) и реальных (экспериментальных) данных определена путем оценки их абсолютной и относительной погрешности (или ошибки), а также критерия Стьюдента. Результат исследования имеет действительную ценность лишь при условии, что определена его погрешность и ее величина незначительна [90].

Разница между теоретическим значением величины $L_{\text{годтеор}}$ и ее истинным (экспериментальным) $L_{\text{год}}$ представляет собой абсолютную погрешность измерения $\Delta L_{\text{год}}$:

$$\Delta L_{\text{год}} = L_{\text{годтеор}} - L_{\text{год}}. \quad (2.41)$$

Величина $\Delta L_{\text{год}}$ показывает, насколько измеренное значение отличается от истинного, но одна абсолютная погрешность не может полностью охарактеризовать точность выполненного измерения. Для характеристики точности рассчитана так же относительная погрешность E [91], представляющая собой отношение модуля абсолютной ошибки к истинной величине:

$$E = \frac{|\Delta L_{\text{год}}|}{L_{\text{год}}} \times 100\%. \quad (2.42)$$

Анализ теоретических и экспериментальных результатов, приведенных в таблице 2.20, показал, что:

- абсолютная погрешность имеет в шести случаях из десяти отрицательную величину, значит теоретическое значение меньше фактического (экспериментального).

- относительная погрешность E колеблется от 0,2% до 9,9%, среднее значение $E = 4,71\%$, что указывает на допустимый размер погрешности, так как меньше 5%.

Таблица 2.20 - Сравнение теоретических и экспериментальных результатов

№	Машины	Фактическая длина очищенных путей ($L_{\text{год}}$), м	Теоретическая длина очищенных путей ($L_{\text{годтеор}}$), м	Абсолютная погрешность, ($\Delta L_{\text{год}}$), м	Относительная погрешность (E), %
1	СМ-2 № 1026	409379	414420	5040,969	1,2
2	СМ-2 № 1801	469139	468294,3	-844,683	0,2
3	СМ-2 № 1026	562040	519193,9	-42846,1	7,6
4	СМ-2 № 1801	484018	531713,7	47695,75	9,9
5	СМ-2М № 1825	318822	296958,9	-21863,1	6,9
6	СМ-7 № 1862	340217	334805	-5412,04	1,6
7	СМ-2М № 1825	804917	783938,2	-20978,8	2,6
8	СМ-2 № 1810	646593	681947	35354,03	5,5
9	СМ-2 № 1608	507895	551438,8	43543,75	8,6
10	СМ-2 № 1608	332564	322677,6	-9886,39	3,0
В среднем		487558,4	490538,7	-	4,71

Для оценки достоверности фактических и теоретических значений использован метод t -теста или критерий Стьюдента [92], позволяющий сравнить средние значения двух выборок, и на основе результатов теста сделать заключение о том, различаются ли они друг от друга или нет.

Вычисление значения t осуществлялось по формуле:

$$t_{\text{эмп}} = \frac{\bar{d}}{S_d}, \quad (2.43)$$

где $d_i = (L_{\text{год}_i} - L_{\text{годтеор}_i})$ - разности между соответствующими значениями переменной $L_{\text{год}_i}$ и переменной $L_{\text{годтеор}_i}$, а \bar{d} - среднее этих разностей; S_d вычислено по формуле:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \frac{(\sum d_i)^2}{n}}{n(n-1)}}. \quad (2.44)$$

После выполнения расчетов, сравнивается полученное значение t -критерия Стьюдента [90], равное 0,3, с критическим при $p = 0,05$, равным 2,1. Так как рассчитанное значение критерия меньше критического $t_{\text{эмп}} < t_{\text{крит}}$, то наблюдаемые различия статистически незначимы (уровень значимости $p < 0,05$),

следовательно нулевая гипотеза принимается или выведенные уравнения достоверны.

Вывод: проверка аналитических формул для определения длины очищенных от снега путей $L_{\text{год}}$ подтвердила правильность выбора параметров математической модели.

Выводы по второй главе

1. Анализ показателей системы АС КРСПС выявил их соответствие реальным данным работы снегоуборочных машин типа СМ и ПСС.

2. Анализ статистических данных (длины очищенных путей, объема убранного снега, временем работы снегоуборочной машины и температуры), выявил сильную связь между длиной очищенных от снега путей и временем работы снегоуборочной машины, а между длиной очищенных путей и объемом убранного снега – среднюю.

3. Учитывая выводы главы 1 и наличие данных о прогнозируемой величине осадков и длине очищенных путей, предлагается использовать новые нормы выработки, основанные на длине очищаемых путей. Объем убранного снега должен стать косвенной величиной, характеризующей обоснованность/не обоснованность применения техники.

4. Разработана математическая модель процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС, включающая объем убранного снега, длину очищенных путей, время рабочего режима, учитывающая степень влияния каждого фактора на эффективность использования машин.

5. Исключение температуры окружающего воздуха из уравнения расчета длины очищенного от снега пути, позволяет производить расчеты с погрешностью, не превышающей 1%.

6. Анализ теоретических значений параметров, рассчитанных в математической модели рабочего процесса снегоуборочной машины, показывает

сходимость со значениями реальных (экспериментальных) данных процесса очистки путей от снега в пределах 5%.

7. Для обоснования нормы выработки, основанной на длине очищаемых путей и данных о прогнозируемой величине осадков необходимо определить взаимосвязь длины очищенных путей и величины снежного покрова.

3 ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПУТЕЙ ОТ СНЕГА

3.1 Фотография рабочего дня как метод исследования структуры режимов работы снегоуборочной техники

Исследование распределения времени рабочего дня конкретного экипажа машины, проведено путем составления фотографии рабочего дня, куда заносились наблюдения и измерения всех затрат времени на выполнение рабочих операций. Фотография рабочего дня считается простым и эффективным средством получения и анализа объективной информации [93, 94].

Существует четыре вида фотографии рабочего дня [95, 96]. Классификация зависит от числа объектов наблюдения и целевого задания. С помощью индивидуальной фотографии рабочего дня (ФРД) определяют затраты времени отдельными исполнителями. Групповая ФРД наблюдают за деятельностью нескольких сотрудников, связанных между собой рабочим процессом. Комплексная ФРД - выявляет взаимосвязь отдельных производственных процессов, дает возможность понять структуру производственных процессов, определяет показатель целесообразного использования машин, позволяет разработать комплекс мер по увеличению эффективности труда. Самофотография выполняется сотрудником самостоятельно [97].

В нашем случае самофотографией рабочего дня можно считать данные с программного обеспечения АСУ СПС, так как информация передается непосредственно самим машинистом. Программа АС КРСПС тоже выполняет ФРД. Ранее отмечалось, что анализ показателей системы АС КРСПС выявил их соответствие реальным данным работы снегоуборочных машин типа СМ и ПСС. Анализ диаграмм длительности работы снегоуборочных машин типа СМ и ПСС в различных режимах, отраженных в системе АС КРСПС, выявил низкий процент производительного времени в рабочем режиме. Для объяснения причин выполнены комплексные исследования фотографий рабочего дня в течении трех смен, а

именно за 17.02., с 20.02. на 21.02. и в день 24.02.2021 года. Фотографию рабочего дня выполняли для машины СМ-7 №1862, так как она закреплена за станцией Инская, являющейся крупнейшей сортировочной станцией в России.

В ходе исследования были зафиксированы показатели с приборов путевой машины, а также выполнено сопоставление этих показателей с данными системами АС КРСПС и АСУ СПС за эти же дни. Некоторые данные исследования приведены ниже.

В таблице 3.1 указаны время (по МСК), режим работы, количество убранного снега в м³ с экрана.

Таблица 3.1 - Данные исследования за 17.02.21

Время	Режим работы (РР, ХР, ТР)	Длительность, мин.	Длина, м	Кубы с экрана	АС КРСПС	АСУ СПС
				Наработка, м ³		
04:28	ХР	64	-	305	303,48	1260
05:33	ТР	15	3240			
05:50	ХР	18	-			
06:09	ТР	4	820			
06:15	ХР	4	-			
06:20	ТР	14	3710			
06:35	РР	14	952	348	41,24	
06:55	ТР	2	580			
06:58	ХР	40	-			
07:40	РР	2	250			
07:43	ХР	17	-			
08:00	РР	16	528	390	36,30	
08:20	ХР	16	-			
08:37	ТР	9	2000			
08:47	РР	22	498	440	47,21	
09:11	ХР	3	-			
09:15	ТР	3	430			
09:19	ХР	15	-			
09:36	ТР	5	790			
09:43	ХР	3	-			
09:47	РР	3	140			
09:51	ХР	21	-			
10:13	ТР	2	160			
10:15	ХР	3	-			
10:19	ТР	2	170			
10:21	ХР	16	-			
10:39	ТР	10	2140			
10:49	РР	26	711	53	51,52	
11:16	ХР	5	-			

Продолжение таблицы 3.1

11:21	ТР	11	1400		
11:34	РР	4	151		
11:40	ХР	13	-		
11:54	ТР	6	1540		
12:01	ХР	3	-		
12:06	РР	26	557	68	65,43
12:32	ТР	2	560		
12:35	ХР	3	-		
12:39	ТР	2	540		
12:45	ХР	9	-		
12:55	РР	2	112	76	5,63
12:58	ТР	4	320		
13:02	РР	3	146		
13:07	ХР	22	-		
13:29	ТР	2	320		
13:32	ХР	44	-		
14:17	ТР	4	1310		
14:22	РР	21	742	50	48,92
14:43	ТР	2	450		
14:46	ХР	8	-		
14:55	ТР	2	270		
14:58	ХР	15	-		
15:14	ТР	8	1790		
15:23	ХР	2	-		
15:26	ТР	5	660		
15:31	ХР	1	-		
	РР	$\Sigma = 134$	$\Sigma = 4100$		$\Sigma = 296,25$
		$\Sigma = 598$	$\Sigma = 27987$	$\Sigma = 314$	

Подсчет объема убранного снега при формировании фотографии рабочего дня, представленной в таблице 3.1, производился при помощи данных, полученных с экрана блока управления программного комплекса АС КРСПС, расположенного в кабине снегоуборочной машины. Произведена сверка данных, переданных АС КРСПС и занесенных машинистом в АСУ СПС. При сравнении данных с экрана АС КРСПС, установленного в кабине и переданных на сервер имеется расхождение, составляющее 6%, что входит в допустимое отклонение. Также при проведении фотографии рабочего дня было отмечено, что после первой выгрузки, проведенной в 7:40 мск времени, данные о количестве набранного снега за цикл не

изменились и ко второй выгрузке достигли 440 м³. Это превышает конструкционную вместимость (340 м³) на 22%. Данный объем набранного снега снегоуборочной машиной свидетельствует о ненажатии кнопки выгрузки системы АС КРСПС при фактическом включении выбросного транспортера, что не позволило программе зафиксировать выгрузку снега и произвести обнуление передаваемых данных на сервер. При выполнении последующих выгрузок в данную смену ошибки не допускались, за смену было выполнено 4 выгрузки.

Анализ данных с АС КРСПС и АСУ СПС за 17.02.21 машины СМ-7 №1862, выявил несоответствие загруженного снега 296,25 м³ и 1260 м³, что составило 4,25 раза. При фактически выполненных 4 выгрузках и данных с АСУ СПС, машинист за один рабочий цикл производил загрузку $1260/4 = 315$ м³ снега. Расхождения также выявлены во времени работы машины: по АСУ СПС составляет 720 минут (12 часов), по АС КРСПС 598 минут (9,96 часа), полезное время, затрачиваемое на уборку снега, составило 134 минуты (2,23 часа) или 22% от времени работы машины. Столь незначительное время работы машины сложилось из-за длительных простоев (5,75 часа) и времени на транспортировку. Так, при полезной длине очищенного от снега пути в 4100 метров пробег машины за смену составил 27987 метров.

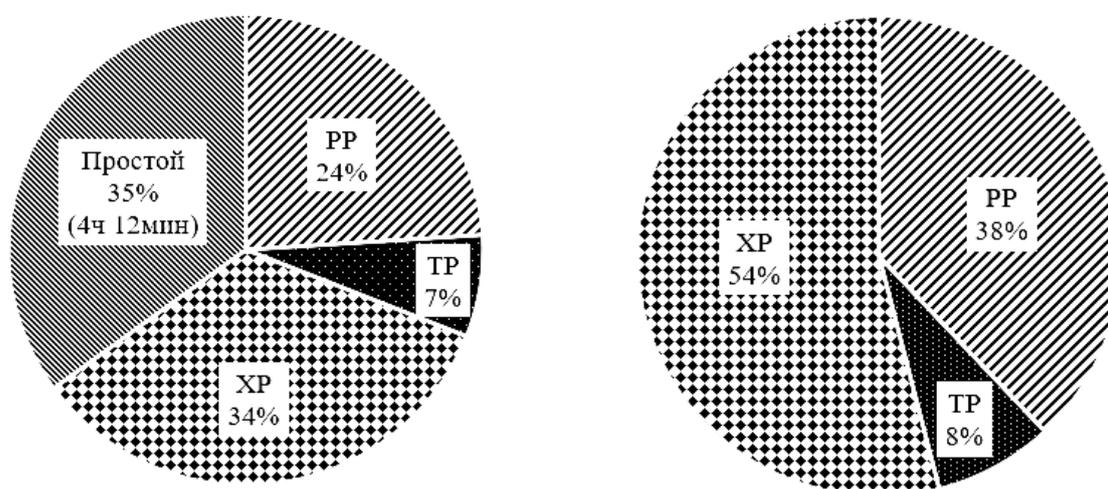
Аналогично проведены фотографии рабочего дня в ночь с 20.02. на 21.02 и в день 24.02. При анализе полученных данных также выявлены случаи не нажатия кнопки комплекса АС КРСПС бригадой машины при проведении выгрузки, длительный простой машины в холостом режиме, недогрузка машины, значительное расхождение данных, передаваемое машинистом и полученными программой АС КРСПС.

Исследование структуры режимов работы снегоуборочной техники методом ФРД и системы автоматизированного мониторинга указывает на имеющиеся недостатки в планировании, организации и учете работы, выполняемой снегоуборочными машинами.

3.2 Эффективность работы снегоуборочных машин типа СМ и ПСС

Распоряжение ОАО «РЖД» от 22.10.2013 № 2243р, регламентирует количество рейсов на выгрузку и объем убранного снега за один рейс. Проведенный анализ свидетельствует, что объем убранного снега слабо поддается планированию. Кроме того, сохранение нормативов выработки с применением показаний АС КРСПС в отчетности объема убранного снега, ведет к отсутствию у работников мотивации уборки максимального количества путей за смену и увеличению периодов между техническими обслуживаниями ввиду приписок объема убранного снега. Поэтому необходимо применение другого показателя. В качестве такого показателя предложено использовать длину очищенных от снега путей, так как связь между длиной очищенных путей и временем работы машины является доказанной. Объем убранного снега должен стать косвенной величиной, характеризующей обоснованность/необоснованность применения техники.

Для определения эффективности работы снегоуборочной машины целесообразно рассмотреть структуру рабочей смены, рисунок 3.2.



а – структура рабочей смены; б – реальная продолжительность работы машины

Рисунок 3.2 – Длительность работы машины в режимах по АС КРСПС

Анализ структуры 12-ти часовой рабочей смены (рисунок 3.2а) показывает, что рабочий режим машины составляет 24%, а время простоя - 35%. Реальная продолжительность работы машины (рисунок 3.2б), составляет в среднем 7 часов

15 минут, тогда на рабочий режим приходится 38%, а на холостой режим – 54%.

Для определения путей совершенствования рабочего процесса снегоуборочной техники выявлены причины низкой эффективности показателей, заключающиеся в особенности расчета производительности снегоуборочных поездов [80].

Время рабочего цикла снегоуборочных машин типа СМ и ПСС без учета простоев:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8, \quad (3.1)$$

где t_1, t_5 - время, необходимое для согласования и подготовки маршрута соответственно к месту работы и после загрузки к месту выгрузки снега, мин; t_2, t_6 - время следования к фронту работы и к месту выгрузки, мин; t_3 - время на установку рабочих органов машины, мин; t_4 - время загрузки снегоуборочного поезда, мин; t_7 – время на установку выбросного транспортера в рабочее состояние и транспортное положение после разгрузки, мин; t_8 - время разгрузки снегоуборочного комплекса, мин.

$$t_4 = \frac{60V_{\text{п}}K_3}{\Pi_{\text{ГМ}}}, \quad (3.2)$$

где $V_{\text{п}}$ - паспортная вместимость снегоуборочного комплекса, м³; K_3 - коэффициент загрузки снегоуборочного комплекса (0,4 ÷ 0,75 - зависит от плотности снега, погодных условий); $\Pi_{\text{ГМ}}$ - производительность ротора-питателя снегоуборочного комплекса, м³/ч.

Время следования к месту выгрузки t_6 , мин:

$$t_6 = \frac{60L_{\text{в}}}{V_{\text{ср}}}, \quad (3.3)$$

где $L_{\text{в}}$ - средняя дальность отвоза снега (зависит от условий станций); $V_{\text{ср}}$ - средняя скорость движения поезда на разгрузку, км/ч.

Время разгрузки снегоуборочного комплекса t_8 , мин:

$$t_8 = \frac{V_{\text{п}}K_3}{60Bhv_{\text{тр}}}, \quad (3.4)$$

где B - ширина транспортной ленты выбросного конвейера, м; h - средняя высота загрузки снега на транспортной ленте выбросного конвейера, м; $v_{\text{тр}}$ - скорость перемещения транспортной ленты выбросного конвейера при разгрузке, м/с.

Расчетная производительность снегоуборочной машины Π_c (м³/ч):

$$\Pi_c = \frac{V_{\text{п}} K_3}{T_{\text{ц}}} 60, \quad (3.5)$$

где $T_{\text{ц}}$ - времени рабочего цикла, мин.

Как видно из формул (3.1), (3.2), (3.3) и (3.4), в них учитывается $V_{\text{п}}$ - паспортная вместимость снегоуборочного комплекса, которая определяется максимально возможной конструктивной вместимостью полувагонов. Как было сказано в пункте 3.2, паспортная вместимость снегоуборочного комплекса, составляющая 340 м³, не является достоверной величиной и должна составлять не более 234 м³ при двухвагонном исполнении.

Время загрузки снегоуборочного поезда t_4 (3.2) также учитывает производительность ротора-питателя, составляющую 1200 м³/ч при высоте убираемого снега 0,8 метра. В ОАО «РЖД» при уровне снега в 0,15 м на станциях выдается экстренное предупреждение для очистки путей от снега, такой уровень убираемого снега не достигается, то есть ротор-питатель не выдает заданные характеристики. Необходимо при расчете времени загрузки снегоуборочного поезда учитывать переменные, которые являются подтвержденными и учитывающие уровень выпадающего снега, поэтому формула t_4 приняла вид:

$$t_4 = \frac{0,06 V_{\text{т}} K_3}{B h v_{\text{пр}}}, \quad (3.6)$$

где $V_{\text{т}} = 234$ м³ - вместимость снегоуборочного комплекса, м³; h - высота снежного покрова, м; b - ширина захвата снегоуборочной машиной (с крыльями- 5,1м; без крыльев - 2,45м); $v_{\text{пр}} = 2$ км/ч - средняя скорость движения машины в рабочем режиме, км/ч.

В пункте 2.1 было обосновано использование длины очищенных от снега путей в качестве основного показателя для расчета нормативов снегоуборочных машин взамен объема убранного снега, в том числе это можно применить и при

определении производительности машины. Это позволит при организации работы станции планировать работу по очистке путей исходя из их длины и количества выпавшего снега.

Эксплуатационная производительность снегоуборочной машины $\Pi_э$ ($\text{м}^3/\text{ч}$) с учетом длины очищенных путей и количества выпавшего снега:

$$\Pi_э = \frac{hbL_{\text{смена}}}{n_в T_{\text{ц}}} 60, \quad (3.7)$$

где h – высота снежного покрова, м; b – ширина захвата снегоуборочной машиной (с крыльями- 5,1 м; без крыльев – 2,45 м); $L_{\text{смена}}$ – длина очищенных путей за смену, м; $n_в$ – количество выгрузок, шт.

Формула (3.7) в отличие от формулы (3.5) учитывает высоту убираемого снежного покрова, ширину захвата и длину очищенных путей.

Таким образом, выявлена зависимость производительности машины от длины очищенных путей, высоты убранный снега и времени цикла, являющаяся основой для расчета технологических параметров, необходимых для планирования работ по уборке снега при организации работы станции.

Проблема совершенствования организации рабочего процесса снегоуборочной техники представляет собой многофакторную задачу. Решение этой задачи требует, во-первых, оценки целесообразности применения снегоуборочной техники различного типа и ее состава в зависимости от места очистки, уровня выпавшего снега; во-вторых, анализа структуры рабочего процесса, с целью снижения доли режима холостого хода за счет использования автоматизированного мониторинга для увеличения эффективности использования машин данного типа.

3.3 Исследование зависимостей эксплуатационной производительности машины и длины очищенных путей

Для определения оптимальных показателей работы снегоуборочных машин необходимо смоделировать процесс очистки снега с путей при разных высотах убираемого снега и изменении времени согласования маршрутов.

Высоты убираемого снега взяты с шагом 0,05 м в диапазоне от 0,05 м до 0,15 м. Минимальная граница диапазона высоты 0,05 м является средним уровнем снега, убираемого снегоуборочными машинами в настоящее время. В Инструкции [13] указывается, что «сильный снегопад» с уровнем осадков 0,2 м или «сильный мокрый снег» с уровнем осадков 0,15 м могут привести к остановке станции, поэтому при получении подобного прогноза принимают экстренные меры по недопущению данного уровня осадков на железнодорожных путях. Из-за этого максимальная высота убираемого снега принята 0,15 м.

Время согласования маршрута - это время, необходимое для согласования и подготовки маршрута соответственно к месту работы и после загрузки к месту выгрузки снега. В исследовании это время было ограничено промежутком от 5 до 30 минут. В настоящее время 30 минут - это среднестатистическое время согласования, а 5 минут – реально возможное минимальное время согласования при планировании работ заранее.

Были определены оптимальные показатели, которые будут являться основанием для установления новых нормативов с помощью математического моделирования.

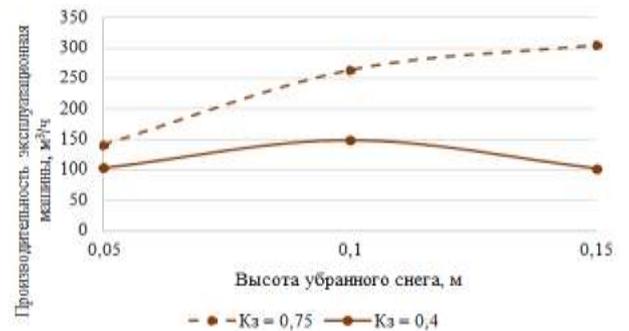
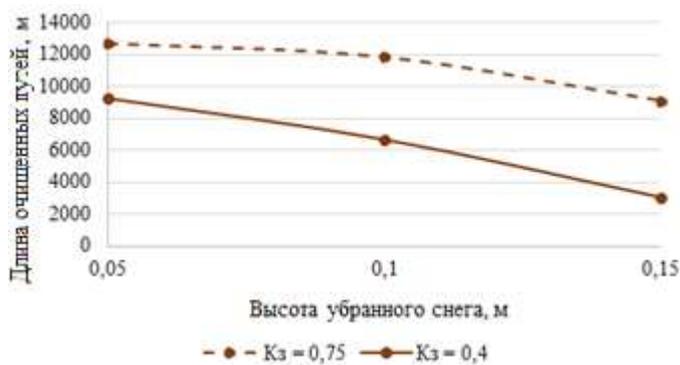
В данном случае моделирование будет заключаться в исследовании зависимостей изменения основных показателей процесса очистки путей от снега, позволяющих определить их оптимальные значения и выявить пути совершенствования организации технологического процесса.

Основными показателями процесса очистки путей от снега, как было определено ранее, являются эксплуатационная производительность, высота убранного снега, длина очищенных путей, время согласования.

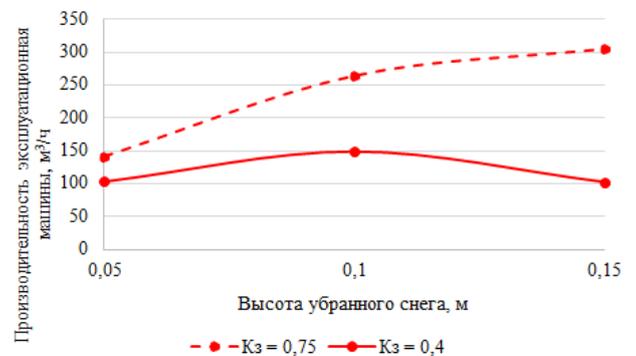
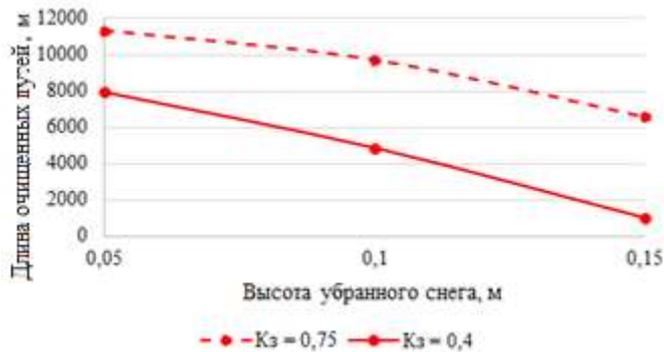
При построении моделей приняты следующие ограничения: высота убранного снега от 0,05 до 0,15 метров, время согласования от 10 до 30 мин, коэффициент заполнения от 0,4 до 0,75, скорость машины в рабочем режиме 2 км/ч, расстояние до места выгрузки 2 км, длительность смены 12 часов.

3.3.1 Зависимости изменения эксплуатационной производительности машины и длины очищенных путей от высоты убранный снега и времени согласования

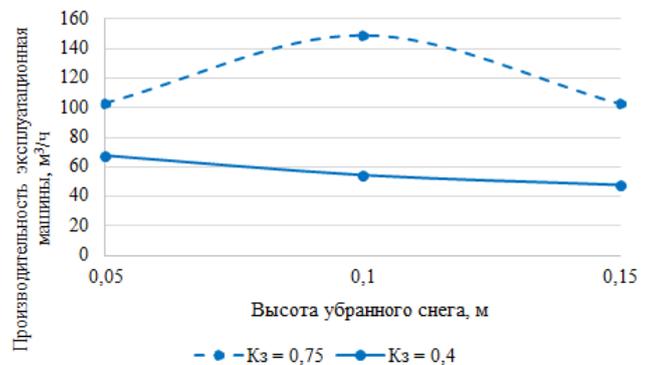
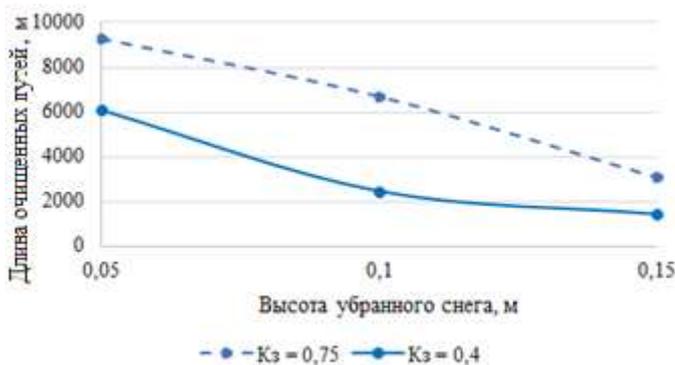
Полученные зависимости изменения эксплуатационной производительности снегоуборочной машины и длины очищенных путей от времени согласования, высоты убранный снега и коэффициента заполнения (K_3) полувагонов для определения оптимального нормативного показателя приведены на рисунках 3.3, 3.4, 3.5, 3.6).



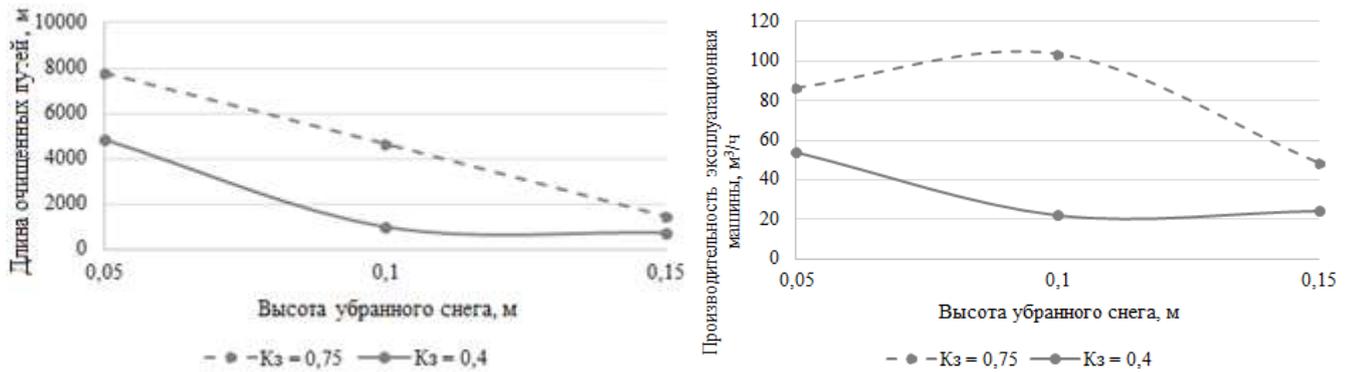
а



б



в



Г

а - при времени согласования 5 минут; б - при времени согласования 10 минут; в - при времени согласования 20 минут; г - при времени согласования 30 минут

Рисунок 3.3 – Зависимость эксплуатационной производительности от высоты убранного снега

При времени согласования 5 минут и коэффициенте загрузки 0,75 (рисунок 3.3 а) длина очищенных путей варьируется при уровне снега от 0,05 м до 0,15 м – 12723 метров и 9142 метров соответственно, что на 73% и 34% больше, чем длина очищенных путей при коэффициенте загрузки, равном 0,4.

При времени согласования 10 минут и коэффициенте загрузки 0,75 (рисунок 3.3б) длина очищенных путей варьируется при уровне снега от 0,05 м до 0,15 м – 11350 метров и 6586 метров соответственно, что на 70% и 15,5 % больше, чем длина очищенных путей при коэффициенте загрузки, равном 0,4. Таким образом, при увеличении времени согласования с 5 минут до 10 и $K_z = 0,4$ резко сокращается длина очищенных от снега путей.

При анализе зависимостей, приведенных на рисунке 3.3, выявлено: при времени согласования 5 минут, максимальном коэффициенте заполнения 0,75 и уровне снега 0,05 м длина очищенных путей составляет 12723 м, а при времени согласования 30 минут и тех же условиях длина очищенных путей – 7781 м, что на 61% меньше. При коэффициенте заполнения 0,4 и уровне снега 0,05 м длина очищенных путей составляет 9275 м, а при времени согласования 30 минут и тех же условиях длина очищенных путей – 4837 м, что на 52% меньше.

То есть, чтобы работа снегоуборочной техники была эффективной при минимальном коэффициенте загрузки необходимо сокращать время на согласование маршрутов.

Для выявления оптимальных значений, основных показателей процесса очистки путей от снега, построены обобщенные зависимости длины очищенных путей и эксплуатационной производительности от высоты убранный снега, при коэффициенте заполнения 0,57, представленные на рисунке 3.4, а также длины очищенных путей и эксплуатационной производительности от времени согласования, представленные на рисунке 3.5.

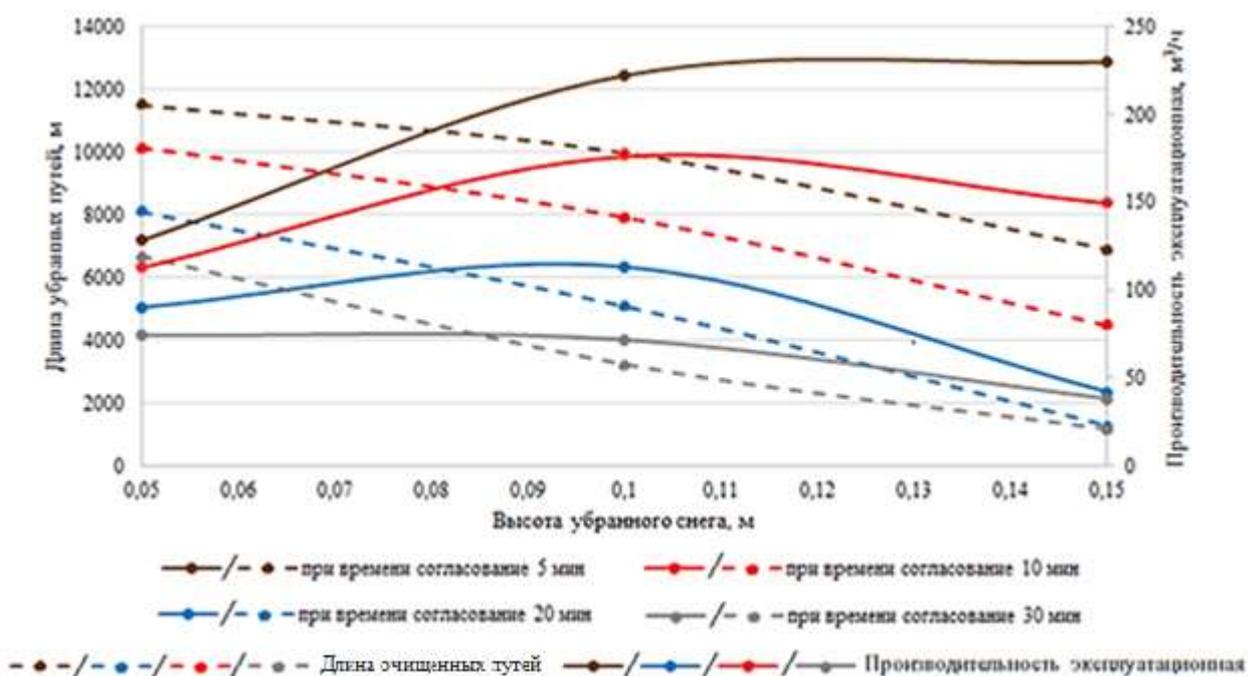


Рисунок 3.4 – Зависимость длины очищенных путей и эксплуатационной производительности от высоты убранный снега, при $K_3 = 0,57$

Обобщенные зависимости длины очищенных путей и эксплуатационной производительности от высоты убранный снега, представленные на рисунке 3.4, выявили:

1. При времени согласования 5 минут и при высоте снега 0,05-0,1 м наблюдается резкий рост производительности от 130 м³/ч до 220 м³/ч, то есть на 69%.

2. Максимальная производительность машин при каждом из вариантов времени согласования достигается при высоте снега 0,1-0,11 м, что соответствует требованиям действующей инструкции о применении машин типа СМ и ПСС. При времени согласования 10 минут очистка путей от снега толщиной менее 0,1 м увеличивает длину очищенных путей не более чем на 20%, при этом производительность уменьшается в 1,8 раза. Увеличение толщины снежного покрова более 0,11 м ведет к снижению длины очищенных от снега путей более чем на 50 % при снижении эксплуатационной производительности менее 20%.

3. Увеличение времени согласования до 20 минут уменьшает длину очищенных от снега путей при высоте покрова 0,1 м с 8000 м до 5000 м со снижением максимальной эксплуатационной производительности до 110 м³/ч (на 40%).

Причем эксплуатационная производительность при толщине снега 0,05 м становится больше, чем при толщине снега 0,15 м, что свидетельствует о неправильной организации работы. При увеличении уровня снега растет количество выгрузок и соответственно увеличивается количество согласований, что при времени согласования 20 минут и более дает обратный эффект – снега больше, а производительность меньше.

4. При времени согласования 30 минут подтверждается предыдущий вывод о неправильной организации работы, так как эксплуатационная производительность падает с увеличением толщины снега.

Обобщенные зависимости длины очищенных путей и эксплуатационной производительности от времени согласования, представленные на рисунке 3.5, выявили:

1. Увеличение времени согласования наиболее существенно уменьшает длину очищенных путей при толщине снега более 0,1 м.

2. Падение эксплуатационной производительности для всех толщин убираемого снега наиболее значительно в интервале времени согласования от 5 до 15 минут и составляет соответственно при 0,1 м – на 40%, а при 0,15 м – уже на 70%.

3. При времени согласования 5 минут эксплуатационная производительность при толщине снега от 0,1 до 0,15 м максимальна и составляет около 220 м³/ч, при этом превышает в 1,7 раза значение при 0,05 м.

4. При уровне убираемого снега 0,05 м увеличение времени согласования не оказывает столь существенного влияния на длину очищенных путей и производительность. Максимальная производительность составляет 125 м³/ч, увеличение времени согласования маршрута на 10 минут влечет снижение производительности не более 25 м³/ч.

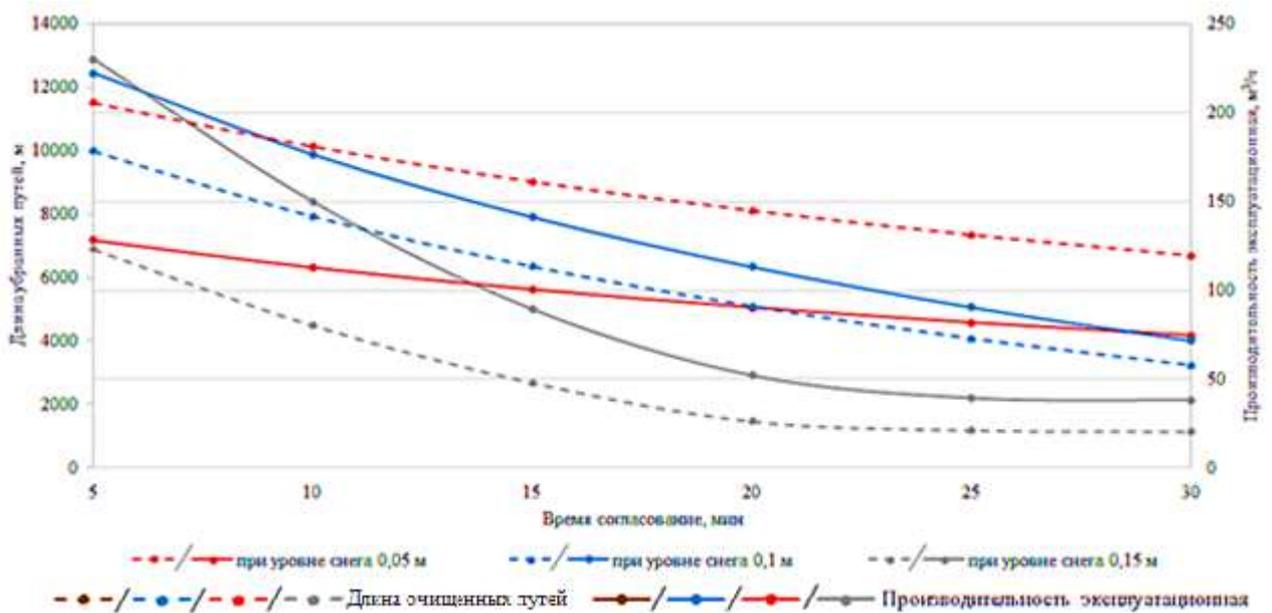


Рисунок 3.5 - Зависимость длины очищенных путей и эксплуатационной производительности от времени согласования

Обобщенный анализ зависимостей, приведенных на рисунках 3.4 и 3.5, выявил:

1. Время согласования маршрута следования 5 минут при очистке путей от снега толщиной от 0,1 до 0,15 м обеспечивает наибольшую длину очищенных путей при максимальной эксплуатационной производительности машин 220 м³/ч. Очистка путей от снега толщиной менее 0,1 м увеличивает длину очищенных путей не более чем на 20%, при этом производительность уменьшается в 1,7 раза до 125 м³/ч при толщине снега 0,05 м.

2. Для всех толщин убираемого снега снижение длины очищенных путей и эксплуатационной производительности машин, наиболее значительно при увеличении времени согласования маршрута с 5 до 15 минут и составляет при толщине снега 0,1 м – на 35% и 40% соответственно, а при 0,15 м – на 65% и 70%.

Таким образом, выявлены зависимости производительности машины и длины очищенных путей от высоты выпавшего снега и времени согласования. Эти зависимости позволяют установить новые нормативы - оптимальное время согласования от 5 до 10 минут, толщину снежного покрова 0,1-0,15 м, выработку на машину в смену около 8000 м, при 12-ти часовой смене, коэффициенте средней загрузки 0,57 и расстояние до выгрузки 2 км. При этом эксплуатационная производительность будет составлять 150 – 220 м³/ч (рисунок 3.5).

При толщине убираемого снега 0,05 м и времени согласования от 5 до 10 минут выработка на машину составит около 11000 м при производительности около 100-125 м³/ч.

3.4 Модель проведения ремонтов в зависимости от длины очищенных путей

Объем убранного снега является нормативным показателем для межремонтного пробега машин СМ: ТР-1 - 300 тыс. м³ убранного снега, ТР-2 – 600 тыс. м³, КР-1 - 1,8 млн. м³ [71].

На сегодняшний день сроки проведения ремонтов определяются по данным объема убранного снега, взятым с программы АСУ СПС, то есть по данным, которые ведут бригады снегоуборочных машин. Средняя наработка машин за 2019-2020 и 2020-2021 гг. составила 126,2 тыс. м³ убранного снега. Если сопоставить средний объем убранного снега с нормативным показателем для межремонтного пробега ТР-1, ТР-2, КР-1, то сроки проведения ремонтов составят 2,4; 4,8; 14,3 года соответственно.

Ранее в первой главе было доказано, что показатели, взятые с программы АСУ СПС, не являются достоверными и принято решение использовать данные из программного обеспечения АС КРСПС, которое производит подсчет очищенного

снега не по переданным данным от бригад снегоуборочных машин, а от датчиков, установленных на машинах типа СМ и ПСС.

По информации, представленной в пункте 2.1, средняя наработка машины по программе АС КРСПС составляет 27,3 тыс. м³ убранного снега, что позволяет определить истинные сроки проведения ремонтов для ТР-1, ТР-2, КР-1, составляющие соответственно: 11; 22; 66 лет. Очевидно, что это не соответствует жизненному циклу снегоуборочных машин, так как превышают календарные графики для проведения ремонтов и их срок службы [16].

Так как основной задачей работы снегоуборочных машин является своевременная очистка пути от снега для предотвращения остановки движения железнодорожного транспорта, ранее было обосновано решение о замене нормы выработки машин, основанной на величине объема убранного снега и количестве выгрузок на норму выработки, основанную на длине очищенных путей при прогнозируемой величине снежного покрова. Поэтому логично и нормативные показатели для межремонтного пробега машин типа СМ и ПСС, в настоящее время определяемые объемом убранного снега, заменить на длину очищенных путей. Данные по длине очищенных путей также учитываются программой АС КРСПС.

Для определения связи между научно обоснованными нормативными показателями межремонтного пробега и величиной длины очищенных путей следует воспользоваться уравнением (2.24), преобразовав его. Для расчета нормативных сроков проведения ремонтов по длине очищенных путей нужно найти L_n – нормативную длину очищенных путей, м, подставив V_n – нормативный объем убранного снега, м³:

$$L_n = 7,3175V_n + 228523. \quad (3.8)$$

После подстановки нормативных объемов убранного снега V_n (графа 2 таблица 3.2) для проведения ремонтов в уравнение (3.8) получены нормативные величины длины очищенных путей L_n , представленные в таблице 3.2 (графа 3). Так, при подстановке нормативного объема убранного снега $V_{нТР-1} = 300$ тыс. м³ в уравнение (3.8) можно получить значение длины очищенных путей $L_{нТР-1} = 2\,424$

тыс. м, что будет являться необходимой наработкой на ТР-1 при введении нового норматива.

Следует определить периодичность проведения ремонтов в зависимости от длины очищенных путей в годах (графа 4 таблица 3.2). При введении новых нормативов на проведение ремонтов в зависимости от длины очищенных путей с учетом средней длины очищенных путей по программе АС КРСПС за год 433,2 тыс. м. периодичность проведения ТР-1 составит 6 лет.

Таблица 3.2 - Нормативные сроки проведения ремонтов по длине очищенных путей в годах

Вид ремонта	Объем убранного снега (V_H), тыс. м ³	Длина очищенных путей (L_H), тыс. м	Периодичность проведения в годах
1	2	3	4
ТР-1	300	2 424	6
ТР-2	600	4 619	10,7
КР-1	1 800	13 400	31

При работе снегоуборочных машин больше всего по времени эксплуатируются приводные и тяговые цепи, редукторы, электродвигатели. По принятым стандартам наработка данных узлов и агрегатов определяется по времени их работы, поэтому необходимо также знать не только длину очищенных путей, но и время работы машины в рабочем режиме, таблица 3.3.

Можно воспользоваться уравнением (2.27), выразив из него время работы машины в рабочем режиме (графа 3 таблица 3.3):

$$t_H = \frac{L_H - 28084}{1521,5}. \quad (3.9)$$

При подстановке нового норматива на проведение ТР-1 в зависимости от длины очищенных путей в уравнение (3.9) нормативное время работы машины t_{HTR-1} составит 1574 ч.

Основным узлом, имеющим стандартизированное время наработки до отказа, является цепь ПР-50,8-227, выполненная по ГОСТ 13568-97, используемая для привода транспортеров и являющаяся тяговой для головного транспортера.

Головной транспортер является самым нагруженным узлом снегоуборочной машины, и время его работы полностью совпадает со временем работы машины в рабочем режиме.

Таблица 3.3 - Нормативные сроки проведения ремонтов от длины очищенных путей в часах

Вид ремонта	Длина очищенных путей (L_H), тыс. м	Время работы машины (t_H), ч
1	2	3
ТР-1	2 424	1 574
ТР-2	4 619	3 017
КР-1	13 400	8 788

При анализе ГОСТ 13568-97, по которому изготовлена цепь ПР-50,8-227, наработка на отказ составляет 750 часов, предлагается в регламентные виды ремонтов снегоуборочных машин ввести дополнительный вид ремонта, при котором будет производиться только замена тяговой и приводной цепи головного транспортера, как наиболее нагруженных узлов. Полную замену цепей предлагается производить каждые три года после окончания сезона, что при средней наработке машин составит 729 часов для цепей.

Таким образом, норматив наработки, основанный на длине очищенных путей, а не на объеме убранного снега, имеет коэффициент детерминации 0,939, коррелируется с наработкой узлов и агрегатов машины и обеспечивает сокращение количества обслуживаний в 1,96 раза на машину.

Выводы по третьей главе

1. Исследование структуры режимов работы снегоуборочной техники методом ФРД выявило недостатки в планировании, организации и учете работы, выполняемой снегоуборочными машинами.

2. Обоснована формула эксплуатационной производительности машины, включающая длину очищенных путей, высоту убранного снега и время цикла, значения которых имеют коэффициент детерминации 0,943, коррелируются с

данными АС КРСПС, являющейся основой для планирования работ по очистке снега при организации работы станции.

3. Выявлена зависимость между производительностью машины, длиной очищенных путей, объемом убранного снега, количеством выпавшего снега и временем рабочего цикла, являющихся основой для расчета технологических параметров.

4. Установлено оптимальное время согласования от 5 до 10 минут при толщине снежного покрова 0,1 - 0,15 м, обеспечивающее выработку на машину при 12-ти часовой смене, около 8000 метров при коэффициенте средней загрузки 0,57 и расстоянии до выгрузки 2 км. При этом эксплуатационная производительность будет равной 150 – 220 м³/ч.

5. Установлено, что время согласования маршрута следования 5 минут при очистке путей от снега толщиной от 0,1 до 0,15 м обеспечивает наибольшую длину очищенных путей при максимальной эксплуатационной производительности машин. Очистка путей от снега толщиной менее 0, 1 м увеличивает длину очищенных путей не более чем на 20%, при этом производительность уменьшается в 1,7 раза.

6. Для всех толщин убираемого снега снижение длины очищенных путей и эксплуатационной производительности машин наиболее значительно при увеличении времени согласования маршрута с 5 до 15 минут и составляет при толщине снега 0,1 м – на 35% и 40% соответственно, а при 0,15 м – на 65% и 70%.

7. Доказано, что норматив наработки, основанный на длине очищенных путей, коррелируется с наработкой узлов и агрегатов машины и обеспечивает сокращение количества обслуживаний в 1,96 раза на машину.

4 ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СНЕГА С ПУТЕЙ ОТ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ЗАТРАТ

4.1 Анализ структуры затрат ПЧМ Новосибирск и планирование работы снегоуборочных машин за смену и год

Переход от объема убранного снега к длине очищенных путей позволит эффективнее планировать работу машины, так как маршруты уборки снега на станциях и перегонах из года в год мало изменяются. Структура затрат анализируемого предприятия на содержание снегоуборочной техники, представлена на рисунке 4.1. В затраты на содержание входят следующие статьи: заработная плата, премии, техническое обслуживание и ремонт, топливо.

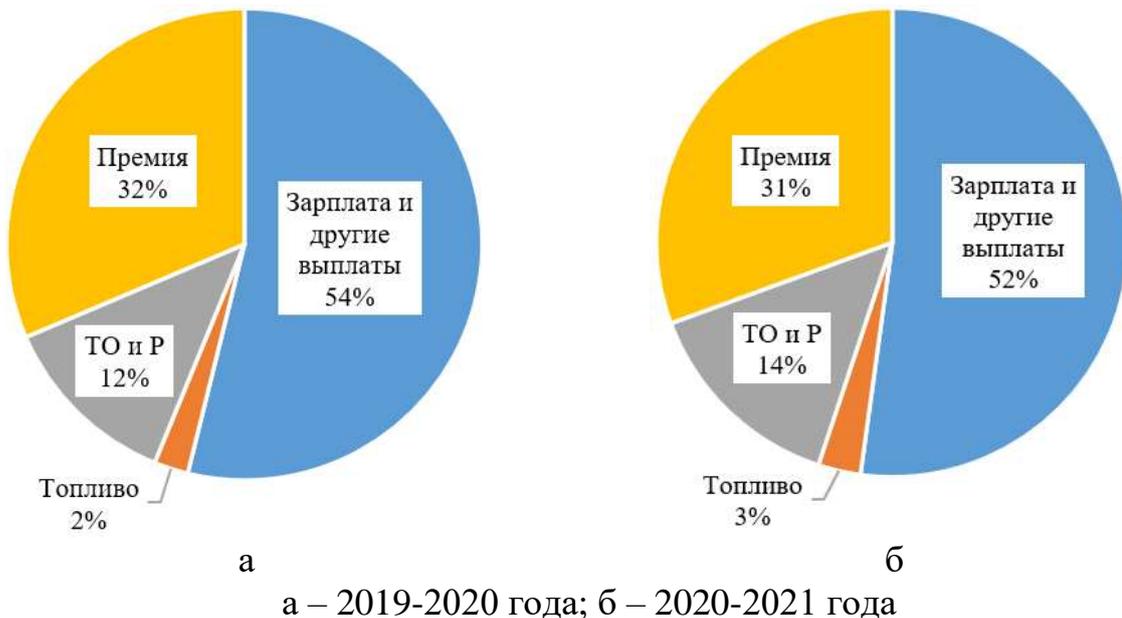


Рисунок 4.1 - Структура затрат ПЧМ Новосибирск на снегоуборочные машины

Затраты Новосибирской механизированной дистанции инфраструктуры за 2019 - 2020 и 2020 - 2021 годы соответственно составили 261 304 и 222 526 тыс. рублей, а структура затрат за анализируемый промежуток времени осталась почти неизменной.

Планирование работы снегоуборочных машин осуществляется задолго до начала сезона. Работы по планированию включают в себя расчеты по определению: необходимого количества руководителей среднего звена и работников; объема и затрат на дизельное топливо; фондов заработной платы и премирования; затрат на техническое обслуживание. Как было установлено в пункте 1.2, в настоящее время планирование производится на основании распоряжения ОАО «РЖД» от 22.10.2013 № 2243р, в котором указываются нормы на выгрузку снегоуборочных машин и потребность в снегоуборочных поездах на железной дороге. В то же время в пункте 3.2 установлено, что объем возможной загрузки снега составляет не более 234 м³, то есть уже на этапе планирования закладывается ошибка. Также нормирование минимального количества выгрузок для руководителей дистанции и персонала снегоуборочных машин, вынуждало отправлять на выгрузку незаполненную машину, а в журнале указывать объем выгрузки 340 м³. Кроме этого, в нормативах не прописана возможность расхождения наполняемости вагонов, которая должна корректироваться коэффициентом заполнения.

Необходимое количество снегоуборочной техники для конкретного участка пути (например, станции и т.п.) рассчитано по преобразованной формуле (1.1):

$$N = L_{\text{раз}}/6L_{\text{смена}}, \quad (4.1)$$

где $L_{\text{раз}}$ - суммарная развернутая длина станционных путей, убираемых от снега снегоуборочными поездами, м; 6 - количество суток, за которые станция должна быть очищена от снега [11]; $L_{\text{смена}}$ - длина очищенных путей снегоуборочной машиной за смену, определяемая по формуле (2.40):

$$L_{\text{смена}} = 3005,3 + 11,54V_c + 139,57t_{\text{pp}} - 87950,27h.$$

Таким образом, определяется количество снегоуборочных машин необходимых для очистки от снега станции или участка пути в сутки, либо количество дней, необходимых для полной очистки ж/д путей при известном количестве техники.

Зная продолжительность снегоуборочного сезона и необходимое количество снегоуборочных машин, можно определить требуемое количество персонала и объем топлива, то есть затраты на работу техники.

После окончания смены, по данным из программы АС КРСПС определяются показатели эффективности работы машины исходя из их соответствия среднестатистическим данным. На основании этих расчетов в конце месяца принимается решение о премировании.

Определение эффективности работы снегоуборочной машины за год определяется по формуле (2.38):

$$L_{\text{год}} = 276110 + 9,81V_c + 452,66t_{\text{pp}} - 9001365,32h.$$

Эта формула включает в себя те же факторные признаки, что и формула (2.40), только значения поправочных коэффициентов учитывают возможные погрешности за год для каждого из признаков соответственно.

Формула (2.38) позволяет в конце сезона подвести его итоги и сравнить результаты работы с предыдущими периодами, тем самым сравнив эффективность работы конкретной машины и парка в целом, а также выявить причины отклонений в расчетах, если показатели будут отличаться.

При выполнении обоснованных в главе 3 нормативных показателей, непроизводительные расходы, связанные с длительными режимами холостого хода и необходимыми из-за этого дополнительными рабочими сменами, для уборки той же длины пути и объема снега, будут исключены. Экономический эффект от внедрения новой методики планирования работ снегоуборочных машин типа СМ и ПСС, основанной на длине очищенных путей, рассчитан исходя из затрат на: премиальный фонд, топливо и текущие ремонты, и возможную экономию фонда заработной платы [98].

4.2 Экономический эффект от внедрения новых нормативов

4.2.1 Оптимизация расходов на премии

В настоящее время премирование работников за выполнение производственного задания в человеко-часах основано на данных о допуске персонала к работе. Премия не учитывает данные об эффективности работы машины.

Согласно Положению о премировании работников Новосибирской механизированной дистанции инфраструктуры [99, 100] (раздел II пункт 7) условия и показатели премирования сгруппированы в три уровня:

I уровень - учитывает условия, дающие право работникам ПЧМ Новосибирск на начисление премии на основании обеспечения безопасности движения поездов и условий охраны труда;

II уровень - содержит показатели премирования, определяющие ключевые задачи, которые оценивают результативность производственно-хозяйственной и экономической деятельности ПЧМ Новосибирск в целом;

III уровень - принимает во внимание индивидуальные показатели премирования, описывающие результативность индивидуальной деятельности работника или бригады, оценивающие конечные результаты их труда, исходя из задач, поставленных ПЧМ Новосибирск, и их функциональных обязанностей [Приложение В].

Для персонала бригад путевых машин при начислении премий учитывается эффективность их работы в виде оценки качества выполненной работы, за 1 км перевыполнения плана с оценкой «хорошо» +0,5%, но не более 2%, а также выполнение производственного задания по выработке обслуживаемой путевой машины (км). Для персонала, обслуживающего снегоуборочные машины, размер премий не зависит от результатов работы.

В Приложении № 2 к Положению о премировании работников Новосибирской механизированной дистанции инфраструктуры [Приложение В] за основные результаты производственно-хозяйственной деятельности машинистов, помощников машиниста снегоуборочных машин типа СМ считается выполнение производственного задания в чел.-ч, отсутствие случаев срывов работы по вине работников, выполнение лимита потребления дизельного топлива в тоннах. В зависимости от категории станции величина премирования составляет по первому и второму показателю от 19 до 29%, по третьему – 10 – 14% [88].

Количество бригад N_6 по предприятию определяется по формуле:

$$N_6 = \frac{N_r}{(N_n + \dots + N_m)}, \quad (4.2)$$

где N_r – продолжительность работы снегоуборочных машин за период очистки снега; N_n, N_d, N_j, N_f, N_m – месячные нормы работы за период очистки.

Продолжительность работы снегоуборочных машин за период очистки снега определяется по каждому конкретному предприятию, используя данные АС КРСПС за предыдущие периоды. Период процесса очистки снега зависит от природно-климатических условий конкретного предприятия. В данной работе взят период с декабря по февраль, так как именно в этот период машины работают с максимальной загрузкой.

Для данного предприятия суммарная длина очищенных путей за 2019-2020 годы 3 964 488 м, объем убранного снега 212 697 м³ за 1135 смен при 12-часовой смене, при этом средняя длина очищенных путей в смену составила 3493 метра. При минимальной ширине захвата равной 2,45 метра высота убранного снега была равной 0,022 м.

Общая продолжительность работы снегоуборочных машин за 2019-2020 годы составила 13620 часов. Месячная норма часов для работников за декабрь 2019 года – 175 ч, за январь и февраль 2020 года – 136 и 152 ч соответственно. Исходя из нормы часов и учитывая, что работники не должны перерабатывать и не дорабатывать до нормы, рассчитано количество бригад задействованных в работе машин за 2019-2020 годы.

$$N_6 = \frac{13620}{(175 + 136 + 152)} \approx 30 \text{ бригад.}$$

Из 30 бригад 13 являются работниками станции Инской с III уровнем премии, составляющей 72%, у оставшихся 17 бригад других станций III уровень премии составляет 48%.

Управление снегоуборочной машиной осуществляется бригадой в составе: одного машиниста 6 разряда и двух помощников машиниста 5 разряда.

Если в 2019-2020 гг. машинисты и помощники машинистов не лишались премий, тогда затраты предприятия на выплату премий:

$$\Phi_{\Pi} = (K_{61} \times Y_{3и} + K_{62} \times Y_{3д})(C_{\text{м}} + 2C_{\text{пм}}) \times O_{\text{т}}, \quad (4.3)$$

где Φ_{Π} – фонд премий, тыс. руб.; K_{61}, K_{62} – количество бригад по Инской и другим станциям, шт.; $Y_{3и}, Y_{3д}$ – коэффициент III уровня премии по Инской и другим станциям; $C_{\text{м}}, C_{\text{пм}}$ – стоимость часа работы машиниста и помощника машиниста, руб.; $O_{\text{т}}$ – общее время работы за период, ч.

Затраты предприятия на выплату заработной платы определена по формуле 4.4:

$$\Phi_{\text{з}} = (K_{\text{б}} \times C_{\text{м}} + K_{\text{б}} \times 2C_{\text{пм}}) \times O_{\text{т}}, \quad (4.4)$$

где $\Phi_{\text{з}}$ – фонд заработной платы, тыс. руб.

$$\begin{aligned} \Phi_{\Pi} = & (121,41 \times 13 \times 0,72 + 111,43 \times 2 \times 13 \times 0,72 + 121,41 \times 17 \times 0,48 \\ & + 111,43 \times 2 \times 17 \times 0,48) \times 13620 = 82\,150,5 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

$$\Phi_{\text{з}} = (121,41 \times 30 + 111,43 \times 2 \times 30) \times 13620 = 140\,668,7 \text{ тыс. руб.}$$

Ранее в пункте 3.3.1 были определены оптимальные режимы работы машин и эффективная высота убираемого снега, составляющая 0,1 м. При высоте убираемого снега 0,05 м снегоуборочная машина работает неэффективно. Расчетные средние высоты убираемого снега, приведенные в таблице 2.18, указывают на то, что в 2019-2022 гг. они были ниже 0,05 м. Принимая во внимание статистические данные, рассчитана экономия фонда заработной и премиальной оплаты для минимального уровня убираемого снега 0,05 метра. Нормативная длина очищенных путей при 10 минутах согласования, высоте убираемого снега 0,05 м и коэффициенте заполнения 0,57 равна 10078 м. Количество бригад, необходимое по новому нормативу на очистку 3 964 488 м путей от снега, если бы они убирали за смену 10078 м требуется 394 смены, тогда:

$$N_{\text{б}} = \frac{4728}{(175 + 136 + 152)} \approx 11 \text{ бригад.}$$

$$\begin{aligned} \Phi_{\Pi} = & (121,41 \times 5 \times 0,72 + 111,43 \times 2 \times 5 \times 0,72 + 121,41 \times 6 \times 0,48 \\ & + 111,43 \times 2 \times 6 \times 0,48) \times 4728 = 10\,547,6 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

$$\Phi_{\text{з}} = (131,58 \times 11 + 120,76 \times 2 \times 11) \times 4728 = 17\,904,8 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, если руководствоваться предлагаемым нормативом, за зиму 2019-2020 гг. экономия средств могла бы составить 194 366,8 тыс. руб. за счет того, что требовалось в 2,7 раза меньше бригад.

Экономия премиального фонда за 2020-2021 годы определена аналогичным образом с учетом того, что суммарная длина очищенных путей за 2020-2021 годы 3 537 544 м, объем убранного снега 246 682,3 м³ за 1010 смен при 12-часовой смене, а средняя длина очищенных путей в смену составляет 3502 м. При минимальной ширине захвата, равной 2,45 м, высота убранного снега была 0,028 метра. Тогда общая продолжительность работы снегоуборочных машин за 2020-2021 годы составила 12121 часов. Месячная норма часов для работников за декабрь 2020 года – 183 ч, за январь и февраль 2021 года – 120 и 151 ч соответственно.

Количество бригад, задействованных в работе машин за 2020-2021 годы:

$$N_6 = \frac{12121}{(183 + 120 + 151)} \approx 27 \text{ бригад.}$$

Из 27 бригад 12 являются работниками станции Инской, оставшиеся 15-бригады других станций.

$$\Phi_{II} = (125,09 \times 12 \times 0,72 + 114,8 \times 2 \times 12 \times 0,72 + 125,09 \times 15 \times 0,48 + 114,8 \times 2 \times 15 \times 0,48) \times 12121 = 68\,099,3 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Phi_3 = (125,09 \times 27 + 114,8 \times 2 \times 27) \times 12121 = 116\,078,3 \text{ тыс. руб.}$$

Рассчитано количество бригад необходимых на очистку 3 537 544 м путей от снега с учетом нового норматива и необходимого количества смен, равного 351.

$$N_6 = \frac{4212}{(183 + 120 + 151)} \approx 10 \text{ бригад.}$$

$$\Phi_{II} = (125,09 \times 5 \times 0,72 + 114,8 \times 2 \times 5 \times 0,72 + 125,09 \times 5 \times 0,48 + 114,8 \times 2 \times 5 \times 0,48) \times 4212 = 8\,963,7 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Phi_3 = (125,09 \times 10 + 114,8 \times 2 \times 10) \times 4212 = 14\,939,5 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, за зиму 2020-2021 гг. экономия средств могла бы составить 160 274,4 тыс. руб. за счет того, что требовалось в 2,7 раза меньше бригад.

4.2.2 Оптимизация расходов на топливо

В настоящее же время, расход топлива соотносят с объемом убранного снега, а объем снега – величина непостоянная, в случае приписок объема снега и количества выгрузок эффективность расхода топлива повышается, поэтому и эффективность расхода топлива логично анализировать исходя из длины очищенных путей. Как указывалось в выводах главы 2, объем убранного снега должен стать косвенной величиной, характеризующей обоснованность применения техники. Через длину очищенных путей проще рассчитать удельный расход топлива, так как рабочий режим машины определяется программой, а длина очищенных путей – постоянная величина для данного маршрута.

Для сравнения структуры режимов работы машины за 2019-2020 гг. по данным программ АСУ СПС и АС КРСПС представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Анализ показателей продолжительности работы снегоуборочных машин в режимах за 2019 - 2020 годы

№	Машины	АСУ СПС		АС КРСПС	
		Рабочий режим, ч	Холостой ход, ч	Рабочий режим, ч	Холостой ход, ч
1	СМ-2 № 1810	649	617	99	652
2	ПСС-1К № 115	558	168	146	592
3	СМ-7 № 1862	1146	488	386	1285
4	СМ-7 № 1861	922	447	401	1039
5	СМ-2 № 1608	956	457	386	1163
6	СМ-2М № 1651	1211	302	275	1014
7	СМ-2 № 1026	802	642	297	1310
8	СМ-2 № 1801	939	497	353	1184
9	СМ-2М № 1825	1071	492	476	1072
В сумме		8254	4110	2819	9311

За 2019-2020 гг. снегоуборочные машины израсходовали по АСУ СПС 133 498,5 кг топлива, в рабочем режиме отработали 8254 ч, а в холостом - 4110 ч. При анализе рабочих режимов по программе АС КРСПС в рабочем режиме отработано 2819 ч, в холостом 9311 ч. Расход топлива по данным программы АС КРСПС составил 62 700,4 кг дизельного топлива. Разница расхода дизельного

топлива по данным АСУ СПС и АС КРСПС составила 2,1 раза, что в денежном эквиваленте равно:

$$(133\,498,5 - 62\,700,4) \times 45,58 = 3\,226\,977,4 \text{ руб.}$$

где 45,58 – средняя цена дизельного топлива за кг в 2019-2020 годы, руб.

Как ранее отмечалось, при выполнении обоснованных в главе 3 нормативных показателей непроизводительные расходы, связанные с длительными режимами холостого хода и необходимыми из-за этого дополнительными рабочими сменами для очистки той же длины пути и объема снега, будут исключены. Также на расход топлива влияет и время согласования маршрутов снегоуборочных машин. Можно определить экономию средств на топливо, если время согласования маршрутов будет оптимальным (пункт 3.3.1) – 10 минут.

По новому нормативу при 10 минутах согласования и 12-ти часовой смене, рабочий режим составит 6,5 ч, холостой ход - 5,5 ч.

По данным ПЧМ Новосибирск у эксплуатируемых снегоуборочных машин средняя норма расхода дизельного топлива за 2019-2020 годы составляет: в рабочем режиме - 8,7 кг/ч, холостом ходе - 4,1 кг/ч. Тогда при введении нового норматива расход дизельного топлива при высоте 0,05 м убранного снега и сокращении количества смен до 394 составит:

$$(6,5 \times 8,7 + 5,5 \times 4,1) \times 394 = 31\,165,4 \text{ кг.}$$

Плановые значения при новом нормативе работы обеспечивают сокращение холостого режима на 70 %, что в денежном эквиваленте равно:

$$(133\,498,5 - 31\,165,4) \times 45,58 = 4\,664\,342,7 \text{ руб.}$$

Результаты сравнения показателей структуры режимов работы машины за 2020-2021 годы, представлены в таблице 4.2.

За 2020-2021 годы снегоуборочные машины израсходовали 134 054 кг дизельного топлива, в рабочем режиме отработано 4765 ч, в холостом 6625 ч. При анализе рабочих режимов по программе АС КРСПС в рабочем режиме отработано 2119 ч, в холостом 6571 ч. Расход топлива по программе АС КРСПС составляет

95 204,8 кг дизельного топлива. Разница расхода дизельного топлива по данным АСУ СПС и АС КРСПС составила 1,4 раза, что в денежном эквиваленте равно:

$$(134\ 054 - 95\ 204,8) \times 48,4 = 1\ 880\ 301,28 \text{ руб.}$$

где 48,4 – средняя цена дизельного топлива за кг в 2020-2021 годы, руб./кг.

Таблица 4.2 – Анализ показателей продолжительности работы снегоуборочных машин в режимах за 2020 - 2021 годы

№	Машины	АСУ СПС		АС КРСПС	
		Рабочий режим, ч	Холостой ход, ч	Рабочий режим, ч	Холостой ход, ч
1	СМ-2М № 1825	486	835	136	385
2	СМ-2 № 1608	698	734	235	1184
3	СМ-7 № 1862	444	774	196	1007
4	СМ-2 № 1801	384	1078	401	1004
5	СМ-2 № 1026	435	839	312	1062
6	СМ-2 № 1195	438	570	184	763
7	СМ-2 № 1810	420	808	373	1057
8	СМ-2М № 1651	634	783	39	21
9	ПСС-1К № 115	826	204	243	88
В сумме		4765	6625	2119	6571

По данным ПЧМ Новосибирск у эксплуатируемых снегоуборочных машин средняя норма расхода дизельного топлива за 2020-2021 годы составляет: в рабочем режиме – 16,4 кг/ч, холостом ходе – 9,2 кг/ч. Тогда при введении нового норматива расход дизельного топлива при высоте 0,05 м убранного снега и сокращении количества смен до 351 составит:

$$(6,5 \times 16,4 + 5,5 \times 9,2) \times 351 = 55\ 177,2 \text{ кг.}$$

Плановые значения при новом нормативе работы обеспечивают сокращение холостого режима на 68 %, что в денежном эквиваленте равно:

$$(134\ 054 - 55\ 177,2) \times 48,4 = 3\ 817\ 637,12 \text{ руб.}$$

Необходимо отметить, что в последнее время в компании ОАО «РЖД» введены штрафные санкции и за недорасход топлива, поэтому актуальным становится точное планирование режимов работы и потребления топлива.

4.2.3 Оптимизация расходов фонда заработной платы, премии и топлива при уровне снега 0,1 метра

Проанализируем целесообразность и необходимость использования снегоуборочных машин за рассматриваемый период исходя из того, что уровень снега 0,1 м минимальный по требованию для привлечения снегоуборочных машин [101] и соответствует эффективным режимам работы по новому нормативу.

Нормативная длина очищенных путей при 10 минутах согласования, высоте убираемого снега 0,1 м и коэффициенте заполнения 0,57 равна 7841 м. Нормативная производительность составит 175 м³/ч.

За 2019-2020 годы очищено 3 964 488 м путей от снега за 1135 смен. Объем убранного снега составил 212 697 м³. При высоте убираемого снега 0,1 м этот объем снега мог быть очищен за 187 смен. Длина очищенных путей за 187 смен составила бы 1 466 267 метров. Тогда экономия за год может составить 192 141,8 тыс. руб.

За 2020-2021 годы очищено 3 537 544 м путей от снега за 1010 смен. Объем убранного снега составил 246 682,3 м³. При высоте убираемого снега 0,1 м этот объем снега мог быть очищен за 217 смен. Длина очищенных путей за 217 смен составила бы 1 701 497 м. Тогда экономия за год составила бы 150 218,1 тыс. рублей.

Результаты расчета экономического эффекта от введения нового норматива на очистку путей от снега при уровне убираемого снега 0,1 м представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Экономический эффект от введения нового норматива на очистку путей от снега при уровне убираемого снега 0,1 м

	Заработная плата, тыс.руб.	Премия, тыс.руб.	Топливо, тыс.руб.	Итого, тыс.руб.
2019-2020	136 805,8	49 925,4	5 410,6	192 141,8
2020-2021	110 536,7	34 844,3	4 837,1	150 218,1
В среднем	123 671,2	42 384,9	5 123,9	171 180

4.2.4 Оптимизация расходов на ремонты

В пункте 3.5 была предложена модель проведения ТО в зависимости от длины очищенных путей, в связи с этим целесообразно определить экономию средств за счёт внедрения новой модели.

Стоимость текущего ремонта первого объема составляет 1 615 тыс. рублей, а текущего ремонта второго объема составляет 3 116 тыс. руб.

Затраты на проведение ремонтов за 10 лет (рисунок 4.2) на одну снегоборочную машину по существующим нормативам:

$$\text{Затраты} = 1615 \times 2 + 3116 \times 2 = 9\,462 \text{ тыс. руб.}$$

При существующих регламентах на проведение ремонтов предприятие за 10 лет на ремонт одной снегоборочной машины тратит 9 462 тысяч рублей.

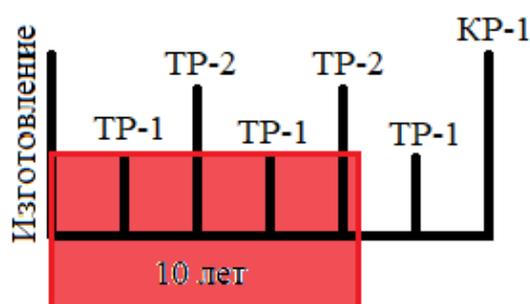


Рисунок 4.2 - Существующая система проведения ТО и Р

Исходя из нормативных сроков проведения ремонтов по длине очищенных путей, приведенных в таблице 3.2 главы 3, определено время работы машины, соответствующее каждому виду ремонта, данные представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Нормативные показатели проведения ТР, существующие в настоящее время и в зависимости от длины очищенных путей

Вид ремонта	Объем убранного снега, тыс. м ³	Периодичность проведения в годах по АСУ СПС	Периодичность проведения в годах по АС КРСПС	Длина очищенных путей, тыс. м	Периодичность проведения в годах	Время работы машины, ч
ТР-1	300	2,4	11	2 424	6	1 393
ТР-2	600	4,8	22	4 619	10,7	2 631
КР-1	1 800	14,3	66	13 400	31	7 585

Из таблицы 4.4 следует, что при сопоставлении данных объема убранного снега, взятых из программ АСУ СПС и АС КРСПС, предприятие производит ремонт снегоуборочных машин в 4,6 раза чаще фактически необходимых по существующим нормативам. Ранее указывалось, что такое радикальное увеличение периодичности обслуживания не соответствует жизненному циклу снегоуборочных машин, так как превышают календарные графики для проведения ремонтов и их срок службы.

В пункте 3.4 было принято, в норматив по ремонту машины включить полную замену цепи каждые три года. В головном транспортёре используется 36 цепи ПР-50,8-227, а стоимость одного метра цепи ПР-50,8-227 - 1573,21 руб., тогда стоимость одной цепи составит 56 636 руб.

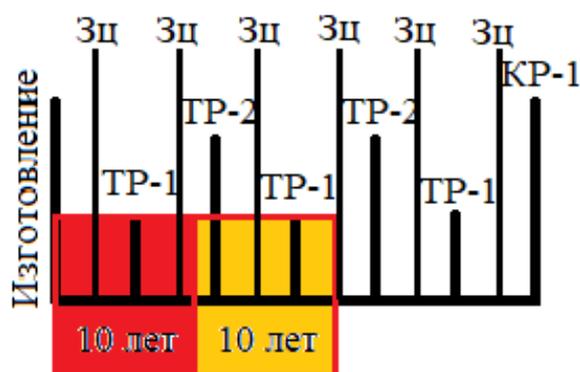


Рисунок 4.3 - Предлагаемая система ремонтов

Затраты на проведение ремонтов за 10 лет на одну снегоуборочную машину по предлагаемой методике:

Затраты проектируемые = $1615 + 3116 + 56,6 \times 2 = 4\,844,4$ тыс. руб.

При внедрении предлагаемой системы ремонтов и включении дополнительного регламента на проведение замены цепи за 10 лет предприятие израсходует 4 844,2 тысяч рублей на 1 снегоуборочную машину.

Благодаря сокращению затрат на проведение ремонтов снегоуборочных машин за 10 лет предприятие при эксплуатации одной снегоуборочной машины сможет сократить свои затраты на 4 617,8 тыс. руб. или 1,96 раза.

Таким образом, доказано, что норматив наработки, основанный на длине очищенных путей, коррелируется с наработкой узлов и агрегатов машины и обеспечивает существенную экономию средств.

4.3 Система мониторинга максимальной загрузки машины при очистке путей от снега

При переходе на норматив наработки по длине очищенных путей возможен перегруз вагонов снегоуборочного поезда из-за желания персонала перевыполнить план. Для контроля за нагрузкой электродвигателей [102] и оперативного контроля энергетической эффективности специального подвижного состава разработана и внедрена аналитическая система мониторинга максимальной загрузки машины при очистке путей от снега. Задачей системы является сигнализация перегрузки электродвигателей, контроль значений нагрузки на каждой из 3-х фаз, режимах работы дизель-генератора, частоте вращения коленчатого вала, текущих и суммарных значениях расхода топлива. На данную систему получен Патент № 206663 РФ (Приложение Г). Устройство для контроля нагрузки электродвигателей и энергетической эффективности специального подвижного состава, позволяет регистрировать, хранить и передавать данные в систему АС КРСПС.

Система мониторинга максимальной загрузки машины состоит из: головного блока обработки информации, хвостового блока передачи данных, пяти датчиков. На рисунке 4.4 показана также система оперативного контроля энергетической эффективности специального подвижного состава.

Красным цветом (рисунок 4.4) выделены места установки датчиков системы по определению предотказного состояния снегоуборочных машин, закрепленных на двух электродвигателях питателя, электродвигателе загрузочного транспортера, трех электродвигателях транспортеров-накопителей, электродвигателе рыхлителя, электродвигателе разгрузочного транспортера.

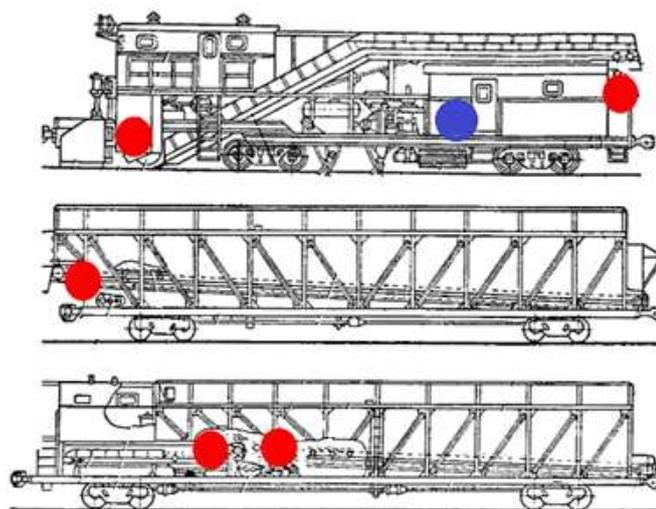


Рисунок 4.4 – Схема расстановки датчиков аналитической системы мониторинга максимальной загрузки машины

Вид блока управления системой, представлен на рисунке 4.5а.

Испытания системы проведены на СМ № 1810 в ноябре - марте 2020 - 2021 гг. и декабре – марте 2021 - 2022 гг.

На рисунке 4.4 синим цветом обозначено место установки датчиков системы оперативного контроля энергетической эффективности специального подвижного состава.

В состав блока управления системами входят: блок обработки и передачи информации (рисунок 4.5б), пять датчиков.

Испытания подтвердили работоспособность системы и возможность оперативного контроля текущих значений нагрузки основных электродвигателей привода рабочих органов снегоуборочных машин, а также запись и передачу информации о превышении допустимых диапазонов. Эффект от реализации системы мониторинга заключается в повышении эффективности эксплуатации снегоуборочных машин за счет своевременного предотвращения вероятных отказов работы электропривода рабочих органов.



а



б

а – предотказного состояния снегоуборочных машин; б – оперативного контроля энергетической эффективности специального подвижного состава

Рисунок 4.5 – Блоки управления системами

4.4 Методика планирования процесса очистки путей от снега

Основой, как для долгосрочного планирования, так и для проверки эффективности работы снегоуборочной машины за смену являются статистические данные, взятые из программного обеспечения АС КРСПС. Методика планирования процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС на основе автоматизированного мониторинга представлена в виде схемы-алгоритма (рисунок 4.6).

Здесь планирование годового задания на очистку путей от снега $L_{\text{год}}$ по данному предприятию определяется по формуле (1).

Зная плановую длину очищаемых путей, можно определить потребность в снегоуборочных машинах типа СМ и ПСС (формула 2), а затем количество бригад для их обслуживания (формула 3).

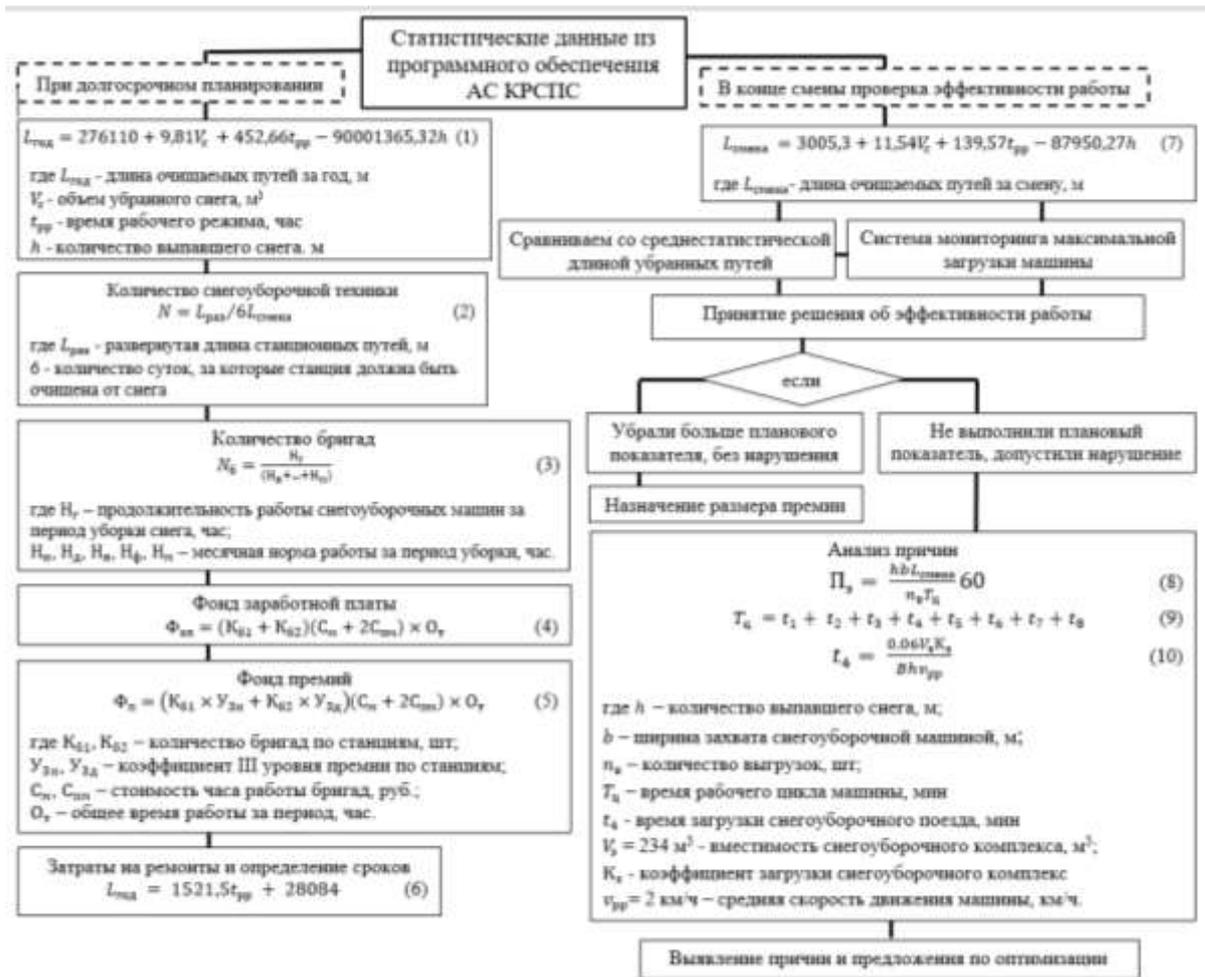


Рисунок 4.6 – Алгоритм планирования процесса очистки снега

При расчете фонда заработной платы (формула 4) необходимо учесть специфику оплаты по станциям.

Затраты на топливо, а также затраты на ремонты и установление сроков их проведения определены по выведенным уравнениям (формула 5) и (формула 6).

В конце смены проверка эффективности работы каждой отдельной бригады осуществляется путем сравнения показателей длины очищенного пути и объема загрузки машины из системы мониторинга АС КРСПС с нормативными показателями для прогнозируемой величины осадков. Учитываются данные системы мониторинга максимальной загрузки машины о перегрузках электропривода рабочего оборудования и значения расхода топлива.

Далее принимается решение об эффективности работы персонала. При выполнении или перевыполнении планового показателя без нарушений, то есть при

отсутствии данных о перегрузках рабочего оборудования машины и перерасходе топлива, работа признается эффективной и назначается премия. Если же плановый показатель работы машины не выполнен или были допущены нарушения, то анализируются причины неэффективной работы данной машины (формулы 8, 9 и 10) и после выявления причин, предложения по оптимизации работы доводятся до работников.

Таким образом, разработаны методика и алгоритм планирования процесса очистки, которые позволяют внести предложения по реформированию системы нормативов для процесса очистки снега в ОАО «РЖД».

Выводы по четвертой главе

1. Анализ структуры затрат предприятия ПЧМ Новосибирск, связанных с организацией очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС, выявил статьи расходов, которые могут быть уменьшены при переходе на норматив выработки, обоснованный ранее в главе 3.

2. Рассчитан экономический эффект от внедрения новых нормативов выработки, основанных на длине очищенных путей, обеспечивающих снижение затрат на: премиальный фонд – 59 668,7 тыс. руб., топливо – 3 656,9 тыс. руб. и возможную экономию фонда заработной платы - 100 966,4 тыс. руб. Плановые значения выработки при новом нормативе работы обеспечивают сокращение холостого режима на 70%. Доказано, что норматив наработки, основанный на длине очищенных от снега путей, коррелируется с наработкой узлов и агрегатов машины и обеспечивает экономию средств 4 617,8 тыс. руб. при сокращении количества обслуживаний в 1,96 раза на машину.

3. Предложена методика и алгоритм планирования работ, основанные на длине убираемых путей при организации процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС с минимальными финансовыми затратами с применением средств автоматизированного мониторинга.

4. При переходе на норматив наработки по длине очищенных путей возможен перегруз вагонов снегоуборочного поезда, поэтому для контроля за нагрузкой электродвигателей и оперативного контроля энергетической эффективности специального подвижного состава разработана и внедрена аналитическая система мониторинга максимальной загрузки машины при очистке путей от снега. Устройство контроля нагрузки позволяет регистрировать, хранить и передавать данные в систему АС КРСПС.

5. Разработаны предложения по реформированию системы нормативов для организации процесса очистки снега машинами типа СМ и ПСС в ОАО «РЖД» посредством автоматизированного мониторинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации, являющейся научно-квалификационной работой, изложены научно обоснованные технические и технологические решения организации очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС. Эти решения могут оказать существенное значение для организации бесперебойной работы железнодорожного транспорта в зимнее время. В результате выполненных теоретических и экспериментальных исследований, разработан норматив наработки, основанный на длине очищенных путей, методика и алгоритм планирования, включающие данные автоматизированного мониторинга производственного процесса очистки железнодорожных путей от снега машинами типа СМ и ПСС, а также аналитическая система контроля аварийных нагрузок машины из-за действий персонала, интегрированная в АС КРСПС.

В ходе проведенных исследований были получены следующие результаты:

1. Проведен анализ организационных, технологических решений процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС и нормативных актов. Выявлены недостатки в существующих подходах и инструментах его планирования и в определении эффективности использования техники.

2. Разработана математическая модель процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС, включающая объем убранного снега, длину очищенных путей, время рабочего режима, учитывающая степень влияния каждого фактора на эффективность использования машин, позволившая обосновать параметры норматива наработки, основанного на длине очищенных путей.

3. Выявлены закономерности длины очищенных путей и эксплуатационной производительности машины, от высоты выпавшего снега и времени согласования маршрута, позволившие установить оптимальные время согласования маршрута 5 - 10 минут и высоту снежного покрова 0,1 - 0,15 м, обеспечивающие выработку на машину около 8000 метров при 12-часовой смене, при коэффициенте средней загрузки 0,57 и расстоянии до выгрузки 2 км.

4. Доказано, что норматив наработки, основанный на длине очищенных путей, коррелируется с наработкой узлов и агрегатов машины и обеспечивает экономию средств 4617,8 тыс. рублей при сокращении количества обслуживаний в 1,96 раза на машину.

5. Предложена методика и алгоритм планирования работ, основанные на длине очищаемых путей с учетом уровня снегоотложения при организации процесса очистки путей от снега машинами типа СМ и ПСС с минимальными финансовыми затратами с применением средств автоматизированного мониторинга.

6. Разработаны предложения по реформированию системы нормативов для организации процесса очистки снега машинами типа СМ и ПСС в ОАО «РЖД» посредством автоматизированного мониторинга.

7. Разработана и внедрена автоматизированная система мониторинга, обеспечивающая контроль нагрузки электродвигателей и энергетической эффективности работы машин, позволяющая регистрировать, хранить и передавать данные в систему АС КРСПС.

Перспективой дальнейших исследований является практическое внедрение новых нормативов и отладка процесса принятия оперативных и стратегических управленческих решений посредством использования созданной математической модели и программного обеспечения АС КРСПС, что позволит усовершенствовать методику планирования и оптимизировать затраты на работу снегоуборочной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьева, Т. Е. Методика и комплекс имитационных моделей планирования процесса снегоуборки: автореф. дис. ... канд. тех. наук. / Григорьева Т.Е. - Томск, 2019. - 22 с.
2. Телушкина, Е. К. Организационно-экономические методы повышения эффективности функционирования транспортно-технологического комплекса уборки и утилизации снега: автореф. дис. ... канд. тех. наук. / Телушкина Е.К. - М., 2013. - 28 с.
3. Боброва, Т. В. Проектно-ориентированное управление производством работ на региональной сети автомобильных дорог: автореф. дис. ... д-ра. тех. наук. / Боброва Т.В. - Омск, 2007. - 41 с.
4. Могилевич, В. М. Автоматизированные системы управления строительством и эксплуатацией автомобильных дорог /В.М. Могилевич // Автомобильные дороги. - 1981. - № 8. - С. 25-26.
5. Жвакин, В.В. Очистка путей и стрелочные переводы от снега на перегонах и станциях / В.В. Жвакин. - Тула: Тульское подразделение Московского учебного центра профессиональных квалификаций – 2016. – 61 с.
6. Снегоборьба и снегоуборка. [Электронный ресурс] // Трудовой десант. Железнодорожное строительство: сайт. Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.tdesant.ru/content/snegoborba>. – Загл. с экрана.
7. Список стран по длине сети железных дорог. [Электронный ресурс] // Википедия: Свободная энциклопедия: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список стран по длине сети железных дорог](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_длине_сети_железных_дорог). – Загл. с экрана.
8. Снегоборьба на железных дорогах. [Электронный ресурс] // Инновационный дайджест: сайт. Электрон. журнал. – Режим доступа: <http://www.rzd-expo.ru/history/snegoborba/>. – Загл. с экрана.
9. Пащенко, Л.В. Борьба со снежными заносами на железной дороге / Л.В. Пащенко, В.И. Потапенко // Сборник научных трудов ДОНИЖТ. – М, 2016. - № 43. С. 22-33.

10. Семенов, М.А. История организации снегоборьбы на железных дорогах России / М.А. Семенов // Политранспортные системы: материалы XI Международной науч.-техн.конф.: - Новосибирск: СГУПС, 2020. – С. 457-461.

11. Шалман, Д.А. Снегоочистители / Д.А. Шалман. – Ленинград: Машиностроение, 1973. – 215 с.

12. Инструкция по подготовке к работе в зимний период и организации снегоборьбы на железных дорогах, в других филиалах и структурных подразделениях ОАО «РЖД», а также его дочерних и зависимых обществах: утв. распоряжением ОАО «РЖД» 22.10.2013 № 2243р. - М., 2012.

13. ЦП-751. Инструкция по снегоборьбе на железных дорогах Российской Федерации»: утв. МПС РФ от 25.04.2000. - М., 2000.

14. Чекулаев, В.Е. Организация снегоборьбы на железных дорогах, в филиалах и структурных подразделениях ОАО «РЖД». Подготовка и работа в зимний период: учебное пособие / В.Е. Чекулаев [и др.]. - М.: ООО «Издательский дом «Автограф» - 2014. -226 с.

15. Карпущенко, Н.И. Организация и технология механизированного текущего содержания пути на дистанции: учебное пособие / Н.И. Карпущенко, А.А. Николаенко, А.А. Карманов, Д.В. Величко. – Новосибирск: СГУПС, 2005. – 194 с. - ISBN 5-93461-191-7.

16. Гринь, Е.Н. Организация снегоборьбы на железных дорогах Российской Федерации: учебное пособие / Е.Н. Гринь, А.О. Егоров. - М.: МИИТ, 2008. - 108с.

17. Альбрехт, В.Г. Путевое хозяйство: учебное пособие / В. Г. Альбрехт [и др.]. М.: Трансжелдориздат, 1959. – 435 с.

18. Подготовка к зиме в режиме онлайн. [Электронный ресурс] // Гудок: сайт. Электрон. журнал. – Режим доступа: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1224488&archive=2014.10.13> - Загл. с экрана.

19. Прогноз погоды от РЖД. [Электронный ресурс] // Гудок: сайт. Электрон. журнал. – Режим доступа: <https://gudok.ru/content/infrastructure/1406818/> - Загл. с экрана.

20. Климатические зоны России. [Электронный ресурс] // Промышленно-экологический интернет журнал: сайт. Электрон. журнал. – Режим доступа: <https://prompriem.ru/ekologiya/klimaticheskie-zony-rossii.html>. - Загл. с экрана.

21. Высота снежного покрова на территории России. [Электронный ресурс] // Большая Советская Энциклопедия: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.help-rus-student.ru/text/74/678_3.htm. - Загл. с экрана.

22. Котляков, В.М. Избранные сочинения в шести книгах. Книга 2. Снежный покров и ледники Земли / В.М. Котляков. - М.: Наука – 2004. - 448 с.

23. Карта сети железных дорог России. [Электронный ресурс] // Википедия: Свободная энциклопедия: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Российские_железные_дороги#/media/Файл:RZD_branches_area_2018.svg - Загл. с экрана.

24. Прогноз погоды по Западно-Сибирской железной дороге. [Электронный ресурс] // Западно-Сибирская железная дорога: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://10.132.70.70/web/?p=meteo> - Загл. с экрана.

25. Барахтанов, Л.В. Снегоходные машины / Л. В. Барахтанов, В. И. Ершов, А. П. Куляшов, С. В. Рукавишников. - Горький: Волго-Вятское книжное изд-во – 1986. – 191 с.

26. Шипчинский, В.В. О наблюдениях над плотностью снега / В.В. Шипчинский // Метеорологический вестник № 4.: Санкт Петербург: Типография Императорской академии наук, 1904. – С. 101-108.

27. Оболенский, В.Н. Климат Лесного по данным Метереологической Обсерватории Ленинградского лесного института за 1890-1925 гг. / Известия Ленинградского лесного института № XXXVII.: Ленинград: Издание Ленинградского Лесного Института, 1929. - С. 111-219.

28. Рихтер, Г.Д. Снежный покров, его формирование и свойства / Г. Д. Рихтер. - Москва: Изд-во Академии наук СССР – 1945. -120с.

29. Дедю, И.И. Экологический энциклопедический словарь / И.И. Дедю. - Кишинев: Главная редакция Молдавской советской энциклопедии, 1989. - 406 с.

30. Как измеряют выпавший снег? [Электронный ресурс] // Кировский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды: сайт. – Электрон. дан.

– Режим доступа: <http://pogoda43.ru/news/534/66/Как-измеряют-выпавший-снег.html> - Загл. с экрана.

31. Jingfan Y. Railway Snowfall Status Evaluation Based on Single Image / Y. Jingfan, W. Yunpeng, Q. Yong, C. Xiaoqing, J. Limin // Journal of Applied Science and Engineering. 2019. - Vol. 22, No. 3, P. 509 – 520

32. Финицкий, С.И. Путь и путевое хозяйство железных дорог США / С.И. Финицкий, И.А. Недорезоа. – М.: Транспорт, 1987. – 216 с.

33. Ершов Е. Ф. Снегоборьба на железных дорогах Северной Америки / Е. Ф. Ершов // Железные дороги мира. – 2001. - № 1. - С. 54-56.

34. Snowfighting. [Электронный ресурс] // Alaskarails: сайт. Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.alaskarails.org/ARR-snow-fighting.html>. – Загл. с экрана.

35. KSF 940. [Электронный ресурс] // Knox Kershaw Inc.: сайт. Электрон. дан. – Режим доступа: <https://knoxkershaw.com/propage-ksf940.html>. – Загл. с экрана.

36. Cotey, A. Railroad snow plows, air blowers and switch heaters help combat winter weather. [Электронный ресурс] // Progressive Railroading: сайт. Электрон. журнал. – Режим доступа: <https://www.progressiverailroading.com/mow/article/>. – Загл. с экрана.

37. Экскаватор-погрузчик на комбинированном ходу. [Электронный ресурс] // Geismar: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://geismar.com/products/road-rail-loader-kgt-4rs/?lang=en>. – Загл. с экрана.

38. Snowfighter M7. [Электронный ресурс] // Nordco: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.nordco.com/display/> – Загл. с экрана.

39. AF1 EVO for railroads. [Электронный ресурс] // R.P.M. Tech Inc: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://grouperpmttech.com/en/equipements/>. – Загл. с экрана.

40. Ершов Е. Ф. Подготовка железных дорог к работе в зимних условиях / Е. Ф. Ершов // Железные дороги мира. – 2008. - № 9. - С. 75-77.

41. Ершов Е. Ф. Многофункциональный вагон ОИ 100 компании Windhoff / Е. Ф. Ершов // Железные дороги мира. – 2004. - № 2. - С. 76-79.

42. Semenov M. Trends in the Development of Snow Cleaning Equipment on the Runs and Station Tracks of Railroads / A. Abramov, A. Gerber. M. Semenov // Lecture Notes in Networks and Systems this link is disabled – 2022. 403 LNNS. P. 613-620

43. Bardstu A. How Norway's railways wins the fight against snow. / A. Bardstu, G. Moss, I. Hjertaas, T. Skarpen. [Электронный ресурс] // Global Railway Review: сайт. Электрон. журнал. – Режим доступа: <https://www.globalrailwayreview.com/article/74614/norway-railways-fight-against-snow/>. – Загл. с экрана.

44. Российский поезд для расчистки снега произвел фурор в Финляндии. [Электронный ресурс] // РИА Новости: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://ria.ru/20200221/1565036599.html>. – Загл. с экрана.

45. Семенов, М.А. Отличие зарубежного подхода к снегоборьбе от отечественного // А.Д. Абрамов, М.А. Семенов / Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. - 2021 - № 1(2). С. 79 – 96.

46. РЖД предоставили технику для расчистки путей от снега на территории Финляндии. [Электронный ресурс] // АК&М Online News: сайт. Электрон. дан. – Режим доступа: <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=187448>. – Загл. с экрана.

47. Ершов Е. Ф. Очистка пути от снега / Е. Ф. Ершов // Железные дороги мира. – 2012. - № 1. - С. 75-77.

48. Snow Clearing. [Электронный ресурс] // Railcare: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.railcare.se/en/we-offer/machine-sales/snow-clearing/>. – Загл. с экрана.

49. Техническое описание и инструкция по эксплуатации снегоборочного поезда СМ-2М № 0154.00.00.000 ТО. - М.: Транспорт, 1985. – 142 с.

50. Багажов, В.В. Поезд снегоборочный самоходный ПСС-1К. Устройство, эксплуатация, техническое обслуживание: учеб. пособие / В.В. Багажов, Д.В. Воронков, П.О. Шунатов. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2021. – 472 с.

51. Гуленко, Н.Н. Снегоборочные машины и механизмы: устройство, эксплуатация и ремонт / Н.Н. Гуленко. – М.: Транспорт, 1973. - 184 с.

52. ГОСТ Р 53983-2010. Машины и поезда для уборки и очистки железнодорожного пути от засорителей, снега и льда. - М.: Стандартинформ, 2011. – 11 с.

53. ГОСТ 32212-2013. Машины и поезда для уборки и очистки железнодорожного пути от засорителей, снега и льда. Общие технические требования. - М.: Стандартинформ, 2019. – 11 с.

54. Егоров, С.А. Учеб. иллюстрир. пособие для техникумов, колледжей и образ. учреждений ж. -д. трансп. / А. С. Егоров. - М.: Маршрут, 2006. - 90 с.

55. Руководство по эксплуатации самоходного снегоуборочного поезда ПСС-1К № 206.00.00.000 РЭ. – М., 2013.

56. Теклин, В.Г. Путевые струги, снегоочистители, уборочные машины: учебник для проф.-тех. Училищ /В.Г. Теклин. – М.: Транспорт, 1986. -232с.

57. Тихомиров, В.И. Содержание и ремонт железнодорожного пути / В.И. Тихомиров. - М: Транспорт, 1969. – 344 с.

58. Соломонов, С.А. Путевые машины: Учебник для вузов ж. -д. транспорта / С. А. Соломонов [и др.]. - М.: Желдориздат, 2000. - 756 с.

59. Путевые машины: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / М.В. Попович [и др.]. - М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009 - 820 с.

60. Семенов, М.А. Мониторинг как метод исследования / М.А. Семенов // Наука и молодежь СГУПС в третьем тысячелетии: сборник научных статей аспирантов и аспирантов стажеров: - Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2019. - С. 192 - 197

61. Semenov M. Monitoring as a Method of Research / M. Semenov // Непрерывное профессиональное образование: теория и практика: материалы X Международной науч.-практ. конф.: - Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2020. – С. 278-280

62. Автоматизированная система контроля за работой специального подвижного состава. [Электронный ресурс] // АС КРСПС: сайт. – Режим доступа: <https://sps.gis.ru.net/>. – Загл. с экрана.

63. Фарман, И.П. Мониторинг как метод исследования и представления знания / И.П. Фарман // Философия науки и техники. - 2012. - № 1 (17). - С. 256-269

64. Автоматизированная система управления процессами эксплуатации и обслуживания специального подвижного состава. [Электронный ресурс] // НАО ИНФОКОМ: сайт. – Режим доступа: <https://infokom.org/asusps/>. – Загл. с экрана.

65. Ададуров А.С. Автоматизированная система контроля за работой специального подвижного состава // Бюллетень ОУС ОАО «РЖД». 2016. № 6. С. 29–35.

66. Управление допуском подвижного состава и локомотивных бригад на инфраструктуру ОАО «РЖД». [Электронный ресурс] // Газета Евразия Вести XII 2015: сайт. Электрон. журнал. – Режим доступа: <http://eav.ru/publ1.php?publid=2015-12a18>. – Загл. с экрана.

67. Пат. 2017661462 Российская Федерация, МПК 7. Автоматизированная система контроля работы снегоуборочных / Ададуров А.С., Кунгурцев В.В., Машков А.С., Пятышев Е.В., Романюта Д.С., Иванов В.А., Богачев А.В.; заявитель и патеновладелец Ададуров А.С. (RU), Кунгурцев В.В. (RU), Машков А.С. (RU), Пятышев Е.В. (RU), Романюта Д.С. (RU), Иванов В.А. (RU), Богачев А.В. (RU). – № 2017617180: заявл. 21.07.2017; опубли. 13.10.2017.

68. Автоматизированная система контроля за работой специального подвижного состава (АС КРСПС). Руководство пользователя 01124323.46711. 003.ИЗ. - М., 2021.

69. Снег замерят звуком. [Электронный ресурс] // Гудок: сайт. Электрон. журнал. – Режим доступа: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1369070>. – Загл. с экрана.

70. Автоматизированная система управления процессами эксплуатации и обслуживания специального подвижного состава. [Электронный ресурс] // АСУ СПС: сайт. – Режим доступа: <http://asusps.svrw.oao.rzd/>. – Загл. с экрана.

71. Семенов, М.А. Повышение эффективности работы снегоуборочной машины типа СМ на основе автоматизированного мониторинга / А.Д. Абрамов, М.А. Семенов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. -2021 - № 3 (58). С. 40-49.

72. Семенов, М.А. Оптимизация рабочего процесса снегоуборочной техники на основе автоматизированного мониторинга / А.Д. Абрамов, М.А. Семенов, А.С. Кочетков // Путь и путевое хозяйство. -2021 - № 4. С. 37-40.

73. Семенов, М.А. Организация эксплуатации и рабочих процессов снегоуборочных машин типа СМ и ПСС на основе автоматизированного мониторинга / М.А. Семенов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. - 2022 - № 2 (61). С. 44-56.

74. Дроздов, А. Н. Строительные машины и оборудование: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / А. Н. Дроздов. — М.: Издательский центр «Академия», 2012. - 448 с.

75. Сергеев, В.П. Строительные машины и оборудование: Учеб. для вузов по спец. «Строит. Машины и оборудование» / В.П. Сергеев. – М.: Высшая школа, 1987. – 376 с.

76. Семенов, М.А. Совершенствование рабочего процесса уборки снега от внедрения мероприятий по оптимизации структуры затрат // А.Д. Абрамов, М.А. Семенов // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2022 - № 2 (54). С. 117-127

77. Аксянова, А.В. Теория и практика статистики / А.В. Аксянова [и др.]. – М.: КолосС, 2008. – 284 с.

78. Елисеева, И.И. Статистика: Учебник / И.И. Елисеева, И.И. Егорова [и др.]. – М.: Проспект, 2003. – 448 с.

79. Годин, А.М. Статистика: Учебник / А.М. Годин. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К⁰», 2003. – 472 с.

80. Годин, А.М. Статистика: Учебник / А.М. Годин. – М.: Изд-во «Дашко и К^o», 2011. – 460 с.

81. Крохалев, В.Я. Статистка: уч. Пособие / В.Я. Крохалев, С.А. Скопинов, В.А. Телешев. – Екатеринбург: Изд-во УГМУ, 2018. 114 с.

82. Елисеева, И.И. Общая теория статистики: Учебник для вузов / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев. – М.: Финансы и статистика. 2002. – 480 с.

83. Уравнение множественной регрессии. [Электронный ресурс] // Math: сайт. – Режим доступа: <https://math.semestr.ru/regress/corel.php>. – Загл. с экрана.

84. Громыко, Г.Л. Теория статистики: Учебник / Г.Л. Громыко [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 476 с.
85. Гурман, В.Е. Теория вероятности и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов / В.Е. Гурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.
86. Гласс, Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стэнли. – М.: «Прогресс», 1976. - 495 с.
87. Елисеева, И.И. Статистика: учебник / И.И. Елисеева. – М.: Изд-во Юрайт, 2011 – 565 с.
88. Ефимова, М.Р. Общая теория статистики: Учебник / М.Р. Ефимова, Е.В. Петрова, В.Н. Румянцев. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 416 с.
89. Manakov A. Optimization of work performance of snow removal work trains on the basis of linear programming [Электронный ресурс] Manakov A., Abramov A., Pinykh A., Aksenov V. МАТЕС Web of Conferences 239, 04001. -Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823904001>. – Загл. с экрана.
90. Фокин, С.А. Обработка результатов измерений физических величин / С.А. Фомин, А.М. Бармасова, М.А. Мамаев. – СПб.: РГГМУ, 2003 – 62с.
91. Голицына, О.М. Математическая обработка результатов измерений в лабораторном практикуме по курсу общей физики / О.М. Голицына, А.В. Меремьянин, В.Е. Рисин. – Воронеж: Издательским дом ВГУ, 2015 – 19 с.
92. Ефимова, М.Р. Практикум по общей статистке: Учеб.пособие / М.Р. Ефимова, О.И. Ганченко, Е.В. Петрова. – М.: Финансы и статистка, 2004. - 336 с.
93. Фотография рабочего дня — инструмент анализа и оптимизации. [Электронный ресурс] // Планово-экономический отдел: сайт. Электрон. журнал. – Режим доступа: https://www.profiz.ru/peo/8_2016/. – Загл. с экрана.
94. Кохановский, В.П. и др. Основы философии науки: учебное пособие для аспирантов. / В.П. Кохановский. - Ростов на Дону: Феникс, 2010. - 603 с.
95. Агранович, М. Л. Разработка методологии мониторинга системы дополнительного профессионального образования / М. Л. Агранович, О. В. Зайцева, В. М. Зеличенко - Томск: ТГПУ, 2010. - 167 с.
96. Дмитриев, Д. В. Толковый словарь русского языка / Д.В. Дмитриев. - М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. - 1582 с.

97. Верескун, В.Д. История и философия науки: Учебное пособие / В.Д. Верескун [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2010. – 545 с.

98. Райзберг, Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. - М.: ИНФРА-М, 1999. - 479 с.

99. Положение о премировании работников Новосибирской механизированной дистанции инфраструктуры за основные результаты производственно-хозяйственной деятельности: утв. приказом по Уральской дирекции по эксплуатации путевых машин № УРДПМ-34 от 31.01.2018г.

100. Положение о корпоративной системе премирования работников филиалов открытого акционерного общества «Российские железные дороги»: утв. распоряжением ОАО «РЖД» № 1573р от 20.07.2010г.

101. РЖД вводят режим тотальной экономии. [Электронный ресурс] // Газета «Вестник»: сайт. Электрон. газета. – Режим доступа: <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=201177>. – Загл. с экрана.

102. Пат. № 206663 Российская Федерация, МПК H02H 7/08. Устройство для контроля нагрузки электродвигателей / Кочергин В.И., Кочетков А.С., Абрамов А.Д., Семенов М.А.; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет путей сообщения" (СГУПС) (RU); - № 2021114588; заявл. 20.05.2021 опубл. 21.09.2021

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Приложение А.1



**ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»
ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ
ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА**

РАСПОРЯЖЕНИЕ

22 июня 2021 г. № 3-сб-749/р

О подготовке к работе в зимний период 2021/22 года и организации снегоборьбы на железной дороге, в территориальных подразделениях функциональных филиалов ОАО «РЖД», дочерних обществах ОАО «РЖД», расположенных в границах железной дороги

В соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» от 23 мая 2016 г. № 945/р «О подготовке к работе в зимний период и организации снегоборьбы на железных дорогах, в других филиалах и структурных подразделениях ОАО «РЖД», а также его дочерних обществах» (в редакции распоряжения ОАО «РЖД» от 11 июня 2021 г. № 1305/р), в целях обеспечения устойчивой эксплуатационной работы железной дороги в зимний период 2021/22 года, для своевременной подготовки железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава, обучения персонала работе в сложных погодных условиях:

1. Образовать оперативный штаб по подготовке к работе в зимний период 2021/22 года и организации снегоборьбы на железной дороге, в территориальных подразделениях функциональных филиалов ОАО «РЖД», дочерних обществах ОАО «РЖД», расположенных в границах железной дороги (далее – оперативный штаб), и утвердить его состав (прилагается).

2. Организовать работу оперативного штаба железной дороги в соответствии с Планом, приведенным в приложении к настоящему распоряжению.

3. Начальникам подразделений органа управления железной дороги, структурных подразделений железной дороги (далее – подразделения железной дороги), руководителям территориальных подразделений функциональных филиалов ОАО «РЖД», дочерних обществ ОАО «РЖД», расположенных в границах железной дороги (далее – подразделения ОАО «РЖД»), участвующим в подготовке к работе в зимний период, обеспечить:

а) ввод плановых заданий в информационную систему автоматизированного мониторинга подготовки подразделений холдинга «РЖД» к работе в зимний период (далее – АС «ЗИМА») с разбивкой по месяцам;

б) ввод и достоверность фактических данных о выполнении плановых заданий в АС «ЗИМА» на 15 число и отчетный месяц.

4. Заместителям начальника железной дороги (по территориальному управлению), начальникам подразделений железной дороги, руководителям подразделений ОАО «РЖД»:

а) до 2 июля 2021 г. представить ответственному секретарю оперативного штаба копии распоряжений об образовании рабочих групп по подготовке к работе в зимний период 2021/22 года хозяйств и кадров подразделений железной дороги, подразделений ОАО «РЖД» и планы организационно-технических мероприятий по их работе;

б) обеспечить выполнение заданий ОАО «РЖД» по подготовке объектов инфраструктуры, подвижного состава, комплектованию кадрами и их подготовке, обеспечению работников инструментом, зимней спецодеждой и спецобувью в установленные сроки согласно утвержденным планам-картам в АС «ЗИМА»;

в) представление секретарю оперативного штаба отчетов два раза в месяц (до 3 и 18 числа ежемесячно) о ходе выполнения организационно-технических мероприятий по подготовке к работе в зимний период хозяйств и кадров с анализом имевших место недостатков в работе и плана-карты выполнения основных позиций для рассмотрения на заседаниях оперативного штаба и доклада в ОАО «РЖД»;

г) в период подготовки подразделений железной дороги, подразделений ОАО «РЖД» к работе в зимний период проводить контрольные проверки на основе риск-ориентированного подхода с применением результатов факторного анализа рисков в области безопасности движения на инфраструктуре ОАО «РЖД»;

д) рассматривать два раза в месяц с 1 июля по 1 ноября 2021 г. ход подготовки к работе в зимний период подразделений железной дороги, подразделений ОАО «РЖД»;

е) до 18 октября 2021 г. представить в оперативный штаб железной дороги доклады о готовности к работе в зимний период.

5. Начальнику Уральской дирекции по эксплуатации путевых машин Симсиве Д.Ц. до 1 июля 2021 г. обеспечить ввод плана-графика проведения контрольно-технических осмотров специального подвижного состава, находящегося в границах железной дороги, в Единую систему пономерного учета локомотивов (ЕС ПУЛ).

6. Заместителю начальника железной дороги – главному ревизору по безопасности движения поездов Жмакину Ф.Е. включить в приказ железной дороги о проверке готовности инфраструктуры проведение целевых проверок качества выполнения мероприятий по подготовке хозяйств и кадров к работе в зимний период.

7. Начальнику Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры Кузнецову В.А., начальнику службы пути Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры Холодилову Д.А., начальнику Уральской дирекции по эксплуатации путевых машин Симсиве Д.Ц., начальнику Западно-Сибирской дирекции управления движением Чуркину Ю.В. обеспечить в период снегопадов и метелей круглосуточную работу снегоочистительной и снегоуборочной техники, а также организацию безвызывной системы привлечения рабочей силы второй и при необходимости третьей очереди на очистку от снега путей и стрелочных переводов на железнодорожных станциях.

8. Начальнику Западно-Сибирской региональной службы развития пассажирских сообщений и предоставления доступа к инфраструктуре Лемихову С.В., начальнику Западно-Сибирской региональной дирекции железнодорожных вокзалов Меньшикову К.В., начальнику Западно-Сибирской дирекции пассажирских обустройств Понурову Н.И. в зимний период обеспечить своевременную очистку пассажирских платформ и перронов от снежных заносов.

9. Начальнику службы охраны труда и промышленной безопасности Троценко С.Л. установить контроль за своевременным и качественным обеспечением работников зимними видами спецодежды в объемах, установленных Коллективным договором.

10. Директору филиала АО «Издательский дом «Гудок» – главному редактору газеты «Транссиб» Роману В.В. (по согласованию) обеспечить публикацию материалов о ходе подготовки хозяйств и кадров железной дороги, подразделений ОАО «РЖД» к работе в зимний период 2021/22 года.

11. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя оперативного штаба – первого заместителя начальника железной дороги Вейде Е.В.

Начальник железной дороги



А.В.Грицай

УТВЕРЖДЕН
 распоряжением Западно-Сибирской
 железной дороги
 от «22» июня 2021 г. № 3-Сиб-749/р

СОСТАВ

**оперативного штаба по подготовке к работе в зимний период 2021/22 года
 и организации снегоборьбы на железной дороге, в территориальных
 подразделениях функциональных филиалов ОАО «РЖД», дочерних
 обществах ОАО «РЖД», расположенных в границах железной дороги**

- | | |
|----------------|---|
| Грицай А.В. | – начальник железной дороги (руководитель оперативного штаба) |
| Вейде Е.В. | – первый заместитель начальника железной дороги (заместитель руководителя оперативного штаба) |
| Жмакин Ф.Е. | – заместитель начальника железной дороги – главный ревизор по безопасности движения поездов (заместитель руководителя оперативного штаба) |
| Черевко А.И. | – главный инженер железной дороги (заместитель руководителя оперативного штаба) |
| Ашмяга Е.С. | – заместитель начальника железной дороги (по территориальному управлению) |
| Баев С.В. | – начальник дирекции аварийно-восстановительных средств |
| Басс О.В. | – директор Новосибирского филиала АО «Железнодорожная торговая компания» (по согласованию) |
| Батеньков Л.Н. | – начальник службы экономики и финансов |
| Баулин А.В. | – начальник службы управления персоналом |
| Беляев Е.В. | – начальник Новосибирского центра диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры |
| Вусик В.Ю. | – исполняющий обязанности начальника дирекции социальной сферы |
| Гилев А.В. | – начальник Западно-Сибирской дирекции снабжения |
| Грассман С.А. | – заместитель генерального директора – директор Новосибирского представительства АО «Вагонная ремонтная компания – 1» (по согласованию) |

- | | |
|----------------|---|
| Дербилов Е.М. | – заместитель начальника железной дороги (по территориальному управлению) |
| Ешуков С.В. | – начальник службы технической политики (секретарь оперативного штаба) |
| Иванов О.С. | – первый заместитель начальника железной дороги по экономике, финансам и корпоративной координации |
| Иссаков А.М. | – начальник Западно-Сибирской дирекции по ремонту пути |
| Киршов Е.А. | – начальник Новосибирской дирекции связи |
| Ковалев М.Б. | – начальник технологической службы |
| Ковалев С.И. | – начальник Западно-Сибирской дирекции тяги |
| Кудрявцев В.И. | – начальник службы вагонного хозяйства Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры |
| Кузнецов В.А. | – начальник Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры |
| Кульдишов А.А. | – заместитель начальника железной дороги (по территориальному управлению) |
| Лаптев В.В. | – исполняющий обязанности начальника службы автоматики и телемеханики Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры |
| Лемихов С.В. | – начальник Западно-Сибирской региональной службы развития пассажирских сообщений и предоставления доступа к инфраструктуре |
| Меньщиков К.В. | – начальник Западно-Сибирской региональной дирекции железнодорожных вокзалов |
| Половых Н.В. | – начальник Западно-Сибирской дирекции по эксплуатации зданий и сооружений |
| Понуров Н.И. | – начальник Западно-Сибирской дирекции пассажирских обустройств |
| Путинцев А.Ю. | – начальник Западно-Сибирской дирекции по капитальному строительству |
| Савенков К.Н. | – начальник Западно-Сибирской дирекции по управлению терминально-складским комплексом |
| Сарычев И.А. | – начальник Западно-Сибирского территориального центра фирменного транспортного обслуживания |
| Серенко Н.В. | – директор филиала «Западно-Сибирский» ООО «ЛокоТех-Сервис» (по согласованию) |
| Симсиве Д.Ц. | – начальник Уральской дирекции по эксплуатации путевых машин |

- | | |
|-----------------|--|
| Спиридонов С.В. | – начальник Западно-Сибирской дирекции моторвагонного подвижного состава |
| Суровский Д.В. | – начальник Западно-Сибирской дирекции по тепловодоснабжению |
| Теслевич А.М. | – заместитель начальника железной дороги по кадрам и социальным вопросам |
| Троценко С.Л. | – начальник службы охраны труда и промышленной безопасности |
| Фесак И.А. | – начальник Западно-Сибирской дирекции по энергообеспечению |
| Филатов В.Н. | – заместитель председателя Дорпрофжел – главный технический инспектор труда (по согласованию) |
| Филиппенко И.Я. | – начальник Западно-Сибирского управления сервиса ООО «СТМ-Сервис» (по согласованию) |
| Хакимов Э.Я. | – начальник Западно-Сибирской дирекции капитального ремонта и реконструкции объектов электрификации и электроснабжения |
| Холодиллов Д.А. | – начальник службы пути Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры |
| Чижик С.Г. | – начальник Западно-Сибирского филиала АО «Федеральная пассажирская компания» (по согласованию) |
| Чуркин Ю.В. | – начальник Западно-Сибирской дирекции управления движением |
| Шапуленко Е.В. | – заместитель начальника железной дороги (по территориальному управлению) |
| Шельмук Е.И. | – начальник Западно-Сибирской дирекции по ремонту тягового подвижного состава |
| Ягунов П.А. | – исполняющий обязанности начальника Западно-Сибирской дирекции здравоохранения |
-

Приложение А.2



ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»
**ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ
ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА**
РАСПОРЯЖЕНИЕ

«02» сентября 2021 г. № 1081/р

**Об организации работ по снегоборьбе на Новосибирском регионе
Западно-Сибирской железной дороги в зиму 2021 - 2022 гг.**

В целях обеспечения качественной и своевременной работы хозяйства региона дороги в зимний период 2021 – 2022 г.г., высокого уровня трудовой и технологической дисциплины, эффективных и грамотных действий работников, устойчивой работы технических средств в сложных погодных условиях и во исполнение требований «Инструкции по подготовке к работе в зимний период и организации снегоборьбы на железных дорогах ОАО «РЖД»» от 22 октября 2013 года №2243р, с учётом изменений, утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 02 июня 2019 года №1059, а также распоряжения №3-Сиб-749/р от 22 июня 2021 года «О подготовке к работе в зимний период 2021/2022 года и организации снегоборьбы на железной дороге, в территориальных подразделениях функциональных филиалов ОАО «РЖД», дочерних обществах ОАО «РЖД», расположенных в границах железной дороги»:

1. Всем руководителям структурных подразделений:

а) обеспечить выполнение мероприятий по подготовке структурных подразделений Новосибирского региона железной дороги к работе в зимний период 2021 – 2022 гг.

б) для очистки от снега стрелочных переводов станций в период снегопадов и метелей закрепить на весь зимний период за районами станций работников предприятий первой очереди согласно приложению №1;

в) для ликвидации последствий снегопадов и метелей закрепить выделяемые бригады второй очереди, на участках станций по околоткам дистанций пути, согласно приложению №2. При формировании бригад второй очереди учитывать работников дистанций сигнализации, централизации и блокировки, задействованных для сопровождения снегоуборочной техники;

г) бригады первой и второй очереди формировать из работников организаций, входящих в состав Западно-Сибирской железной дороги; работников предприятий территориальных дирекций, а также ДЗО ОАО

«РЖД» и входящих в их состав структурных подразделений, расположенных в границах региона железной дороги включать в состав бригад 2 очереди по наряд-заказам, согласно приложению №2;

д) для производства работ по очистке стрелочных переводов от снега (первая очередь), выделять работников из числа лиц, связанных по основной профессии с движением поездов, ознакомленных под подпись с маршрутами служебного прохода по станциям, прошедших медицинское освидетельствование на допуск к работе по приказу МПС РФ 6-Ц от 29.03.99 года, специально обученных безопасной работе на станции и испытанных в установленном порядке согласно требованиям «Положения об организации обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда» №2576р от 14.12.10 года.

е) при привлечении работников на снегоборьбу, в составе 2-й очереди, назначать руководителя работ (из расчета на 1 руководителя на однопутных участках и станционных путях - не более 15 человек; на двухпутных участках - не более 20 чел; на стрелках - не более 6 человек), который обязан перед началом работ:

- проверять физиологическое состояние прибывших работников;
- проверять наличие у работников теплой одежды и обуви, в соответствии с типовыми нормами бесплатной выдачи сертифицированной специальной одежды, специальной обуви и других средств защиты;
- во время выполнения работ контролировать соблюдение работниками правил и норм охраны труда, выполнение безопасных методов производства работ и сигнализации о приближающихся поездах к месту работ, качество выполняемой работы, своевременное предоставление технологических перерывов для обогрева и отдыха работающих;

ж) по окончании снегопадов и метелей, стрелочные переводы, закрепленные за работниками подразделений, очищаются полностью от снега на всю длину в течение 3-х суток.

з) обеспечить работающих по очистке стрелочных переводов и путей от снега средствами от обморожения;

и) организовать места хранения и сушки спецобуви работников 2-й очереди при производстве работ по очистке путей от снега, а также хранение, стирку и обеззараживание спецодежды и спецобуви работников 1-й и 2-й очередей после завершения работ по снегоборьбе.

к) в срок до 01 октября 2021 года провести обучение работников - перевозчиков со сдачей испытаний установленным порядком.

2. Всем начальникам железнодорожных станций с привлечением представителей причастных служб:

а) до 20.09.2021 года проверить работу стационарной громкоговорящей связи и работу других технических средств, используемых для оповещения о приближении поездов и маневровом передвижении локомотивов;

б) до 20.09.2021 года проверить освещение территорий станций в горловинах и стрелочных районах с составлением акта;

в) при привлечении работников 1 и 2 очереди на уборку снега инструктировать дежурных по станциям и дополнительно, не менее 2-х раз по громкоговорящей связи, оповещать работающих о передвижении подвижного состава в районе производства работ.

3. Начальникам Новосибирской дистанции пути Таху А.А., Инской дистанции пути Малышеву А.В., закрепить на зимний период 2021-2022 гг. в круглосуточном режиме работы за станцией Новосибирск-Главный две машины СМ (№1651, №1026), за станцией Инская три машины СМ (№ 1801, № 1608, №1862) и три машины ПСС (№15, №115, №79), за станцией Черепаново, с плечом работы до станции Искитим, машину СМ №1825.

4. Начальнику службы пути Холодилову Д.А. для своевременного вывоза снега со станций Инская и Новосибирск-Главный выделить на зимний период 2021-2022 гг. по двадцать думпкаров в адрес дистанций пути.

5. Начальникам эксплуатационного локомотивного депо Новосибирск Тропину Е.В., сервисного локомотивного депо Инская СТМ «Сервис» Сизову А.И., начальнику ПЧМ Новосибирск Якунину С.В. обеспечить работу кранов на железнодорожном ходу в зимний период 2021-2022 года по станциям Инская, Новосибирск-Главный для погрузки и выгрузки снега по заявкам дистанций пути и начальников станций.

6. Начальнику станции Евтушенко Е.А. совместно с начальником Инской дистанции пути Малышевым А.В. подготовить место для выгрузки снега из думпкаров в парках «Г» 17 и 19 пути, парк «Д» 18 и 20 пути, парк «Д» 42 путь, до 01.10.2021 года.

7. Начальнику дирекции по ремонту пути Иссакову А.М., начальнику путевой машинной станции №20 на станции Крахаль Эшенбрейнеру А.В., по заявке Инской дистанции сигнализации и блокировки выделять фронтальный погрузчик для погрузки снега на нечетной горке ст. Инская.

8. Начальнику ПЧМ Новосибирск Якунину С.В. закрепить за Болотнинской дистанцией пути (ПЧ-12) две машины СМ-2 с работой в круглосуточном режиме.

9. Начальнику эксплуатационного локомотивного депо Новосибирск Тропину Е.В. обеспечить выделение локомотива по заявке ПЧ-14 под СТРУГ № 20 для разделки снеговых валов. В период подготовки дистанции пути к пропуску паводковых и ливневых вод обеспечить выделение локомотива за машиной СТРУГ № 20 для работы в дневное время.

10. Начальнику эксплуатационного локомотивного депо Барабинск Иванову Р.В. закрепить за СМ №1384 Татарской дистанции пути отдельный локомотив серии ТЭМ18, также закрепить за пневмо-обдувочными машинами ПОМ №208 Барабинской дистанции пути, ПОМ №203 Болотнинской дистанции пути, локомотивы серии ЧС.

11. Начальнику дирекции тяги Ковалёву С.И. обеспечить выделение локомотива для закрепления за пневмо-обдувочной машиной ПОМ № 8 Новосибирской дистанции пути, ПОМ № 15 Тогучинской дистанции пути.

12. Начальнику эксплуатационного локомотивного депо Новосибирск Тропину Е.В. закрепить за пневмо-обдувочными машинами ПОМ № 5 и ПОМ № 23 Инской дистанции пути по два тепловоза.

13. Начальнику Татарской дистанции пути Самусову Н.Н., начальнику Барабинской дистанции пути Прудникову В.М., и.о. начальника Чулымской дистанции пути Сергиянскому А.С., начальнику Новосибирской дистанции пути Таху А.А., начальнику Болотнинской дистанции пути Сочневу С.В., начальнику Инской дистанции пути Малышеву А.В., начальнику Тогучинской дистанции пути Белоусову Д.А.:

а) до 20.09.2021 года определить совместными приказами с руководителями подразделений объёмы выполняемых работ, порядок своевременного вызова работников на работу в дневную и ночную смену в период снегопадов и метелей;

б) до 20.09.2021 года провести обучение со сдачей испытаний в установленном порядке и внеплановый инструктаж работникам, выделяемых на очистку стрелочных переводов от снега (первая очередь), безопасным приемам производства работ, маршрутам служебного прохода по станциям.

в) каждую смену обеспечивать работающих на очистке путей и стрелочных переводов от снега необходимым исправным инструментом и сигнальщиками, отвечающими за своевременное оповещение работающих о движении поездов и маневровой работе, за своевременный сход с пути;

г) до 20.09.2021 года провести обучение со сдачей испытаний в установленном порядке первозимников, сигнальщиков, назначаемых для ограждения мест производства работ по очистке путей и стрелочных переводов от снега;

д) до 20.09.2021 года проверить наличие на рабочих местах инструкций по охране труда при очистке стрелочных переводов от снега, при их отсутствии укомплектовать в полном объёме;

е) обеспечить работающие бригады медицинскими аптечками;

ж) обеспечить своевременную очистку маршрутов служебного прохода по станциям от снега;

з) оплату работникам предприятий ОАО «РЖД», входящих в структуру Западно-Сибирской железной дороги и привлекаемых на снегоборьбу, производить по наряд-заказам, работников не входящих в структуру ОАО «РЖД» привлекать на работы по снегоборьбе по гражданско-правовым договорам согласно приложению №2;

и) в соответствии с требованиями, изложенными в Инструкции о порядке подготовки к работе в зимний период и организации снегоборьбы на железных дорогах ОАО «РЖД» от 22 октября 2013 года №2243р, обеспечить работников,

привлекаемых для работ по очистке путей от снега в составе 2-й очереди, горячим питанием, чаем, питьевой водой, а также определить порядок работы пунктов обогрева, их месторасположение и вместимость. При отсутствии возможности доставки горячего питания к месту производства работ, предусмотреть доставку людей к местам приема пищи, в противном случае работы проводить сокращенно, не более 4 часов;

к) в соответствии с требованиями ст.220 ТК РФ обеспечить безопасные условия труда работникам, привлекаемым для очистки путей от снега в составе 2-й очереди. Организовать доставку работающих по очистке путей от снега в составе 2-й очереди от мест сбора к месту проведения целевых инструктажей, от места проведения инструктажей к месту работ и обратно, под наблюдением руководителя работ и сигнальщиков;

л) предоставлять технологические перерывы для лиц, привлекаемых на снегоборьбу, в зависимости от температуры окружающего воздуха в следующем порядке:

- до минус 15 градусов – 20 минут технологического перерыва после каждых 2-х часов работы;

- до минус 25 градусов – 30 минут технологического перерыва через каждые 1,5 часа работы;

- ниже минус 25 градусов – работы по снегоборьбе с привлечением работников 2-й очереди не проводить;

м) до 01.10.2021 года проверить наличие и соответствие схем маршрутов служебного прохода к рабочим местам, проверить их техническое состояние, соответствие установленным требованиям, ознакомить всех причастных руководителей, специалистов и рабочих. В зимний период обеспечить своевременную очистку от снега маршрутов служебного прохода на железнодорожных станциях;

н) обеспечить работникам, привлекаемым в составе 1-й и 2-й очереди к очистке путей от снега, проведение целевого инструктажа перед началом производства работ, организовать постоянный контроль за его качеством;

о) в соответствии с требованиями п. 2.2.4. Правил от 24.02.1999 года №ПОТ РО-32-ЦП-652-99 руководитель работ до начала работ на путях и стрелочных переводах обязан сделать соответствующую запись в Журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ (ДУ-46) о месте и времени производства работ, с обязательным указанием средств оповещения работающих о подходе поездов;

п) перед началом работ в стесненных местах, на мостах и снежных траншеях руководитель работ должен принять меры безопасности в соответствии с требованиями п. 2.2.6 от 24.02.1999 года Правил № ПОТ РО-32-ЦП-652-99;

р) в оперативных планах по снегоборьбе определить места выгрузки снегоуборочных машин и снеговых поездов, места стоянки, прогрева и ремонта машин, закрепить их за участками курсирования;

с) проверить места выгрузки снега, снеговые тупики, отвалы до 20.09.2021 года с составлением акта.

т) при организации круглосуточной работы приказами по дистанции пути закрепить за снегоуборочной техникой руководителей работ. Проинструктировать бригады снегоуборочных машин об особенностях работы на электрифицированных участках и ознакомить их с планами расположения напольных устройств СЦБ и связи;

у) завершить ремонт компрессорных установок до 30.09.2021 года, произвести опробование их работы с оформлением актов;

ф) совместно с начальниками станций до 01.10.2021 года, комиссионно опробовать работу устройств пневматической очистки стрелочных переводов, воздухопроводов, компрессорных установок. Результаты готовности оформить актами;

х) до 01.10.2021 года утвердить и согласовать с главами администраций районов города Новосибирска и области планы привлечения работников 3 очереди для ликвидации последствий стихии;

14. Начальнику Новосибирского центра организации работы железнодорожных станций Павленко Е.А.:

а) обеспечить своевременное отправление и проследование по графику снегоочистительной и снегоуборочной техники, освобождение на станциях путей от подвижного состава для их механизированной очистки;

б) не допускать длительных стоянок снегоуборочных поездов с целью рационального использования времени локомотивных бригад;

в) проинструктировать всех дежурных железнодорожных станций региона, о заблаговременной подготовке маршрутов приёма и отправления поездов, с учетом времени, необходимого сменным работникам дистанций пути и инфраструктуры для прибытия их с места дислокации на стрелочные переводы подготавливаемого маршрута.

15. Начальнику эксплуатационного локомотивного депо Барабинск Иванову Р.В., начальнику локомотивного депо Новосибирск Тропину Е.В.:

а) произвести раскрепление локомотивов за снегоуборочной техникой, обеспечить выделение бригад на локомотивы с учетом ее круглосуточной работы;

б) все выделенные локомотивы под снегоуборочную технику, а также подменные локомотивы обеспечить радиосвязью, устройствами АЛСН, двумя выводами питания магистрали на буферный брус, розеткой 50В. Тепловозы, работающие по станции Инская, оборудовать двумя маневровыми радиостанциями четной и нечетной системы;

в) до 30.09.2021 года укомплектовать и подготовить необходимое количество локомотивных бригад для работы со снегоуборочной техникой, обучив их правилам и особенностям работы на обслуживаемых участках. Запретить назначение локомотивных бригад на работу со снегоуборочной техникой, необученных и не прошедших необходимый инструктаж. Локомотивные бригады, с учетом подмены закрепить за локомотивами. Приказы о закреплении бригад представить в отдел инфраструктуры Новосибирского региона и Новосибирский центр организации работы железнодорожных станций;

г) в случае необходимой замены локомотива, закрепленного за снегоуборочной техникой, по неисправности, обеспечить наличие подменного в каждом депо;

д) до 10.10.2021 года обучить и выдать разрешение машинистам локомотивов на работу со снегоуборочной техникой:

локомотивное эксплуатационное депо Барабинск на участках:

- Барабинск – Чулымская, Барабинск – Татарская,

локомотивное эксплуатационное депо Новосибирск на участках:

- Новосибирск-Главный – Чулымская – Кургат,

- Новосибирск-Главный – Болотная,

- Новосибирск-Главный – Инская – Обь,

- Инская – Промышленная,

- Инская – Черепаново,

- Инская – Сокур

Заявку на выделение локомотивов, по указанию начальника дистанции пути, предоставляет в локомотивное эксплуатационное депо сменный инженер дистанции пути:

- в плановом порядке - за сутки, до начала производства работ, в программу «АС Заявки на локомотивы»;

- в оперативном порядке - за шесть часов до начала работ, в программу «АС Заявки на локомотивы» и на факс локомотивного депо;

е) в целях эффективного использования снегоуборочной техники установить порядок смены локомотивных бригад по месту работы снегоуборочных машин;

ж) обеспечить подготовку, обслуживание и эксплуатацию локомотивов, выделенных для работы со снегоуборочной техникой, в соответствии с указанием МПС РФ от 10.04.2001 года № ЦТ/814.

16. Начальникам дистанций сигнализации, централизации и блокировки Барабинск Бедрицкому А.Н., Новосибирск Мельниченко А.А., Инская Борису В.В.:

- до 20.09.2021 года проверить наличие указателей всех напольных устройств СЦБ на станциях, наличие выверенных планов кабельных сетей с привязкой напольных устройств к путевому развитию.

17. Начальникам дистанций пути, сигнализации, централизации и блокировки, электроснабжения и вагонного депо Инская:

а) до 20.09.2021 года откорректировать перечень препятствий по перегонам и станциям с последующим предоставлением в соответствующие дистанции пути, а также в региональный отдел инфраструктуры;

б) до 01.10.2021 года отремонтировать и установить временные сигнальные знаки для ограждения мест препятствий работы снегоуборочной техники.

18. Исполняющему обязанности начальника дистанции электроснабжения Инская Погорелову С.А., начальникам дистанций электроснабжения Барабинск Ведрашко С.В., Новосибирск Бочкареву Р.С.:

а) до 30.09.2021 года произвести проверку габарита опор контактной сети;

б) до 25.10.2021 года произвести окраску негабаритных опор согласно инструкции;

в) до 20.09.2021 года предоставить в дистанции пути данные по негабаритным опорам.

19. Ответственность за организацию снегоборьбы и очистку от снега перегонов и станций в границах дистанций пути возложить на начальников дистанций пути. Ответственность за исправное состояние снегоуборочной техники возложить на начальника ПЧМ Новосибирск. Оперативное руководство работой, эффективное использование снегоуборочной, снегоочистительной техники и персональную ответственность за

б) совместно с представителями подразделений (заместителями начальников) - организовать систематический контроль за организацией привлечения работников на снегоборьбу в составе 1-й и 2-й очереди, соблюдением регламента труда и отдыха привлеченных работников, проведением всех видов инструктажей.

24. Контроль за исполнением настоящего распоряжения оставляю за собой.

Заместитель начальника
железной дороги по Новосибирскому
территориальному управлению



— Е.М.Дербилов

Приложение
к распоряжению Западно-Сибирской
железной дороги
от «22» июня 2021 г. № З-ЛСД-749/р

П Л А Н

работы оперативного штаба по подготовке к работе в зимний период
2021/22 года и организации снегоборьбы на железной дороге,
в территориальных подразделениях функциональных филиалов
ОАО «РЖД», дочерних обществах ОАО «РЖД»,
расположенных в границах железной дороги

№ п/п	Наименование мероприятий	Срок исполнения	Ответственные
1	2	3	4
1.	Выполнение заданий ОАО «РЖД» по подготовке объектов инфраструктуры, подвижного состава, обучению персонала к работе в сложных погодных условиях, создание запаса необходимых материально-технических средств (задания утверждены заместителями генерального директора ОАО «РЖД» и внесены в АС «ЗИМА» в планы-карты по хозяйствам). Оказание всесторонней помощи руководителям структурных подразделений в решении проблемных вопросов	июль-октябрь 2021 г.	заместители начальника железной дороги (по территориальному управлению), начальники подразделений железной дороги, руководители подразделений ОАО «РЖД»
2.	Обеспечение работников инструментом, зимней спецодеждой и спецобувью, осуществление контроля за качеством поставляемой спецодежды и спецобуви	постоянно	заместители начальника железной дороги (по территориальному управлению), начальники подразделений железной дороги, руководители подразделений ОАО «РЖД»

№ п/п	Наименование мероприятий	Срок исполнения	Ответственные
1	2	3	4
3.	Представление докладов в оперативный штаб железной дороги по выполнению организационно-технических мероприятий по подготовке к работе в зимний период и об особенностях работы в зимний период	август 2021 г. – апрель 2022 г.	заместители начальника железной дороги (по территориальному управлению), начальники подразделений железной дороги, руководители подразделений ОАО «РЖД»
4.	Организация проверок хода подготовки к работе в зимний период подразделений железной дороги и подразделений ОАО «РЖД», выполнения требований Инструкции по подготовке к работе в зимний период и организации снегоборьбы на железных дорогах, в других филиалах и структурных подразделениях ОАО «РЖД», а также его дочерних и зависимых обществах, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 22 октября 2013 г. № 2243 р (с учетом корректировок)	июль-октябрь 2021 г.	заместители начальника железной дороги (по территориальному управлению), начальники подразделений железной дороги, руководители подразделений ОАО «РЖД»
5.	Рассмотрение два раза в месяц хода подготовки к работе в зимний период 2021/22 года подразделений железной дороги, подразделений ОАО «РЖД»	июль-октябрь 2021 г.	заместители начальника железной дороги (по территориальному управлению), начальники подразделений железной дороги, руководители подразделений ОАО «РЖД»
6.	Заслушивание на заседаниях оперативного штаба руководителей подразделений железной дороги, подразделений ОАО «РЖД» по вопросам выполнения подготовительных работ	июль-октябрь 2021 г.	заместители начальника железной дороги (по территориальному управлению), начальники

№ п/п	Наименование мероприятий	Срок исполнения	Ответственные
1	2	3	4
			подразделений железной дороги, руководители подразделений ОАО «РЖД»
7.	Представление в оперативный штаб ОАО «РЖД» докладов о ходе подготовки к работе в зимний период и о работе в зимний период	август 2021 г. – апрель 2022 г.	оперативный штаб
8.	Представление в оперативный штаб железной дороги докладов о готовности к работе в зимний период 2021/22 года	до 18 октября 2021 г.	заместители начальника железной дороги (по территориальному управлению), начальники подразделений железной дороги, руководители подразделений ОАО «РЖД»
9.	Представление в оперативный штаб ОАО «РЖД» доклада о готовности железной дороги и подразделений ОАО «РЖД» к работе в зимний период 2021/22 года	до 10 ноября 2021 г.	оперативный штаб
10.	Представление в оперативный штаб железной дороги докладов об итогах работы в зимний период 2021/22 года	до 1 апреля 2022 г.	заместители начальника железной дороги (по территориальному управлению), начальники подразделений железной дороги, руководители подразделений ОАО «РЖД»
11.	Представление в оперативный штаб ОАО «РЖД» доклада об итогах работы в зимний период 2021/22 года	до 15 апреля 2022 г.	оперативный штаб

Приложение А.3

П Л А Н
расстановки снегоборочной техники по пунктам стоянки
и участкам действия в зиму 2021-2022 г. по Инской дистанции пути

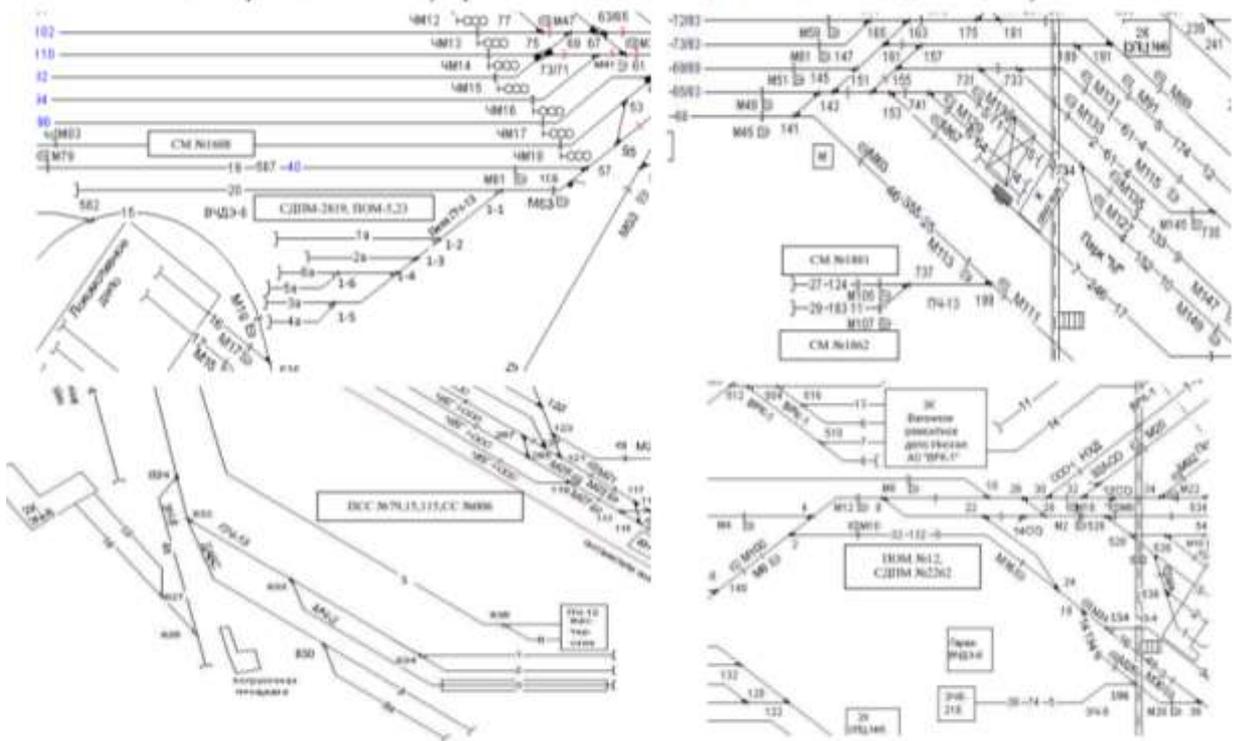
№ П/П	Наименование, тип, система машин	№ машины	Предприятие владелец	Станция базирования	№ закрепленных локомотивов	Район обслуживания
1	2	3	4	5	6	7
1	Снегоочиститель СДПМ	2262	ПЧМ	Инская	по заявке ПЧ	По дистанции пути
2	Снегоборочная машина СМ-2	1608	ПЧМ	Инская	ТЭМ18/ДМ-556	Инская
3	Снегоборочная машина СМ-2	1801	ПЧМ	Инская	ТЭМ18/ДМ-560	Инская
4	Снегоборочная машина СМ-2	1862	ПЧМ	Инская	ТЭМ18/ДМ-557	Иня-Бердек, Инская-Сокур
5	Снегоборочная машина ПСС	79	ПЧМ	Инская	самоходная	По дистанции пути
6	Снегоборочная машина ПСС	15	ПЧМ	Инская	самоходная	По дистанции пути
7	Снегоборочная машина ПСС	115	ПЧМ	Инская	самоходная	По дистанции пути
8	Пневмоочистительная машина ПОМ	5	ПЧМ	Инская	ТЭМ18/ДМ-530	По дистанции пути
9	Пневмоочистительная машина ПОМ	12	ПЧМ	Инская	ВЛ-10 №676	По дистанции пути
10	Пневмоочистительная машина ПОМ	23	ПЧМ	Инская	ТЭМ18/ДМ-554	По дистанции пути
11	Струг-снегоочиститель	6	ПЧМ	Инская	по заявке ПЧ	По дистанции пути
12	Кран КЖД	-	ПЧМ	Инская	по заявке ПЧ	ст.Инская
13	Фронтальный погрузчик	-	ПЧ ИССО	Инская	по заявке ПЧ	ст.Инская

Начальник Инской дистанции пути



А.В. Малышев

Схема расстановки снегоборочной техники по станции Инская Инской дистанции пути



Начальник Инской дистанции пути



А.В. Малышев

Приложение А.4



ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»
ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ
ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА
ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ ДИРЕКЦИЯ
ИНФРАСТРУКТУРЫ

ИНСКАЯ ДИСТАНЦИЯ ПУТИ
ПРИКАЗ

г. № _____

**О подготовке путевого хозяйства и кадров Инской дистанции пути
к работе в зимний период 2021-2022 гг.**

В целях обеспечения устойчивой эксплуатационной работы дистанции пути в зимний период 2021/2022 гг., для своевременной подготовки железнодорожной инфраструктуры, обучения персонала к работе в сложных погодных условиях, в соответствии с Инструкцией по подготовке к работе в зимний период и организации снегоборьбы на железных дорогах, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 22.10.2013 г. №2243р, **п р и к а з ы в а ю:**

1. Образовать оперативный штаб по подготовке к работе в зимний период 2021/2022 года и утвердить его состав (прилагается).
2. Оперативному штабу организовать работу по подготовке в зимний период согласно мероприятиям (Приложение №1). Два раза в месяц рассматривать ход подготовки объектов инфраструктуры к зимнему периоду.
3. Заместителю начальника дистанции пути Клопотову Д.С.:
 - 3.1 до 01.11.2021 г. закончить необходимые работы по подготовке к беспрепятственному пропуску снегоочистителей и снегоуборочных машин (уборка материалов верхнего строения пути со станций и перегонов);
 - 3.2 до 31.08.2021 г. совместно с начальником 1 эксплуатационного участка Гузенко В.А. обеспечить готовность снеговых тупиков по станции Инская.
4. Главному инженеру Михайлову М.В.:
 - 4.1 до 31.10.2021 г. организовать установку сигнальных знаков в целях обеспечения безопасности и бесперебойной работы снегоочистительной техники;

Электронная подпись. Подписал: Малышев А.В.
№3Смб ПЧ-13-611 от 22.07.2021

4.2 подготовить приказ о закреплении старших групп монтеров пути за очисткой стрелочных переводов от снега.

4.3 до 01.11.2021 г. обеспечить переезды необходимым запасом противогололедного материала для подсыпки на проезжую часть, для предотвращения гололеда в зимний период;

4.4 до 01.10.2021 г. организовать обучение «первозимников» по вопросам особенностей работы в зимний период, технологии и техники безопасности при производстве работ, а также очистке пути и стрелочных переводов от снега;

4.5 до 01.11.2021 г. совместно с наладчиком Гергенрейдером В.Э. организовать выполнение необходимых работ по ремонту средств пневматической очистки стрелочных переводов от снега, воздухопроводов, компрессорных установок. Провести комиссионную проверку готовности устройств к работе, результаты проверок оформить актами;

4.6 совместно с инженером по охране труда Ацполь О.А.:

4.6.1 до 01.10.2021 г. обеспечить работников дистанции пути зимней спецодеждой, спецобувью, средствами индивидуальной защиты в полном объеме;

4.6.2 до 20.10.2021 г. провести обучение и инструктаж работникам предприятий, выделенных на очистку стрелочных переводов, безопасным приемам производства работ и маршрутам служебного прохода (2 очередь).

5 Начальнику производственно-технического отдела Насоновой А.В.:

5.1 до 01.10.2021 г. разработать и утвердить оперативный план снегоборьбы по дистанции пути (НЗ ТЕР) и по станции Инская (НЗ-1) для работы в зиму 2021/2022 года;

5.2 обеспечить ввод в автоматизированную систему учета, контроля и анализа подготовки и работы подразделений ОАО «РЖД» к работе в зимний период («АС ЗИМА»).

6. Всем начальникам участков, дорожным мастерам:

6.1 до 01.10.2021 года организовать очистку отверстий труб, малых мостов от наносов, расчистку русел с вырубкой кустарников;

6.2 обеспечить проведение целевого инструктажа работникам, привлекаемым к очистке путей и стрелочных переводов;

6.3 перед началом работы сделать запись в журнале ДУ-46 о месте и времени производства работ с обязательным указанием средств оповещения работающих при приближении подвижного состава;

6.4 обеспечить работников местами хранения и сушки спецодежды;

6.5 обеспечивать работников, занятых в очистке стрелочных переводов и путей от снега исправным и необходимым инструментом;

6.6 при наступлении низких температур ниже -30°C градусов, проводить осмотр главных и станционных путей, стрелочных переводов в 2 лица.

7. Контроль исполнения настоящего приказа оставляю за собой.

Начальник
Инской дистанции пути

А.В.Мальшев

Исп. Насонова А.В., ПЧТ
2-78-09

СОСТАВ**оперативного штаба по подготовке хозяйства и кадров Инской дистанции
пути к работе в зимний период 2021/2022 года**

- | | |
|---------------|---|
| Мальшев А.В. | - начальник дистанции пути (руководитель оперативного штаба); |
| Михайлов М.В. | - главный инженер дистанции пути (заместитель руководителя оперативного штаба); |
| Клопотов Д.С. | - заместитель начальника дистанции пути; |
| Гузенко В.А. | - начальник 1 эксплуатационного участка; |
| Шабанов А.А. | - начальник 2 эксплуатационного участка; |
| Быков В.В. | - начальник 3 эксплуатационного участка; |
| Беликов Р.С. | - начальник 4 эксплуатационного участка; |
| Насонова А.В. | - начальник производственно-технического отдела (секретарь оперативного штаба). |

ПЛАН
работы оперативного штаба по подготовке путевого хозяйства и кадров к
работе в зимний период 2021/2022 года по Инской дистанции пути

№ п/п	Наименование мероприятий	Срок исполнения	Ответственные
1	2	3	4
1. Организационные мероприятия			
1.1.	Разработать оперативные планы снегоборьбы, предусмотрев закрепление стрелочных переводов горловин станций за предприятиями железнодорожных узлов, и представить на утверждение: - по дистанции пути (кроме важнейшей станции Инская) - заместителю начальника дирекции инфраструктуры по Новосибирскому территориальному управлению; - по важнейшей станции Инская - первому заместителю начальника дороги.	01.10.2021 г.	ПЧ, ПЧГ, ПЧТ, ПД
2. Подготовка путевого хозяйства.			
2.1.	Выполнить запланированный объем летних ремонтно-путевых работ: - Капитальный ремонт на с/г материалах – 1,1 км - Сплошная смена рельсов новыми - 6,8 км - Смена стрелочных переводов на ж/б - 10 шт.	01.11.2021 г.	ПЧ, ПМС, ПЧУ, ПД
2.2.	Произвести очистку отверстий труб, малых мостов от наносов; расчистку русел с вырубкой деревьев и кустарников.	01.10.2021 г.	ПЧУ, ПД, ПДзп
2.3.	Провести под председательством руководителей предприятий осенний комиссионный осмотр пути, земляного полотна и искусственных сооружений, своевременно устранить кустовую гнилость шпал, выполнив регулировку и разгонку зазоров, рихтовку пути.	30.10.2021 г.	ПЧ, ПЧЗ, ПЧГ
2.4.	Обеспечить готовность снеговых тупиков по ст.Инская	31.08.2021 г.	ПЧЗ, ПЧУ-1
3. Подготовка технических средств к работе в зимний период.			
3.1.	Отремонтировать и подготовить к работе в зиму устройства пневматической обдувки стрелочных переводов, компрессорных установок. Провести комиссионную проверку готовности устройств к работе, результаты проверки оформить актами	01.11.2021 г.	ПЧГ, ПДмех.
4. Подготовка кадров, охрана труда.			
4.1.	Укомплектовать штат работников массовых профессий, в первую очередь, монтеров пути	01.10.2021 г.	ПЧЗК
4.2.	Провести обучение перевозимников, уделив особое внимание особенностям работы в зимних условиях	01.10.2021 г.	ПЧГ, ПЧИпк
4.3.	Обеспечить всех работников, занятых на снегоборьбе, необходимой спецодеждой и спецобувью.	01.10.2021 г.	ПЧГ, ПЧИохр.
4.4.	Подготовить к работе в зиму служебные помещения, пункты обогрева, линейно-путевые здания	01.10.2021 г.	ПЧЗК, ПЧГ, ПД
4.5.	Обеспечить работников хозяйства бытовым топливом.	01.10.2021 г.	ПЧЗК

Электронная подпись. Подписал: Малышев А.В.
№3Сиб ПЧ-13-611 от 22.07.2021

Приложение А.5

ОПЕРАТИВНЫЙ ПЛАН
действий работников всех служб
на станции Инская Инской дистанции пути
в период метелей и снегопадов в зиму 2021-2022 гг.

№	Мероприятия	Ответственный за исполнение	Срок исполнения
1.	<p>Для обеспечения бесперебойной работы станции в зимний период 2021-2022 гг. при наступлении сложных метеорологических условий создать оперативный штаб в составе:</p> <p>Начальник станции – Е.А.Евтушенко Главный инженер станции Инская - А.Н.Кожемяко Начальник дистанции пути - А.В.Мальшев Начальник Инской дистанции сигнализации, централизации и блокировки - В.В.Борисов Начальник Инской дистанции электроснабжения - В.В.Абалмасов Начальник эксплуатационного вагонного депо Инская - А.Н.Ситников Начальник эксплуатационного локомотивного депо Новосибирск - Е.В.Тропин Начальник дистанции гражданских сооружений - Е.Г.Сколота Начальник Новосибирского отдела материально-технического обеспечения - П.С.Васильев Начальник ремонтного вагонного депо Инская - А.В.Евдокимов Начальник участка Новосибирского регионального центра связи - С.В.Торопов Начальник восстановительного поезда Инская - В.Л.Латышев Начальник участка производства Инская - А.В.Гераскин Начальник сервисного локомотивного депо ООО «ЛокоТех-Сервис» - В.В.Костенко Начальник сервисного локомотивного депо ООО «СТМ-Сервис» - А.И.Сизов Начальник Новосибирской механизированной дистанции</p>	ДС, ПЧ	На зимний период

	инфраструктуры – С.В.Якунин Начальник Новосибирского производственного участка - А.Ю. Патоцкий Начальник стрелковой команды на ст.Инская - С.Н.Будьлин Начальник пожарного поезда на ст.Инская - А.М. Колыганов		
2.	<p>При получении информации об ухудшении погодных условий (метели, снегопады, температура ниже -30 град.) установить круглосуточное дежурство членов штаба Дежурный штаба обязан:</p> <p>1. оповещать руководителей предприятий и ветвевладельцев о штормовом предупреждении с принятием доклада о готовности личного состава, пневмообдувки и снегоуборочной техники к работе в сложных погодных условиях</p> <p>2. не позднее 3-х часов с момента получения информации подать заявку в локомотивное депо о выделении требуемого количества локомотивов под снегоуборочную технику</p> <p>3. организовать оповещение начальников участка, дорожных мастеров, вызвать бригады 1-й очереди для очистки стрелочных улиц и переводов, закрепленных за ними. Задействовать снегоуборочную технику, пневматическую обдувку.</p> <p>4. при необходимости вызывать бригады 2-й очереди. ШЧ, ЭЧ, ТЧ и т.д. по первому требованию ПЧ обеспечить выход работников согласно прилагаемой ведомости приказа начальника отделения, начальника дороги. Бригадам 2-й очереди явиться к месту сбора, указанного в оперативном плане снегоборьбы. Закрепленным приказом начальника дистанции пути руководителям бригад 2-й очереди произвести им инструктаж, определить фронт работ.</p> <p>5. обеспечить выделение необходимого количества локомотивов.</p> <p>6. обеспечить готовность 2-х экскаваторов Жейсмар для работы в зимний период.</p>	<p>ДС ПЧ</p> <p>дежурный штаба</p> <p>дежурный штаба, диспетчер ПЧ</p> <p>дежурный штаба, ПЧ, ДС, диспетчер ПЧ, ПЧУ, ПД</p> <p>дежурный штаба, диспетчер ПЧ, ПЧ, ПД, ВЧД, ШЧ, ЭЧ и др.</p> <p>ТЧ-4</p> <p>ПЧМ</p>	<p>В период снегопадов и метелей, низкой температуры</p> <p>с получением штормового предупреждения</p> <p>до 01.10.2021</p> <p>до 01.10.2021</p>
3.	Подготовить лопаты и метлы для очистки путей и стрелок от снега согласно ведомости их потребности	ПЧ-13	до 01.10.2021

4.	Очистку стрелочных переводов и путей на станции производить в очередности, установленной оперативным планом снегоборьбы	ДС, ПЧ-13, ПЧУ, ПД	круглосуточно
5.	Разгрузку снегоуборочных машин производить только в местах, установленных оперативным планом снегоборьбы на 17,18,19,20,42 путях, площадка, ограниченная путем ТЧ-4 №33 и зданием дежурного по парку «Д», Площадка возле ПЧМ Новосибирск и ПпГ	ПЧЗ	круглосуточно
6.	Установить норму сменного задания снегоуборочным машинам СМ-2 6 рейсов. Маневровым диспетчерам, руководителям работ обеспечить полноту заполнения снегом вагонов, организовать учет количества выполненных рейсов каждой машиной.	ДСП, ПЧ, ПЧУ, ПД, диспетчер дистанции пути	ежедневно
7.	В период работы снегоуборочной техники, снеговых поездов и экскаватора Жейсмар по очистке территории станции от снега ДС и ПЧ выделять руководителей работ, с возложением на них обязанностей по продвижению снегоуборочных машин и снеговых поездов в пределах станции, освобождению путей и горловин для очистки от снега в соответствии с оперативным планом снегоборьбы	ДС, ПЧ-13	ежедневно
8.	В период метелей и снегопадов ДСП обеспечить беспрепятственный выезд снегоуборочных машин с путей отстоя	ДС, ДСП	по заявке ПЧ
9.	Планировать работу снегоуборочной техники на станции с руководителями станции не позднее, чем за 3 часа до начала работ	ДС, ПЧЗ, ПЧГ	ежедневно
10.	Заявки о выделении представителей ШЧ для сопровождения снегоуборочной техники подавать, не позднее, чем за 3 часа до начала работ	ПЧЗ, диспетчер дистанции пути	ежесуточно
11.	Заявки на выделение локомотивов для работы снегоуборочной техники подавать, не позднее, чем за 3 часа до начала работ.	ПЧЗ, диспетчер дистанции пути	ежесуточно
12.	Производить очистку посадочных платформ от снега, при завалке путей по согласованию с ПЧ, ДС	ДПО	постоянно
13.	Производить очистку от снега переходного	ПЧ ИССО	постоянно

	моста ст. Инская, о.п. Первомайская		
14.	Производить очистку от снега лестницы переходного моста ст. Инская, о.п. Первомайская	ПЧ ИССО	постоянно

Начальник
станции Инская



Е.А.Евтушенко

Начальник Инской
дистанции пути



А.В.Малышев

Приложение А.6



ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»
ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ
ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА
ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ
ДИРЕКЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ
ИНСКАЯ ДИСТАНЦИЯ ПУТИ

**Акт от 12.08.2021 г.
выбора места для отстоя снегоуборочной техники
в Инской дистанции пути на период 2021-2022 г.г.**

СМ №1608 - 19 путь парка «З»;
СМ №1801 - 27 прочий путь ст. Инская (Механические мастерские);
СМ №1862 - 29 прочий путь ст. Инская (Механические мастерские);
ПСС №79 - 2 прочий путь ст. Инская (Механические мастерские);
ПСС №№15, 115 - 2 прочий путь ст. Инская (Механические мастерские);
ПОМ №№5, 23 - база ПЧ-13;
ПОМ №12 - 32 путь парка «Д»;
Струг №006 - 2 прочий путь ст. Инская (Механические мастерские);
СДПМ №2262 - 32 путь парка «Д»;
СДПМ №2819 - база ПЧ-13.

Начальник Инской дистанции пути

А.В.Мальшев

Начальник станции Инская

Е.А.Евтушенко

Приложение А.7

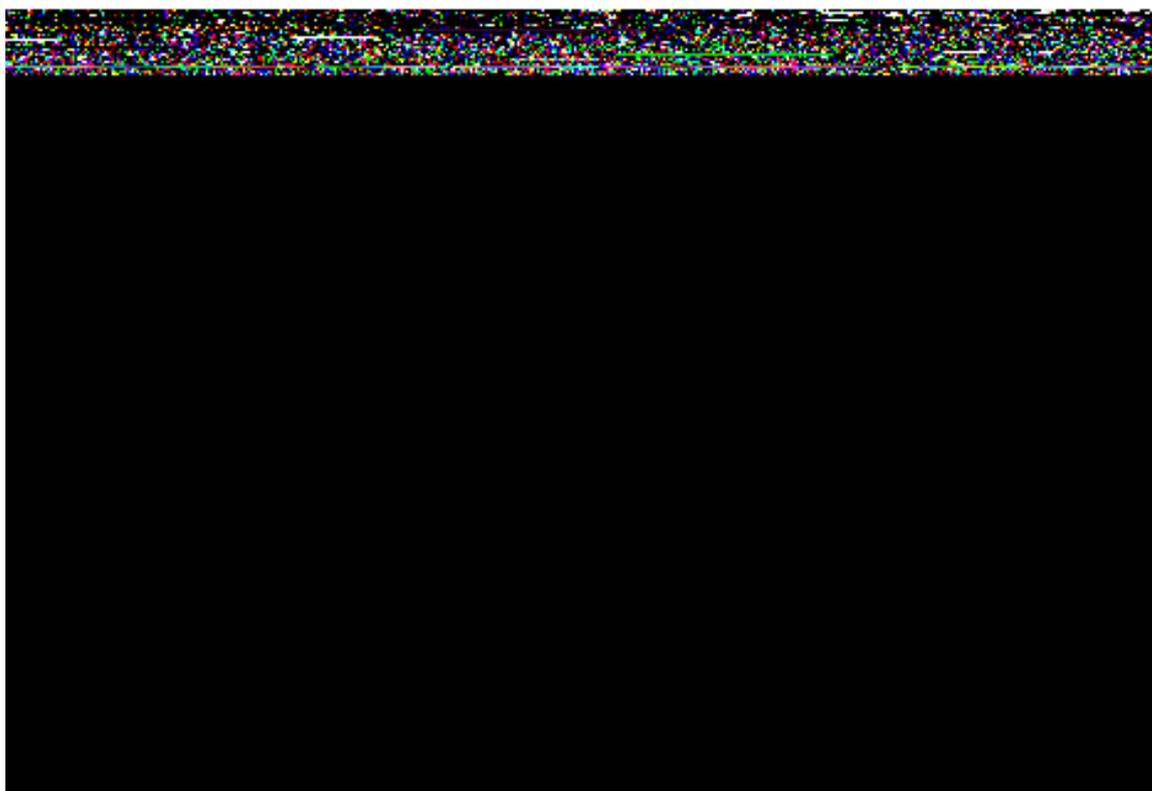


ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»
ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ
ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА
ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ
ДИРЕКЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ
ИНСКАЯ ДИСТАНЦИЯ ПУТИ

**АКТ от 12.08.2021 года
выбора места для выгрузки снега по Инской дистанции пути в зимний
период 2021-2022 гг.**

Произведен выбор места для выгрузки снега в зимний период 2021-2022 гг.
по Инской дистанции пути:

1. станция Инская 17 путь парка «Г»;
2. станция Инская 18 путь парка «Д»;
3. станция Инская 19 путь парка «Г»;
4. станция Инская 20 путь парка «Д»;
5. станция Инская 42 путь парка «З»;
6. площадка, ограниченная путем ТЧ-4 № 33 (правый ус) и зданием дежурного по парку «Д»;
7. площадка возле территории ПЧМ Новосибирск и ПпГ путем.



Приложение А.8



ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»
ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ
ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА
ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ ДИРЕКЦИЯ
ИНФРАСТРУКТУРЫ

ИНСКАЯ ДИСТАНЦИЯ ПУТИ
ПРИКАЗ

г. № _____

**О закреплении мест разгрузки снегоуборочной техники в зимний период
2021/2022 года в Инской дистанции пути**

В целях обеспечения устойчивой эксплуатационной работы дистанции пути в зимний период 2021/2022 гг., п р и к а з ы в а ю:

1. Постоянными местами выгрузки по дистанции считать:

При работе машин СМ-2, СМ-7, ПСС на очистке путей парков «Б», «Г», «С», «М» и нечетной горочной системы на станции Инская разгрузку производить по 19 снеговому тупику, 17 снеговому тупику, площадке возле территории ПЧМ Новосибирск и ПпГ путем.

При работе машин СМ-2, СМ-7, на очистке путей парков «В», «Д», четной горочной системы, локомотивного депо, ходовых путей на станции Инская разгрузку производить по 42 снеговому тупику, 18 снеговому тупику, площадке, ограниченной путем ТЧ-4 №33 и зданием дежурного по парку «Д».

При работе машин СМ-2, СМ-7, на очистке путей парков «П», «А», «З», локомотивного депо на станции Инская разгрузку производить по 20 снеговому тупику.

При работе машин СМ-2, СМ-7, по очистке станции Иня разгрузку производить по 4 пути перегона Иня-Инская 13 км пк5-14 км пк1.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Сибирская разгрузку производить по 1 пути на 16 км пк1-2, 6 пути 14 пк10-15 пк6, 5 пути 14 пк8-15 пк1.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Юность разгрузку производить по 2 пути 21км пк1-5, 4 приемо-отправочному пути 19км пк 7-9, 7 соединительному пути 19км пк 1-6.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Сеятель разгрузку производить по 1 пути 24 км пк 3-8, 13 вытяжному, соединительному пути от СП №24 до М2.

Электронная подпись. Подписал: Малышев А.В.
№ЭСмб ПЧ-13-709 от 16.08.2021

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Бердск разгрузку производить на подъездном 101 пути «ТГК» и на 11 соединительном пути.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Искитим разгрузку производить на участке 2 пути на 56 км ПК7-10, 58 км ПК7-59 км ПК1, по 1 пути на 57 км ПК3-8, 58 км ПК1-5.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Ложок разгрузку производить по 5 вытяжному пути, подъездному пути «НЗИВ», по 1 пути со стороны четной горловины.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Евсино разгрузку производить по 3 приемо-отправочному пути, 4 пути, 11а ходовому, 10 пути.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Линёво разгрузку производить по I а и II а главным путям на 79 км ПК6-80 км ПК4.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Дорогино разгрузку производить по 8 пути, 2 пути 89 км ПК1-6.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Посевная разгрузку производить по 1 главному пути 100 км ПК 5-101 км ПК 1, по 2 главному пути 100 км ПК 5- 101 км ПК 1, на перегоне Посевная-блок-пост 102 км по 1 главному пути 101км ПК1-102 км ПК10, по 2 главному пути 101 км ПК1-102 км ПК10.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Черепаново разгрузку производить по 1 главному пути, 1 соединительному, 11 и 43 пути ПЧИССО.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Чемской разгрузку производить по 5 приемо-отправочному пути, 10 приемо-отправочному пути, 16 выгрузочному тупику, 18 соединительному пути.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Издревая разгрузку производить по 3 и 4 приемо-отправочному пути.

При работе машин СМ-2, СМ-7 по очистке станции Жеребцово разгрузку производить по 3, 8 и 3а ходовому пути.

2. Ответственным за безопасное проведение маневровой работы при работе снегоуборочных машин СМ-2, СМ-7 назначается руководитель работ данной смены. После выгрузки снега из снегоуборочной машины СМ-2, СМ-7 руководитель работ проверяет габарит приближения строения и при необходимости очищает место выгрузки рабочим проходом СМ-2, СМ-7.

3. Ответственным за соблюдение габарита приближения строений в местах выгрузки назначается руководитель снегоуборочной техники.

4. Заместителю начальника дистанции пути по текущему содержанию Клопотову Д.С. произвести обследование мест выгрузки снега и обеспечить их готовность в срок до 01.10.2021 года.

5. Контроль за выполнением настоящего приказа возложить на заместителя начальника дистанции по текущему содержанию Клопотова Д.С.

Начальник Инской дистанции пути

А.В. Малышев

Исп. Башкардина А.А.
тел. 2-70-02

Электронная подпись. Подписал: Малышев А.В.
№ЭСиб ПЧ-13-709 от 16.08.2021

Приложение А.9

**ОЧЕРЕДНОСТЬ ОЧИСТКИ СТАНЦИЙ
СНЕГОУБОРОЧНЫМИ МАШИНАМИ В ИНСКОЙ ДИСТАНЦИИ ПУТИ**

Наименование станций	Снегоуборочная машина
Станция Инская парк П, А, З	ПСС-79(V-335 м2) ПСС-115(V-460м2)
Станция Инская парк Б, Г	ПСС-15(V-335 м2)
Станция Инская парк В	СМ №1801(V-340м2)
Станция Инская парк С, М	СМ №1608(V-465м2)
Станция Инская парк Д	СМ №1862(V-100м2)

Начальник Инской дистанции



А.В.Мальшев

Приложение А.10

Схематическая карта ст.Инская с указанием заносимых мест

		ПЧУ-1							ПЧУ-1							
		ПД-2			ПД-5				ПД-3			ПД-4		ПД-6		
Границы участков		5			14				9			13		18		
Границы околотков		5			14				9			13		18		
Границы отделений		5			14				9			13		18		
табельная		5			14				9			13		18		
переезды		5			14				9			13		18		
№ километра		24	25	26	27	28	29	30	25	26	27	26	27	28	29	30
обслуживание СДПМ		СДПМ №2262														
обслуживание Струг		СС №006														
обслуживание ПОМ		ПОМ-12,23														
место стоянки СМ		№1862,1808 2 прочий, 19 путь парка *3*							СМ № 1801 27,29 прочие пути ст. Инская							
затяжные подъемы		нечетный							четный							
									2.8/1370							
характеристика заносимых мест		1 категория							2 категория							
		100							740							
		628							500							
		100							500							
ограждение заносимых мест		живые посадки							естеств. лесом							
		312	500	610	380	530	250		110/110	100/100	100/100	120/120	100/100	100/100	120/120	100/100
				520	600	520	500		18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18
									15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15
									80/80	70/70	70/70	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60
план привлечения рабочей силы/ чел./		1 очередь							2 очередь							
		2							2							
		ЭЧ-6чел., НГЧ-2 чел.							ВЧД-5чел.,ПМС- 20чел., РЦС-2-1чел.							
чел.																
место сбора людей		таб. ПД-2							таб. ПД-5							

		ПЧУ-1							ПЧУ-1								
		ПД-3			ПД-4				ПД-3			ПД-4		ПД-6			
Границы участков		9			13				9			13		18			
Границы околотков		9			13				9			13		18			
Границы отделений		9			13				9			13		18			
табельная		9			13				9			13		18			
переезды		9			13				9			13		18			
№ километра		25	26	27	26	27	28	29	30	25	26	27	26	27	28	29	30
обслуживание СДПМ		СДПМ №2262															
обслуживание Струг		СС №006															
обслуживание ПОМ		ПОМ-5															
место стоянки СМ																	
затяжные подъемы		нечетный							четный								
									100/120								
характеристика заносимых мест		1 категория							2 категория								
		100							120								
		140							130								
		110							110								
ограждение заносимых мест		живые посадки							естеств. лесом								
		110/110	100/100	100/100	120/120	100/100	100/100	120/120	100/100	100/100	100/100	120/120	100/100	100/100	120/120	100/100	
		18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	
		15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	
		60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	
план привлечения рабочей силы/ чел./		1 очередь							2 очередь								
		2							2								
		ДС-18чел.							ТРПУ-5-2 чел., ТЧ-4-1чел., ОДМС-2-2чел., ВП-2чел.								
чел.																	
место сбора людей		таб. ПД-3							ПД-4								

ПЧ-13



А.В. Малышев

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 - Классификация снега по физическим свойствам

Тип	Вид	Разновидность	Состояние	Характеристика	Условия образования	Плотность ρ , г/см ³	Твердость НС, МПа	Несущая способность γ , МПа/м	Связность С, МПа	Коэффициент внутреннего трения, tg ϕ	
фрикционно-связной	свежевыпавший	пушистый	сухой	звездочки и хлопья	температура 0 - (-15)°С	До 0,10	0	0	0,0001-0,0002	0,20	
		игольчатый		тончайшие иглы	ниже -15°С	До 0,10					
		порошковидный		кристаллы различной формы	ниже 0°С	До 0,15					
		мучнистый		снег-крупка	около 0°С		0,001	0,01-0,02	0,0001-0,0005	0,20	
		Снег-изморозь		рыхлые разветвленные, смерзшиеся кристаллы	образуется оседанием тумана на холодную поверхность	0,1-0,15					
	уплотненный	осевший	сухой	рыхлый, рассыпчатый	уплотняется под влиянием тяжести при температуре ниже 0°С	0,10-0,21	0,0015-0,005	0,01-0,025	0,0005-0,0016	0,25	
		метелевый		мелкие обломки кристаллов	образуется при наличии ветра во время снегопада	0,23-0,30 (до 0,52)	до 0,005	до 0,16	0,0006-0,002	0,35	
	перекристаллизованный	мелкозернистый	сухой рыхлый	наибольший размер кристаллов до 1 мм	образуется из уплотнившегося снега путем фиранизации	0,16-0,26	0,0046-0,008	0,015-0,05	0,0002-0,0016	0,30	
		среднезернистый		наибольший размер кристаллов 1-2 мм	образуется из мелкозернистого в результате продолжающейся перекристаллизации	0,19-0,28	0,00115-0,0087	0,018-0,11	0,0002-0,002	0,25-0,35	
фрикционно-связной	перекристаллизованный (зернистый)	крупнозернистый	сухой рыхлый	угловатые кристаллы размером 2-5 мм	образуется из среднезернистого	0,20-0,32	0,0017-0,0115	0,02-0,15	0,001-0,004	0,27-0,35	
		смерзшийся			образуется из влажного снега любой разновидности отрицательных температурах	0,26-0,35	0,0412 и больше	До 0,52	0,001-0,0043	0,30-0,40	
фрикционный	фирновый	сухопластинчатый (снег плавуч)	сухой сыпучий	остроробренные прямоугольные пластинки шириной до 5 мм, длиной 10-15 мм	образуется из крупнозернистого	0,24-0,35	0,002-0,0143	0,66-0,75	0,0005-0,0045	0,30-0,40	
		трубчатый		пустотелые кристаллы в виде гравёных трубок	образуется из пластинчатого						
		повторно фирнизованный	сухой сыпучий	многогранные кристаллы размером 5-10 мм	образуется из бесформенной массы влажного, уплотненного и фирнизованного снега после оттепелей	0,35-0,40			0,009-0,018	0,60-0,70	
связной	уплотненный	метелевый		мерные обломки кристаллов	образуется при очень низких температурах	0,220	0,049		0,008-0,012	0,30	
			влажный			образуется из снега	0,26	0,006-0,139	0,07-0,13	0,001-0,003	0,30
			слипшийся			любой разновидности	0,50			0,002-0,006	0,25
						при температуре 0°С	0,70			0,007-0,015	0,2

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Приложение № 1
УТВЕРЖДЕНО
приказом Уральской Дирекции
по эксплуатации путевых машин

от «31» 01 2018г. № УР 2018-34

**Положение о премировании работников
Новосибирской механизированной дистанции инфраструктуры (I группа)
за основные результаты производственно-хозяйственной деятельности**

I. Общие положения

Настоящее Положение определяет условия, порядок начисления и размеры текущего премирования в Новосибирской механизированной дистанции инфраструктуры (I группа) – структурном подразделении дирекции по эксплуатации путевых машин (далее – ПЧМ Новосибирск).

1. Настоящее Положение утверждено в целях повышения материальной заинтересованности работников ПЧМ Новосибирск и направлено на повышение эффективности и качества выполнения задач, предусмотренных Положением о дирекции по эксплуатации путевых машин.

2. Настоящее Положение разработано на основании Положения о корпоративной системе премирования работников филиалов открытого акционерного общества «Российские железные дороги», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 20 июля 2010 г. № 1573р, и другими нормативными документами ОАО «РЖД» в области организации, оплаты и мотивации труда.

3. Настоящее Положение распространяется на работников ПЧМ Новосибирск, кроме тех, которым установлены особенности оплаты труда, предусмотренные приложением № 8 к Положению о корпоративной системе оплаты труда работников филиалов и структурных подразделений открытого акционерного общества «Российские железные дороги», утвержденному решением правления ОАО «РЖД» от 18 – 19 декабря 2006 г. (протокол № 40).

4. В настоящем Положении используются следующие понятия:
постоянная часть заработной платы – денежное вознаграждение работников за выполнение установленных должностных обязанностей, состоящее из тарифной ставки (должностного оклада), доплат и надбавок, предусмотренных Трудовым кодексом Российской Федерации, коллективным договором ОАО «РЖД», Положением о корпоративной системе оплаты труда работников

Приложение № 2
к Положению о премировании работников Новосибирской
механизированной дистанции инфраструктуры за основные результаты
производственно-хозяйственной деятельности

ПЕРЕЧЕНЬ
показателей премирования работников Новосибирской механизированной дистанции инфраструктуры - структурного подразделения Уральской дирекции по
эксплуатации путевых машин - структурного подразделения Центральной дирекции инфраструктуры - филиала ОАО "РЖД"
за основные результаты производственно-хозяйственной деятельности

Наименование профессии (должностей)	Направление деятельности (виды работ)	Показатели премирования						Итого % премии		
		II уровень			III уровень					
1	2	ключевые задачи структурного подразделения филиала	доля	Процент премии	показатели индивидуальной оценки деятельности	доля	Процент премии	3		
Новосибирская механизированная дистанция инфраструктуры										
Летний период (август - октябрь), зимний период (декабрь - март)										
Работники органа управления										
Доля показателей II и III уровней		0,7			17,5%		0,3		7,5%	25%
Руководители всех категорий (Начальник дистанции, главный инженер, главный механик, заместитель начальника (заст. начальника), начальник отдела (сектора))	Финансово-хозяйственное управление	Непревышение права расходов по первоначальному плану деятельности с учетом амортизационных отчислений, нарастающим итогом с начала года, млн. рублей	0,5	8,75%	Оценка деятельности производится на основании реализации плана индивидуальной трудовой деятельности за отчетный период по кругу ведения	1,0	7,5%			
		Непревышение времени задержки поездов в аналитическому периоду прошлого года, час.	0,5	8,75%						
Доля показателей II и III уровней		0,6			15,0%		0,4		10,0%	25%
Специалисты всех категорий и классов (Специалист, специалист по управлению перевозками, техники I категории, инженеры (заст. инженерами))	Финансово-хозяйственное управление	Непревышение права расходов по первоначальному плану деятельности с учетом амортизационных отчислений, нарастающим итогом с начала года, млн. рублей	0,5	7,5%	Оценка деятельности производится на основании реализации плана индивидуальной трудовой деятельности за отчетный период по кругу ведения	1,0	10,0%			
		Непревышение времени задержки поездов в аналитическому периоду прошлого года, час.	0,5	7,5%						
Доля показателей II и III уровней		0,2			12,0%		0,8		48,0%	60%
Машинист, помощник машиниста железнодорожно-строительной машины (самоходные машины СМ)	Управление железнодорожно-строительными машинами	Непревышение права расходов по первоначальному плану деятельности без учета амортизационных отчислений, нарастающим итогом с начала года, млн. рублей	0,5	6,0%	Выполнение производственного задания, чел./час.	0,4	19,0%			
		Непревышение времени задержки поездов в аналитическому периоду прошлого года, час.	0,5	6,0%		Отсутствие случаев срывов работы по вине работников бригады, случаев	0,4	19,0%		
					Выполнение плана потребления дизельного топлива, тонн	0,2	10,0%			
Доля показателей II и III уровней		0,2			12,0%		0,8		48,0%	60%
Машинист, помощник машиниста железнодорожно-строительной машины (самоходные машины СШМ, СС, ПОМ)	Управление железнодорожно-строительными машинами	Непревышение права расходов по первоначальному плану деятельности с учетом амортизационных отчислений, нарастающим итогом с начала года, млн. рублей	0,5	6,0%	Выполнение производственного задания, чел./час.	0,5	24,0%			
		Непревышение времени задержки поездов в аналитическому периоду прошлого года, час.	0,5	6,0%		Отсутствие случаев срывов работы по вине работников бригады, случаев	0,5	24,0%		
Доля показателей II и III уровней		0,2			6,0%		0,8		24,0%	30%
Машинист, помощник машиниста железнодорожно-строительной машины (самоходные машины СМ, СШМ, СС, ПОМ)	производство технического обслуживания и участие в планово-предупредительных	Непревышение права расходов по первоначальному плану деятельности без учета амортизационных отчислений, нарастающим итогом с начала года, млн. рублей	0,5	3,0%	Выполнение производственного задания, чел./час.	1,0	24,0%			
		Непревышение времени задержки поездов в аналитическому периоду прошлого года, час.	0,5	3,0%						
Доля показателей II и III уровней		0,2			18,0%		0,8		72,0%	90%
Машинист, помощник машиниста железнодорожно-строительной машины (самоходные машины СМ, ПСС, КГТ-485)	управление СГК	Непревышение права расходов по первоначальному плану деятельности без учета амортизационных отчислений, нарастающим итогом с начала года, млн. рублей	0,5	9,0%	Выполнение производственного задания, чел./час.	0,4	29,0%			
		Непревышение времени задержки поездов в аналитическому периоду прошлого года, час.	0,5	9,0%		Отсутствие случаев срывов работы по вине работников бригады, случаев	0,4	29,0%		
					Выполнение плана потребления дизельного топлива, тонн	0,2	14,0%			

ПРИЛОЖЕНИЕ Г



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Акт внедрения

УТВЕРЖДАЮ:

Исполняющий обязанности начальника
Уральской дирекции по эксплуатации
путевых машин (УДПМ)



И.В. Солониченко

«14» мая 2022г.

АКТ

внедрения научной разработки Семенова М.А.

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе исполняющего обязанности главного инженера УДПМ Воробьева А.А., исполняющего обязанности начальника ПТО Мищенко Н.А. составили настоящий акт о том, что разработанная аспирантом Семеновым М.А. методика совершенствования организации процесса уборки путей от снега машинами типа СМ и ПСС на основе автоматизированного мониторинга прошла апробацию и может быть принята к практическому использованию, для повышения эффективности работы снегоуборочных машин и экономии средств на их эксплуатацию.

Методика основана на использовании статистических данных из программного обеспечения АС КРСПС и алгоритмов применения математической модели для анализа эффективности работы снегоуборочных машин за смену и планирования средств на эксплуатацию в перспективе. Результаты научной разработки Семенова М.А. могут быть рекомендованы к применению при планировании затрат на эксплуатацию снегоуборочной техники и оценки эффективности работы бригад.

Предлагаемая методика позволяет оперативно анализировать эффективность работы каждой машины, а также оптимизировать рабочий процесс на конкретном участке пути, закрепленном за снегоуборочной машиной и повысить заинтересованность бригад, что обеспечит повышение выработки, экономию топлива, заработной платы и премиального фонда.

Исполняющий обязанности главного инженера
УДПМ

А.А. Воробьев

Исполняющий обязанности начальника
ПТО УДПМ

Н.А. Мищенко