

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ГРУШЕЦКИЙ СТАНИСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАЗЕМНЫХ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
доктора технических наук

Научный консультант:
д-р техн. наук, профессор
Евтюков Сергей Аркадьевич

Санкт-Петербург – 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИИ МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ СИСТЕМЫ: ОБЪЕМЫ РАБОТ – ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ – ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ.....	19
1.1. Анализ характера связи в системе: объемы работ – производительность – производственная эксплуатация.....	19
1.2. Обзор аналогов СОЭПЭ НТТМ в смежных отраслях. Оценка критериев их эффективности.....	23
1.3. Обзор состояния научных исследований по организации технического обслуживания (технической эксплуатации) НТТМ	27
1.4. Онтология предметной области исследования. Границы исследования и постановка задач по разработке научных основ обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ.....	43
1.5. Выводы по Главе 1	48
ГЛАВА 2. КОНЦЕПЦИЯ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НТТМ.....	50
2.1. Анализ функционала систем мониторинга и накопления данных и перспективы их развития	50
2.1.1. Теоретические аспекты развертывания и работы систем удаленного и бортового мониторинга НТТМ	50
2.1.2. Особенности установки элементов системы мониторинга НТТМ..	56
2.1.3. Информационное пространство систем мониторинга в рамках процессов управления эксплуатацией НТТМ.....	71

2.2. Концептуальное представление смены состояний устойчивости системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ.....	77
2.3. Теоретические и методологические рекомендации по интеграции системы обеспечения эффективности в цифровые платформы (экосистемы) на отраслевом уровне.....	80
2.4. Выводы по Главе 2.....	87
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ, ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПЛАНОВОЙ, ФАКТИЧЕСКОЙ И РАСЧЕТНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЕЙ НТТМ НА ДИСКРЕТНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ.....	90
3.1. Цели и задачи эксперимента.....	90
3.2. Выбор НТТМ для эксперимента.....	91
3.3. Определение плановых и фактических объемов работ.....	99
3.4. Определение технической производительности выбранных НТТМ..	110
3.5. Определение эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициентов выполнения объемов работ и реализации технического потенциала выбранных НТТМ.....	117
3.6. Определение эксплуатационной производительности выбранных НТТМ по известным расчетным зависимостям (эксплуатационной расчетной производительности). Оценка эффективности экспериментального и расчетного методов определения эксплуатационной производительности.....	131
3.7. Построение годового банка данных работы выбранных НТТМ по их производительности. Анализ полученных результатов.....	143
3.8. Выводы по Главе 3.....	150
ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЭПЭ НТТМ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ	

ФАКТИЧЕСКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НТТМ И ЕЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	152
4.1. Графоаналитический метод выявления мест и участков критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности НТТМ	152
4.2. Установление причин критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ.....	159
4.3. Прогнозирование критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ.....	164
4.4. Определение и оценка надежности выбранных НТТМ с учетом неплановых ремонтов.	173
4.5. Определение коэффициента оперативной технической готовности через эксплуатационную фактическую и техническую производительности НТТМ. Сравнительный анализ существующих способов определения коэффициента оперативной технической готовности НТТМ	180
4.6. Прогнозирование основных параметров состояния СОЭПЭ НТТМ. Определение уровней состояния СОЭПЭ НТТМ.....	188
4.6.1. Обоснование параметров и критериев прогнозирования СОЭПЭ НТТМ.....	188
4.6.2. Выбор и обоснование метода прогнозирования параметров СОЭПЭ НТТМ.....	194
4.6.3. Определение основных параметров прогнозирования СОЭПЭ НТТМ. Определение уровней состояния СОЭПЭ НТТМ	196
4.7. Выводы по Главе 4	205
ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ НТТМ. ФОРМИРОВАНИЕ УРОВНЕЙ СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СОЭПЭ НТТМ.....	208

5.1. Выбор и обоснование параметров состояния устойчивости СОЭПЭ НТТМ.....	208
5.2. Определение параметров состояния СОЭПЭ НТТМ.....	214
5.2.1. Определение производственного параметра состояния устойчивости СОЭПЭ НТТМ	214
5.2.2. Определение технико-экономического параметра состояния устойчивости СОЭПЭ НТТМ	216
5.2.3. Определение параметра надежности (безопасности) состояния устойчивости СОЭПЭ НТТМ	222
5.3. Определение степени нечеткой взаимосвязи множеств, образуемых ресурс-параметрами и энтропией нечетких множеств состояний СОЭПЭ НТТМ.....	224
5.4. Обобщенная модель иерархического управления состоянием СОЭПЭ НТТМ.....	230
5.5. Оценка хозяйственного эффекта и ресурсной эффективности аппарата реализации СОЭПЭ НТТМ на практике.....	237
5.6. Выводы по Главе 5	243
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	245
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	248
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	250
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	280
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Объемы работ выбранных НТТМ. Фактические и плановые значения	281
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Значения эксплуатационных плановых и фактических производительностей и коэффициентов выполнения работ и реализации технического потенциала НТТМ	306
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Матрицы к п.4.6.3	338
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Примеры практической реализации	342
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Имитационные модели Matlab/Simulink	354

ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Код на С++ ядра программы «ЭфОПроЭ».....	358
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Система поддержки принятия решений по управлению системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин «ЭфОПроЭ»	376
ПРИЛОЖЕНИЕ З. Акты внедрения результатов работы	378

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Указом Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» предусмотрено создание безопасных и качественных автомобильных дорог (АД). Последнее, принципиально обновляет методологию организации и управления процессом функционирования новых механизмов развития и эксплуатации дорожной сети в рамках, соответствующих Национальным проектам. Цели, установленные данным Национальным проектом, вместе с поставленными задачами, в рамках системы производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин (НТТМ) могут быть реализованы на научной основе теоретическими и методологическими средствами обоснования управления процессом обеспечения эффективной эксплуатации НТТМ в строительстве, реконструкции, ремонте и содержании АД общего пользования с исполнением требований к контролю качества выполняемых ими технологических процессов.

Сегодня имеется достаточно научно-организационной и научно-технической информации по системному анализу условий эксплуатации НТТМ. В частности: по производственной эксплуатации (обеспечение соответствующего процесса); по технической эксплуатации (исследование технического состояния машин); ресурсно-эффективной эксплуатации (обеспечение высокого коэффициента сохранения эффективности, применение CALS технологий и другие методы), среди которых преобладают работы по технической и ресурсно-эффективной эксплуатации НТТМ. Это связано, с одной стороны, тем, что до 80% эффективности использования машин обеспечивается именно их системой технической эксплуатации. С другой стороны, внеплановые простои достигают до 30% фонда общего времени, что является низким показателем использования машин.

При оценке технического состояния НТТМ задача выполнения требуемых объемов работ рассматривается как второстепенная. Объясняется это тем, что выполнение объемов работ НТТМ (как совокупности процессов управления по обеспечению эффективности применения) находится в области производственной эксплуатации, а обеспечение технического состояния НТТМ – в области технической и ресурсно-эффективной эксплуатаций. При этом, технически исправное состояние НТТМ не является гарантией выполнения требуемых объемов работ. Поэтому задача обеспечения технически исправного состояния НТТМ является первостепенной. Таким образом, решение указанной проблемы остро востребовано, оно является актуальным и зависит от основного предназначения НТТМ – выполнения требуемых объемов работ. Только на основании этого можно решать все остальные задачи, связанные с технической и ресурсно-эффективной эксплуатацией НТТМ.

Универсальным критерием, позволяющим оценить одновременно эффективность и качество производственных процессов, выполняемых НТТМ, должна объективно являться производительность (техническая, эксплуатационная) машин. Формально нет ни одного производственного и технического параметра НТТМ, которые бы не отразились на их производительности. Следует также отметить, что производительность машин связана с выполнением требуемых объемов работ – главной целью производственной эксплуатации НТТМ, а объемы работ - с конкретным объектом и условиями их применения.

В рамках текущего переходного состояния производственной системы к цифровой трансформации процессов ее функционирования и повышению в его рамках ресурсно-эффективной эксплуатации НТТМ, технологическое развитие процессов обработки и передачи больших объемов данных позволит интегрировать между собой сложные системы, образуемые в процессе эффективного управления производственной деятельностью.

Увеличение единовременно получаемых и накапливаемых объемов данных от НТТМ, совместно с данными, объединяющими внешнюю и производственную среду от находящихся в них объектов, позволит сформировать системы управления обеспечением производства работ на конкретных объектах автомобильно-дорожного комплекса. Это позволит оперативно координировать действия строительной или эксплуатирующей организации в рамках контрактных требований и с учетом любых возможных отклонений внешней среды. При этом на настоящий момент в вопросе применения НТТМ в конкретных эксплуатационных условиях мало уделено внимания роли ее цифрового двойника при обеспечении качества выполнения технологических процессов.

Вышеизложенное, позволяет в обобщенном виде утверждать, что обеспечение возможности существенного повышения эффективности управления процессом выполнения строительно-монтажных работ в дорожной отрасли является актуальной народно-хозяйственной проблемой, ее решение способно обеспечить реализацию национального проекта по созданию безопасных и качественных автомобильных дорог по технико-экономическим и социально-экономическим показателям развития, в дополнение к решению указанных задач совершенствования методами оптимизации и рационализации парков НТТМ, методов и технологий их ТО и Р. Используя для этого созданный научный потенциал при исследовании двухсторонней связи взаимодействия НТТМ с производственной средой в конкретных условиях их эксплуатации.

Диссертационное исследование выполнялось в рамках соглашений на проведение научных исследований с организациями: АО «СМУ-Дондорстрой», ФКУ «Центравтомагистраль», АО «ПО РосДорСтрой», АО «Удмуртавтодор», ООО СПК «Зеленый город», ГП «Дорсервис».

Степень разработанности проблемы. В исследование системы эксплуатации НТТМ большой вклад внесли следующие ученые: В.И.

Баловнев [2,3], О.А. Бардышев, Н.И. Баурова [4,5], Д.П. Волков [6], Я.В. Васильев [7,8], Н.Г. Гаркави [9,10], Н.Ш. Домбровский, В.Н. Добромиров [11], П.В. Дружинин, С.А. Евтюков [12-15], В.А. Жулай [16], В.А. Зорин [17,18], Б.Г. Ким [19,20], П.А. Корчагин, П.А. Кравченко [22], Е.М. Кудрявцев [21], Е.С. Кузнецов [23], Е.С. Локшин, И.А. Луйк [25], С.Е. Максимов, С.К. Полянский, С.В. Репин [26-28], Н.С. Севрюгина, Б.Ф. Хазов и многие других. Кроме того, зарубежные исследования в области эффективности производственной эксплуатации НТТМ наиболее широко освещены в работах таких ученых как: Оглсби Ч., Паркер Г [30], Банкер Р. [31], Чао Л., Скибневский М. [32], Салем А. [33], Алишибани А. [34] и Ардити Д. [35]. Однако, следует отметить, что анализ их исследований показал, что несмотря на существенный вклад и значимость уже реализованных научных исследований имеются противоречия между сложившейся практикой подхода к условиям эксплуатации НТТМ и техническим потенциалом по обеспечению производственного процесса.

Цель диссертационного исследования – разработка научных основ обеспечения требуемой эффективности производственной эксплуатации НТТМ, внедрение которых способно обеспечить выполнение плановых объемов работ с требуемым уровнем качества технологических процессов, реализуемых НТТМ в конкретных условиях применения на объектах автомобильно-дорожного комплекса.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие **задачи исследования**:

1. Разработать теоретическое и методическое обоснование механизма оценки уровня эффективности работы НТТМ по требуемым объемам при их производственной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования по результатам целевого исследования технической, плановой и фактической эксплуатационной производительностей машин.

2. Разработать методы оценки и выбора рационального способа определения эксплуатационной производительности НТТМ на основе коэффициента выбора метода.

3. Создать методы прогнозирования критического снижения/превышения эксплуатационной производительности НТТМ при работе на объектах устойчивого развития на основе исследования функции приращения/убывания.

4. Разработать методы оперативного и долгосрочного прогнозирования основных параметров и уровней состояния системы обеспечения производственной эксплуатации на основе применения математического аппарата нечеткой логики.

5. Разработать концептуальный аппарат представления уровней состояния устойчивости системы обеспечения производственной эксплуатации НТТМ через взаимосвязь основных ресурс-параметров системы с выполнением работ по строительству, реконструкции, эксплуатации и ремонту автодорог.

6. Осуществить синтез четырехуровневой иерархической адаптивно-последовательной системы управления процессом обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ с вертикальной и горизонтальной интеграцией нечетких составляющих состояния системы их эксплуатации.

7. Разработать комплексный теоретико-методологический подход к интеграции в технологии промышленного интернета вещей (ПИВ) систем управления производственной эксплуатацией НТТМ на конкретных объектах.

Объект исследования. Объектом исследования являются НТТМ для строительства, реконструкции, ремонта и содержания АД общего пользования на конкретных объектах при обеспечении их устойчивого развития.

Предмет исследования. Предметом исследования является управление состоянием системы: объемы работ – производительность – производственная эксплуатация, путем обеспечения ее устойчивости.

Рабочая гипотеза состоит в том, что исследование видов производительности НТТМ и разработка методов прогнозирования и обеспечения требуемых значений ресурс-параметров системы обеспечения производства работ, позволяют реализовать проактивное управление макросостоянием системы с заданной устойчивостью.

Научная новизна исследования:

1. Впервые разработано теоретическое и методическое обоснование механизма оценки уровня эффективности работы НТТМ по требуемым объемам при их производственной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования – по результатам целевого исследования технической, плановой и фактической эксплуатационной производительностей машин.

2. Впервые разработаны методы выбора рационального способа определения эксплуатационной производительности НТТМ на основе коэффициента выбора метода.

3. Впервые созданы методы прогнозирования критического снижения/превышения эксплуатационной производительности НТТМ при работе на объектах устойчивого развития на основе исследования функции приращения/убывания.

4. Впервые разработаны методы оперативного и долгосрочного прогнозирования основных параметров и уровней состояния системы обеспечения производственной эксплуатации на основе применения математического аппарата нечеткой логики.

5. Впервые разработан концептуальный аппарат представления уровней состояния устойчивости системы обеспечения эффективности

производственной эксплуатации НТТМ через взаимосвязь основных ресурс-параметров системы с выполнением работ по строительству, реконструкции, эксплуатации и ремонту автомобильных дорог.

6. Впервые осуществлен синтез четырехуровневой иерархической адаптивно-последовательной системы управления процессом обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ с вертикальной и горизонтальной интеграцией нечетких составляющих состояния системы эксплуатации машин.

7. Впервые разработан комплексный теоретико-методологический подход к интеграции в технологии промышленного интернета вещей (ПИВ) систем управления производственной эксплуатацией НТТМ на конкретных объектах.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке и обосновании теоретических и методологических основ обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ в конкретных условиях их применения на АД, а также в разработке программных и информационных средств, реализующих и отражающих объективные закономерности изменения состояния системы: объемы работ – производительность – производственная эксплуатация.

Практическая значимость работы заключается в полученных результатах исследования, которые могут использоваться при разработке систем управления производственной эксплуатацией НТТМ, а также на уровнях региональной и федеральной власти при повышении качества и эффективности выполнения работ по строительству, реконструкции, эксплуатации и ремонту АД общего пользования.

Методология и методы исследования базируются на глубоком анализе существующих трудов отечественных и зарубежных ученых:

системного анализа моделирования рабочих процессов НТТМ с использованием компьютерных и информационных технологий, математического аппарата нечеткой логики, методов математической статистики, нейронных сетей и теории робастного управления состоянием сложных динамических систем.

Положения, выносимые на защиту:

1. Теоретическое и методическое обоснование механизма оценки уровня эффективности работы НТТМ по требуемым объемам при их производственной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования – по результатам целевого исследования технической, плановой и фактической эксплуатационной производительностей машин.

2. Методы выбора рационального способа определения эксплуатационной производительности НТТМ на основе коэффициента выбора метода.

3. Методы прогнозирования критического снижения/превышения эксплуатационной производительности НТТМ при работе на объектах устойчивого развития на основе исследования функции приращения/убывания.

4. Методы оперативного и долгосрочного прогнозирования основных параметров и уровней состояния системы обеспечения производственной эксплуатации на основе применения математического аппарата нечеткой логики.

5. Концептуальная форма представления уровней состояния устойчивости системы обеспечения производственной эксплуатации НТТМ демонстрацией взаимосвязи основных ресурс-параметров системы с выполнением работ по строительству, реконструкции, эксплуатации и ремонту автодорог.

6. Четырехуровневая иерархическая адаптивно-последовательная система управления процессом обеспечения эффективностью производственной эксплуатации НТТМ с вертикальной и горизонтальной интеграцией нечетких составляющих состояния системы эксплуатации машин.

7. Комплексный теоретико-методологический подход к интеграции в технологии промышленного интернета вещей (ПИН) систем управления производственной эксплуатацией НТТМ на конкретных объектах.

Достоверность и обоснованность результатов, полученных в ходе диссертационного исследования, обеспечиваются применением методов системного анализа, теории моделирования, регрессионного анализа, методов нечеткой логики, методов линейного программирования, отсутствием противоречий с ранее проводимыми исследованиями другими учеными в области эксплуатации НТТМ, подтверждены публикациями в рецензируемых изданиях ВАК РФ и в изданиях входящих в международные базы цитирования Scopus и WoS; обеспечиваются целью и задачами исследования, апробированными общенаучными методами их решений, полученными теоретическими и практическими результатами исследований, а также широким их представлением и обсуждением в среде научной общественности на отечественных и зарубежных конференциях.

Апробация работы. Результаты и основные положения диссертации были представлены и обсуждались на следующих конференциях: III Всероссийская научно-практическая конференция «Магистерские слушания», 25-26 октября 2018 г.; Межвузовский научный круглый стол «Повышение эффективности применения и безопасности работы транспортно-технологических машин», 15.05.2019 г.; Международная научно-техническая конференция, посвященная 90-летию со дня основания

кафедры «Тракторы и автомобили», СПбГАУ, 25-26 марта 2021 г.; XVI Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств», Саратовский ГТУ им. Гагарина Ю.А., 16.04.2021 г.; VII международная научно-практическая конференция «Информационные технологии и инновации на транспорте», Орловский ГУ имени И.С. Тургенева, 17–20 мая 2021 г.; Международная научно-практическая конференция «автомобиле- и тракторостроение», Белорусский национальный технический университет, 25–28 мая 2021 г.; Международная конференция «Транспортная доступность Арктики: Сети и системы», 2–4 июня 2021 г.; XXX Российско-польско-словацкий семинар «Теоретические основы строительства», 13-18 сентября 2021 г.; XXXVI Национальная (с международным участием) научно-техническая конференция «Улучшение эксплуатационных показателей и технический сервис автомобилей, тракторов и двигателей», посвященная 95-летию со дня рождения ученых СПбГАУ Николаенко А.В., Буркова В.В., Кряжкова В.М., СПбГАУ, 23–24 марта 2023 г.

Реализация результатов исследования. Результаты проведенных научных исследований были внедрены в АО «ПО РосДорСтрой», ФКУ «Упрдор «Россия», ООО «Лидер-Строй», ООО СПК «Зеленый город», АО «Удмуртавтодор» и ГП «Дорсервис». Полученные результаты работы используются в учебном процессе: ФГБОУ ВО СПбГАСУ, ФГБОУ ВО Воронежский ГУ, ФГБОУ ВО Тюменский ИУ, ФГБОУ ВО СПбГАУ, при обучении студентов и аспирантов по направлениям подготовки: «Наземные транспортно-технологические средства» (23.05.01), «Наземные транспортно-технологические комплексы» (23.04.02), «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (23.03.03, 23.04.03).

Информационная база исследования основана на законодательной и нормативно-правовой базе, статистических материалах и результатах мониторинга эксплуатации НТТМ, а также научных трудах отечественных и зарубежных ученых в области эксплуатации машин, синтеза систем управления и робастной устойчивости.

Личный вклад автора. Обосновывается сформулированными автором целью и задачами выполненных исследований (теоретических и экспериментальных), в рамках которых полученные результаты обеспечивают эффективность производственной эксплуатации машин, а также заключается в теоретическом обосновании, разработке и реализации комплекса методик обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ, алгоритмов их практического применения, концептуальными предложениями по реализации теоретических и технических основ по интеграции систем обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ через технологии ПИВ на конкретных объектах.

Область исследования соответствует требованиям паспорта научной специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы: п. 3 «Экспериментальные исследования и испытания транспортно-технологических средств и их комплексов, а также отдельных систем, агрегатов, узлов, деталей и технологического оборудования», п.4 «Техническая эксплуатация транспортно-технологических средств и их комплексов», п. 6 «Оптимизация конструкций и синтез законов управления движением наземных транспортно-технологических средств и их комплексов, а также их отдельных функциональных узлов, механизмов и систем, направленные на улучшение экономичности, надежности,

производительности, экологичности и эргономичности, технологической производительности, обеспечение энергоэффективности и безопасности».

Публикации. Основные положения диссертационной работы изложены в 76 публикациях [36-112], включающих 17 публикаций в изданиях ВАК [36-52], 4 публикации в изданиях Scopus и Web of Sciences [53-56], 1 монографию [57], 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ [71,72] и 13 авторских свидетельств на полезные модели [58-70]. Общий объем научных работ составляет 50,4 п.л. (авторских 33,9 п.л.).

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Диссертация содержит 395 страниц текста, включающих 79 таблиц и 202 иллюстрации, а также 8 приложений на 116 страницах. Список литературы включает 238 наименований.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИИ МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ СИСТЕМЫ: ОБЪЕМЫ РАБОТ – ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ – ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

1.1. Анализ характера связи в системе: объемы работ – производительность – производственная эксплуатация

Развитие сети АД общего пользования при увеличении объемов работ сегодня является весьма актуальным. Большие и высокие темпы строительства выдвигают и формируют новые требования к качеству и сроку службы АД. Любая машина, в том числе НТТМ, имеет четкое понятие жизненного цикла (ЖЦ) [36]. Параллельно ему, существует также понятие ЖЦ АД [113-115]. Все процессы, связанные с обеспечением этапов ЖЦ АД невозможны без работы НТТМ на объектах, даже включая этап проектирования АД. Связь между ЖЦ АД и ЖЦ НТТМ определяется, с одной стороны, формированием объемов и видов работ, а также требованиями к НТТМ. С другой стороны, данная связь определяется влиянием, которое оказывает НТТМ при своей эксплуатации на производственные процессы при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, ремонте и содержании (комплекс СРКРРиС) АД [36]. Таким образом, эта связь носит смешанный характер как материально-энергетический (ресурсный), так и информационный.

Таким образом, данную связь можно считать связью первого порядка (функциональная необходимость друг другу), с двухсторонним обменом, наблюдаемой на детерминированных временных рядах (относительно плана производства работ на АД) в стохастической системе. При этом с практической точки зрения, определяющим и первичным в данном вопросе является выполнение работ на объекте [37], которое в реальных условиях

подвержено воздействию со стороны внешней (по отношению к производственной) среды, а также возникновению случайных возмущений, в том числе таких, которые могут быть не наблюдаемыми для систем мониторинга НТТМ. Возникновение двухсторонней связи по объему работ между состояниями в производственной среде показано на рис.1.1. Очевидно, что чем больше параметров будет учтено в системе образуемой при применении НТТМ по назначению в реальной производственной среде, тем больше потенциал можно раскрыть в работе НТТМ на объектах (рис.1.1).

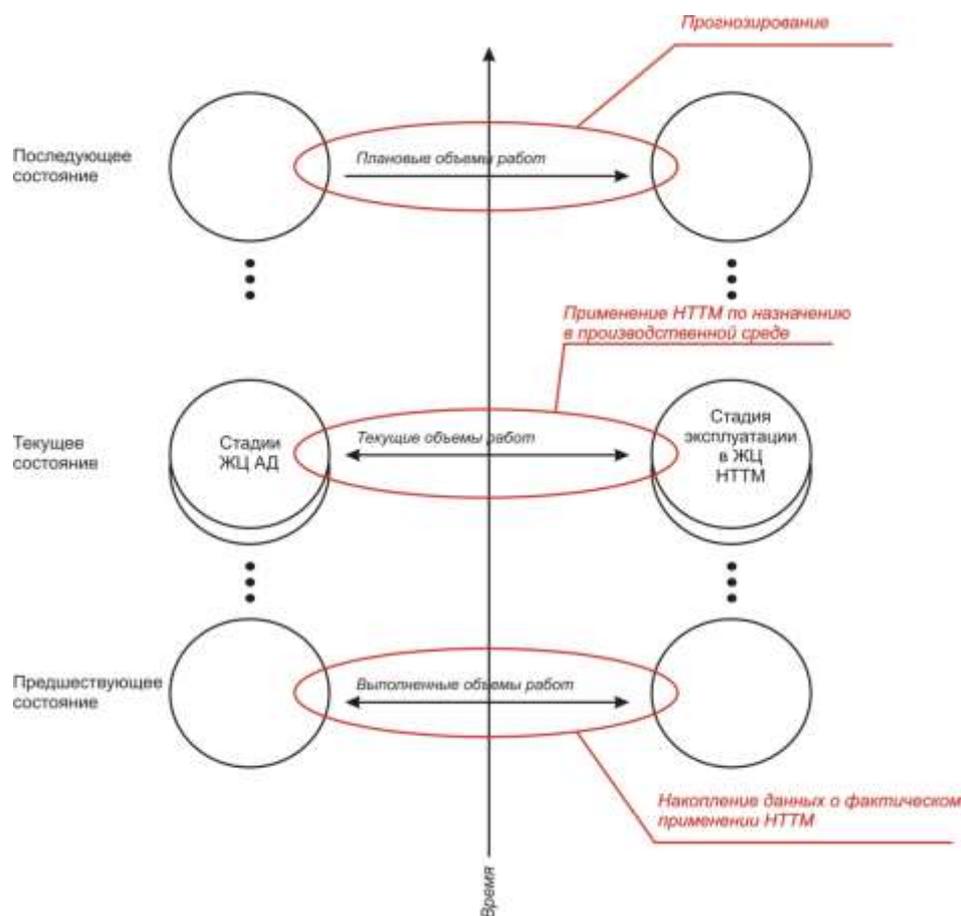


Рисунок 1.1 - Возникновение двухсторонней связи по объему работ между состояниями в производственной среде

Рассмотрим машины, обеспечивающие производственные процессы, связанные с комплексом СРКРРиС АД [36]. В каждой составляющей данного комплекса применяются идентичные НТТМ, влияние на выбор конкретной модели оказывает объем и технологии производства работ.

Далее в работе рассматриваются шесть функциональных (по виду работ на стадиях комплекса СРКРРиС в ЖЦ АД) и три возрастные группы НТТМ. Выбор и состав выделяемых групп обоснован составом парков НТТМ, повторяемостью марок единиц техники в них, наличием единообразного состава по возрасту НТТМ, исследованных в рамках соглашений на проведение научных исследований, а также с организациями: АО «Удмуртавтодор», ООО СПК «Зеленый город», ГП «Дорсервис». Функциональные группы:

1. Машины для земляных работ – это экскаваторы, бульдозеры, автогрейдеры, погрузчики (с точки зрения выполнения тяжелых работ нулевого цикла или других земельных работ);
2. Грузоподъемные машины – автокраны и автовышки
3. Машины для работы с асфальтом (асфальтовая группа) – дорожные фрезы, автогудронаторы, автобитумовозы, асфальтоукладчики;
4. Машины для уплотнения дорожных покрытий – катки, виброплиты;
5. Машины для содержания АД – комплексные НТТМ;
6. Маркировочные НТТМ.

Исходя состава парков НТТМ по исследуемым организациям, с учетом общих трендов рынка НТТМ [46,116], по мере смены эксплуатационного состояния с учетом средних интервалов смены поколений модельного ряда, в исследование введены возрастные группы НТТМ:

1. ДМ до 5 лет эксплуатации
2. ДМ от 5 до 10 лет эксплуатации
3. ДМ от 10 лет и старше.

Анализируя вышеизложенное: система, образуемая по связи через объемы работ стабильна (устойчива) в части способности развиваться, если факторы, определяющие состояние самой системы, имеют свойства изменяться в положительной динамике или остаются неизменными на уровне обеспечения эффективности системы. Только совокупность факторов

позволяет определить текущее состояние и прогнозировать развитие данной системы [31]. Если рассматривать каждый фактор в отдельности, то он будет характеризовать только часть системы, что не позволяет осуществлять воздействие на саму систему в целом.

В указанной системе можно выделить несколько факторов, которые, по мнению автора, наибольшим образом влияют на состояние рассматриваемой системы и ее развитие:

1. Предупреждение и недопущение возникновения отказов в работе НТТМ, а в случае их возникновения – своевременное устранение отказов. Техническое исправное состояние НТТМ – это необходимое, но недостаточное условие для обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ [3,77,117-120].

2. Гарантированное выполнение необходимых объемов работ с соблюдением сроков и стоимости на объектах применения НТТМ является локальным критерием эффективности системы.

3. Обеспечение требуемого качества выполняемых НТТМ работ на объектах в соответствии с техническими условиями (ТУ) на производство работ. Качество выполняемых работ зависит от множества факторов, но одним из определяющих из них можно выделить в современных условиях – это автоматизация и роботизация процессов производства работ, что, с одной стороны, минимизирует или исключает участие человеческого фактора при работе НТТМ, с другой стороны, позволяет переход на режим ручного управления машин в необходимых случаях [3,77,119-120].

Таких случаев на производстве, как показывает практика, встречается достаточно много [41]. Кроме того, качество выполняемых НТТМ работ очень сильно зависит от квалификации оператора машины и от обслуживающего персонала, то есть человеческий фактор также оказывает влияние на обеспечение качества работ.

В зависимости от состояния системы и степени воздействия на нее, точнее возможности устранения отрицательных воздействий (особенно не наблюдаемых, в рамках систем мониторинга) на нее, можно определить уровень устойчивости систем с целью дальнейшей управляющей коррекции состоянием системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации (СОЭПЭ) НТТМ [49].

Для того, чтобы определить вектор развития СОЭПЭ НТТМ, необходимо исследовать переходы из одного состояния системы в другое и обеспечить стабильность перехода этих состояний (см.рис.1.1). Под системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации (СОЭПЭ) в настоящей работе рассматривается совокупность параметров, обеспечивающих и оценивающих применение НТТМ [40] на объектах, позволяющих осуществлять контролируемый переход текущего состояния в последующее по рис.1.1. Необходимыми и достаточными условиями обеспечения эффективности двухсторонней связи в системе объемы работ – производительность – производственная эксплуатация, является совокупность таких факторов как: технически исправное состояние машин; гарантированное выполнение объемов работ и качество (приемка) выполняемых работ.

1.2. Обзор аналогов СОЭПЭ НТТМ в смежных отраслях.

Оценка критериев их эффективности

Рассмотрим аналоги системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ в схожих и смежных областях науки и техники, таких как: сельскохозяйственные машины, авиация и железнодорожный транспорт.

На железнодорожном транспорте большая часть перевозок осуществляется на автономной тяге, то есть на тепловозах, при этом их средний возраст может превышать 30 лет [120], что свидетельствует об очень

большом ресурсе тепловозов. Несмотря на особенности эксплуатации тепловозного парка, существует достаточно смежных решений по вопросам эксплуатации тепловозов и НТТМ. Например, по нахождению машин под длительной минимальной нагрузкой, по расходу топлива в дизельных двигателях, в том числе по обеспечению их эффективной эксплуатации [120,121].

Следует отметить, что железнодорожный транспорт и авиация давно стали интернациональными видами транспорта, при решении многих вопросов по их эксплуатации.

Существует большое количество научных работ по изучению эксплуатации железнодорожного транспорта, включая исследования по этапам ЖЦ железнодорожного подвижного состава, в том числе и тепловозов [120-127]. Также имеется весьма обширный корпус работ в смежных отраслях, например: в ЖЦ авиационной техники [128-132], сельскохозяйственных, лесозаготовительных и лесохозяйственных машин [133-136], сложных технических систем [137-143] и продукции военного назначения [144-148].

Обобщая анализ исследования аналогов СОЭПЭ НТТМ для машин в смежных областях (в частности, на железнодорожном транспорте и в авиации) можно сделать вывод, что основным критерием оценки этапов ЖЦ машин в смежных отраслях наиболее часто принимается стоимость ЖЦ изделия (LLC – LifeCycleCoast). При этом объемы работ для этих видов транспорта – перевозка пассажиров и грузов в течение фиксируемого периода времени. Поэтому удобным и логичным является при оценке ЖЦ машин на железнодорожном транспорте и в авиации выбрать систему «время – затраты».

В этом ключе также целесообразно отметить, что действующие национальные стандарты также оперируют понятием жизненного цикла

(LLC), в частности, по ГОСТ Р 53791 [149], определены следующие понятия, относимые к ЖЦ НТТМ:

- ЖЦ продукции (ЖЦП) – совокупность взаимосвязанных процессов изменения состояния продукции при ее создании, использовании и ликвидации (утилизации и/или удаления) [149].

- стадия ЖЦП – условно выделяемая часть ЖЦП, характеризующаяся определенной спецификой направленности работ, производимых на этой стадии, и конечными результатами [149].

Соответственно, по требованиям ТР ТС 014/2011 [150] следует также указать ЖЦ АД: ЖЦ – период времени, за который выполняются совокупность процессов от момента проектирования автомобильной дороги, включая строительство (возведение) и содержание, до ее утилизации [150]. При этом рассматривая в настоящем разделе связь через объемы работ (рис.1.1) следует также указать, что ГОСТ Р 57274.1-2016/EN 15643-1:2010 [151], распространяется на АД и включает понятия:

- оценка ЖЦ, LCA (life cycle assessment LCA) – сбор и оценка входных (выходных) данных, а также потенциальных экологических воздействий в процессе ЖЦ производственной системы [151].

- стоимость ЖЦ LCC (life cycle cost LCC) – стоимость здания или части строительной конструкции в процессе их ЖЦ при условии выполнения технических и функциональных требований [151].

- оценка воздействий в процессе ЖЦ, LCIA (life cycle impact assessment LCIA) – стадия оценки ЖЦ, направленная на анализ и оценку величины и значимости потенциальных экологических воздействий для производственной системы в процессе жизненного цикла продукции [151].

- инвентаризационный анализ ЖЦ LCI (life cycle inventory analysis, LCI) – стадия оценки ЖЦ, включающая сбор данных и количественную оценку входных (выходных) данных о продукции на протяжении ЖЦ [151].

Для примера, в смежных отраслях, в частности на ж/д транспорте и для продукции военного назначения имеются ГОСТ 31538[152], ГОСТ 31539 [153], ГОСТ Р 56135 [154] и ГОСТ Р 56136 [155]. Однако, в рамках настоящего исследования наиболее важно выделить ГОСТ Р 57700.37 [156], понятийный аппарат которого в части использования цифровых двойников (ЦД) в управлении ЖЦ НТТМ будет использован в настоящей работе.

По результатам критической оценки вышеуказанных публикаций, следует указать, что при исследовании эффективности производственной эксплуатации критериев оценки только по стоимости и по времени недостаточно. В основном это связано: во-первых, с широкой номенклатурой НТТМ и, в частности, большим количеством функциональных групп НТТМ (в том числе принятых в исследовании).

Во-вторых, это связано с тем, что каждая функциональная группа НТТМ имеет свою специфику работы. Различаются конструкции и принципы действия НТТМ, а также отличаются по своей сути объемы работ, выполняемые НТТМ во времени, способы их оценки. Например, для грузоподъемной машины в качестве оценки ее эффективности будет количество поднятых тонн в единицу времени, а для асфальтоукладчика объем принятого и уложенного асфальта на единицу площади.

Таким образом, универсальным критерием в этой ситуации будет производительность НТТМ, которая, с одной стороны, учитывает специфику ее работы, в том числе в конкретных условиях производственной среды, а с другой стороны, неразрывно связана со всеми этапами в ЖЦ НТТМ и обеспечением эффективности производства работ, в том числе и с расходами на них [151].

1.3. Обзор состояния научных исследований по организации технического обслуживания (технической эксплуатации) НТТМ

Движущей силой научных исследований сферы развития НТТМ являются действующие на сегодняшний день требования к комплексу СРКРРиС АД, а также задачи интенсификации дорожно-строительного комплекса (ДСК) [157].

Отдельным направлением выделяется автоматизация и роботизация НТТМ для комплекса СРКРРиС АД посредством использования микропроцессинга и ЭВМ. Основопологающей в данном случае является база научных исследований по созданию автоматизированной техники различных уровней автоматизации, обеспечивающая максимальную замену ручного труда, упрощение работы операторов, повышение производительности и интенсификацию производства ДСК и дальнейшей транспортировки.

Направление автоматизации техники предполагает развитие научных исследований в части решения задач по усовершенствованию традиционных подходов к работе техники путем программного управления координатами рабочих органов с целью реализации заданной траектории движения, следящих систем управления, в том числе потоками мощности, оптимального управления рабочими процессами информационных устройств, контроля и электронно-диагностических систем.

Следующее направление научных исследований направлено на решение задач по поиску путей повышения параметров надежности и конкурентоспособности, а также улучшению экологических свойств НТТМ для комплекса СРКРРиС АД за счет осуществления мероприятий по обеспечивающих повышение показателей безопасности, долговечности ремонтпригодности и уровня сервисного обслуживания. Результаты

подобных исследований способны вывести поколение машин на более высокий уровень эффективности.

Важным является тот факт, что достижение данного результата возможно уже на этапе проектирования НТТМ и их производства. Это особенно важно для высокоэффективных, многоцелевых машин, требования к надежности и увеличению срока службы, которых повышены [157].

В качестве третьего направления можно выделить область научных исследований по повышению эффективности НТТМ (отдельных рабочих органов, узлов, агрегатов) для комплекса СРКРРиС АД, направленных на усовершенствование производственно-технологических качеств НТТМ и достигающей пятикратного размера экономии ресурсозатрат на базе использования достижений науки и техники за счет передового опыта. В направление входят две группы исследований:

- совершенствование НТТМ на базе традиционных подходов и методов;
- совершенствование НТТМ посредством использования новых ресурсосберегающих эффектов.

Совершенствование привода и энергетических установок НТТМ для комплекса СРКРРиС АД, имеющиеся проблемы и пути их решения составляют четвертое направление научных исследований сферы развития НТТМ. Предполагается, что существенное увеличение производительности и снижение металлоемкости достигается за счет гидрофикации НТТМ на основе микроэлектроники. В данную группу исследований включены исследования по применению гидростатического привода, в том числе с приводом насосов от газотурбинного двигателя; гидромеханической трансмиссии с переключением передачи под нагрузкой и возможностью частого резервирования высокоэффективных фильтров и резервирования гидрооборудования.

Под пятым направлением понимается совокупность исследований, представляющих собой важную тенденцию развития машиностроения, а именно исследование использования средств и методов автоматизированного проектирования (САПР), повышения качества проектно-конструкторских работ и темпов поиска новых решений, снижения материалоемкости НТТМ, сокращения затрат и времени на организацию из производства. Указанные исследования связаны с созданием машиностроительных производств на основе гибких автоматизированных систем (ГАСП).

Шестым направлением рассматриваемых научных исследований определена целесообразность и необходимость решения задач интенсификации строительства путем развития НТТМ в комплексе СРКРРиС АД различного назначения, методов модульного проектирования, унификации за счет упразднения многономенклатурности и мелкосерийности, создания системы механизированного инструмента.

Оптимизация проведения ТОиР для дальнейшего повышения эффективности НТТМ в комплексе СРКРРиС АД является седьмым направлением научных исследований в области машиностроения, в частности исследований, направленных на изучение путей повышения эффективности НТТМ.

Свои исследования, направленные на минимизацию и исключение потерь рабочего времени НТТМ, вызванных необходимостью проведения ТОиР, а также снижение расходов трудовых и материальных ресурсов проводят ученые как России, так и зарубежья [157]. Важным аспектом данного вопроса в РФ является система планово-предупредительного ремонта (ППР) НТТМ, не обеспечивающая на практике бесперебойную работу машин.

Существенное количество внезапных отказов техники, находящейся в эксплуатации, необходимость постановки машин на ТО приводят к

приостановке (сбоям) производственного процесса, что, в свою очередь, создает предпосылки к потерям рабочего времени, наносящим значительный материальный ущерб.

Благодаря исследованиям, проводящимся в течение многих лет различными учеными кафедры НТТМ СПбГАСУ (ранее кафедра «Строительные, НТТМ и оборудование»), установлено, что при своевременной организации и технологии системы ППР не может быть устранено 23,5% отказов, а интенсивность потока неплановых ремонтов (НР) составляет до 40% общего потока требований на ТО и ремонта в единичный интервал времени [157].

Для организации оптимальных ТО и НР необходимо знать и учитывать законы распределения ряда величин, определяющих функционирование парков НТТМ и входящей в них технической службы. Также важно правильно выбирать критерий эффективности организационных форм ТО и НР [157].

Доказано, что проведение ТО и НР в отдельных случаях целесообразнее производить непосредственно на производственных объектах (площадках) посредством передвижных средств. В различных ДРСУ организация выполнения рассматриваемых мероприятий неодинакова.

Отсутствие на текущий момент единой математической модели, которая бы характеризовала оптимальную форму проведения ТО и НР, обусловлена недостаточной изученностью и несформированным перечнем общепринятых критериев оценки качества той или иной формы организации ТО и НР. На сегодняшний день в широкой практике применяется единый критерий, сводящий к минимизации суммарной стоимости простоев машин, находящихся в обслуживании или ожидании его, и мастерских простаивающих из-за отсутствия машин, подлежащих обслуживанию. Основной недостаток – не учитывает несоизмеримость простоев НТТМ и мастерских, что в первом случае приводит к полному невыполнению

производственного плана, а во втором предполагает неполное использование отдельной части основных фондов технологического процесса [157].

Исходя из вышеуказанного, последствия простоя НТТМ в подавляющем большинстве случаев весомее простоя мастерских, несмотря на более высокие материальные потери последнего.

В данном случае за целевую функцию принимаются потери рабочего времени вследствие простоя НТТМ в обслуживании и/или его ожидании. Целевая функция будет минимизироваться при таком кол-ве мастерских, при котором вероятность ожидания НТТМ обслуживания станет минимальной. При этом использование мастерских будет недостаточным, что, в свою очередь, может привести к снижению экономической эффективности системы ТОиР предприятия.

Расход средств на проведение системы ТО на предприятии также не является критерием эффективности ввиду отсутствия возможности оценки влияния системы ТО на выполнение НТТМ технологических функций, заложенных в процесс производства работ.

Таким образом, в качестве критерия эффективности целесообразно принять производительность, которую в общем виде можно определить:

$$F=Q/N, \quad (1.1)$$

где Q – объем продукции в заданный период времени;

N – численность людей, работающих на машине и выполняющих ТО и НР [192].

Автором, в развитие ранее полученных результатов, в рамках соглашений на проведение научных исследований с ранее указанными организациями, были проведены исследования в этих научных областях и получены конкретные статистические данные, обработка которых методами математической статистики (на базе MatLAB) уточнила ранее полученные законы[157]:

1. Плотности распределения времени нахождения $-f(T_0)$ (рис. 1.2) и времени ожидания ТО и НР НТТМ - $f(t_{ож})$ (рис.1.3). Было установлено, что изменение плотности распределения времени нахождения в ТО И НР НТТМ описывается степенным законом распределения с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,969$, следующего вида:

$$f(T_0)=0,7826T_0^{-1,5308}, \quad (1.2)$$

Аналогично, установлено, что изменение плотности времени ожидания ТО и НР НТТМ описывается экспоненциальным законом распределения [36] с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,987$, следующего вида:

$$f(t_{ож})=0,0981e^{-0,1038t_{ож}}, \quad (1.3)$$

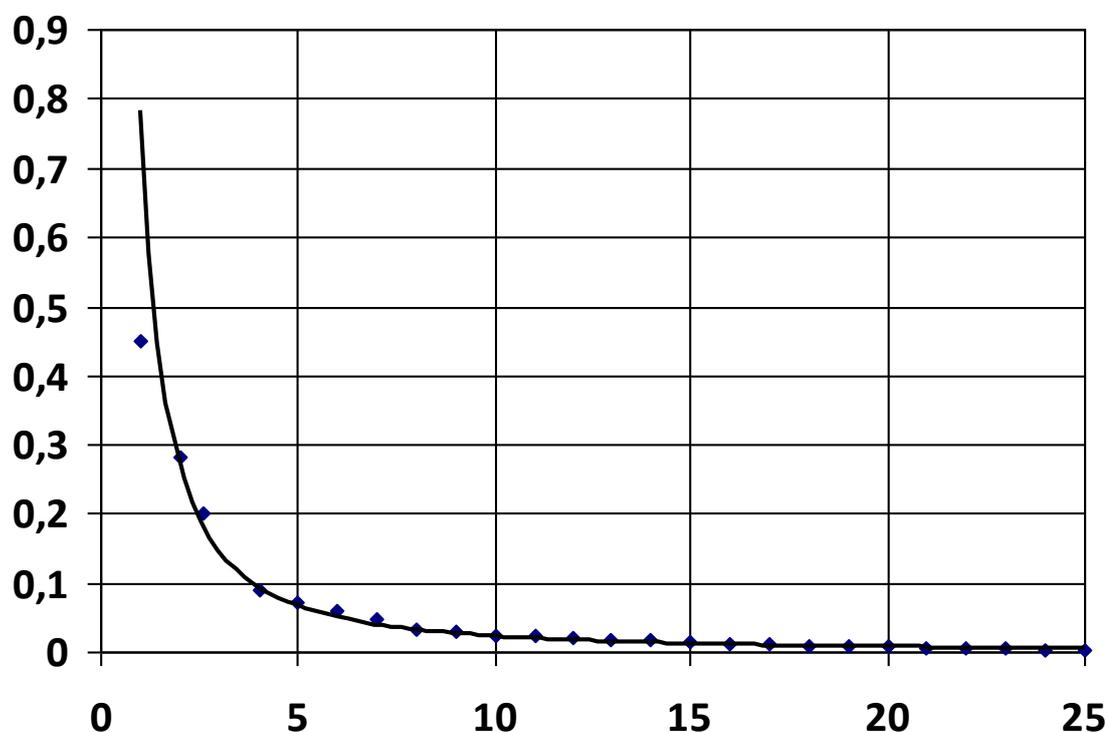


Рисунок 1.2 - Плотность распределения времени нахождения НТТМ в ТО и НР от срока службы НТТМ (лет)

2. Плотности распределения времени занятости мастерских при выполнении ТО и НР, времени, затрачиваемого на подготовку к выезду на линию, и плотности распределения расстояния перемещения мастерских и к месту работы НТТМ (рис. 1.4).

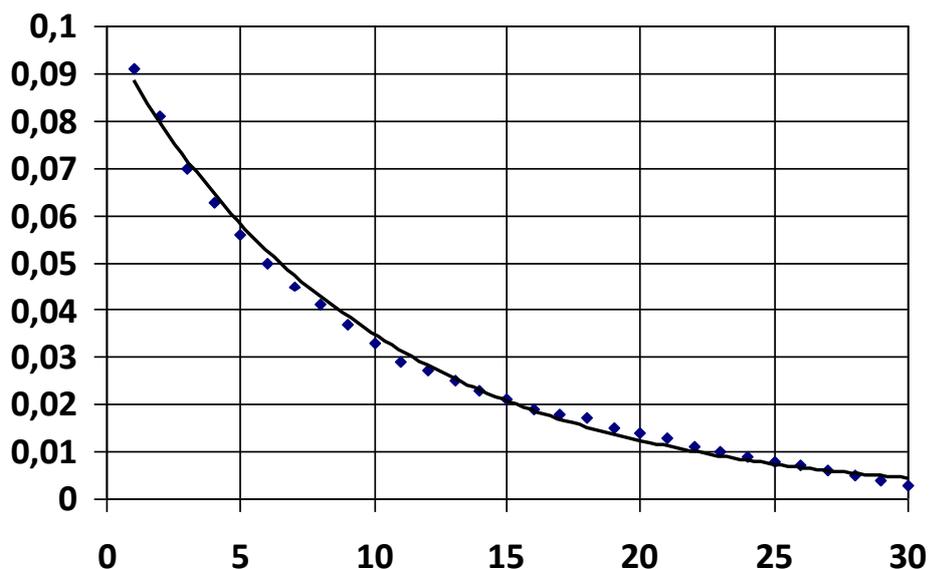


Рисунок 1.3 - Плотность распределения времени ожидания НР от срока службы НТТМ (лет)

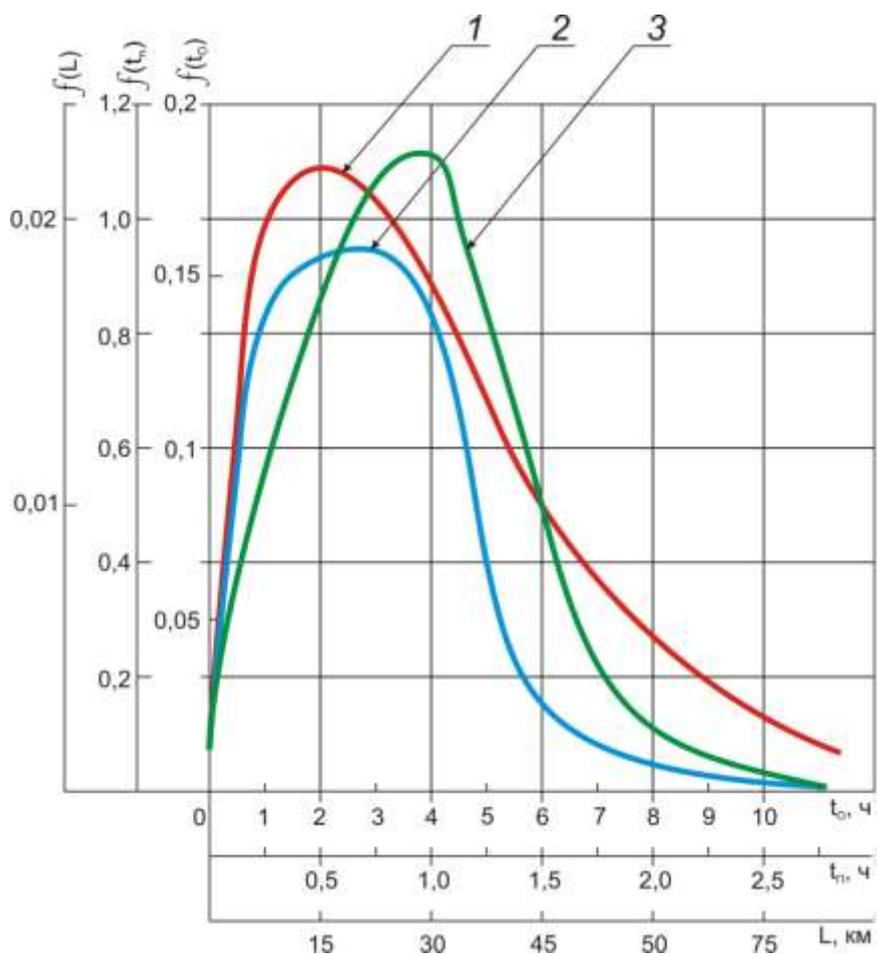


Рисунок 1.4 - Плотность распределения: 1 – расстояния перемещения мастерских к месту работы НТТМ; 2 – времени, затрачиваемого на подготовку передвижных мастерских к выезду; 3 – времени занятости передвижных мастерских при выполнении ТО и НР

Учитывая приведенные в [157] зависимости, были уточнены:

- плотность распределения времени занятости мастерских при выполнении ТО и НР с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,877$, следующего вида:

$$f(t_0) = 0,188 - \frac{(t_0 - 3,773)^2}{8,815}, \quad (1.4)$$

- плотность распределения времени, затрачиваемого на подготовку к выезду на линию с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,908$, следующего вида:

$$f(t_{\Pi}) = 51,9047 \cdot t_{\Pi}^{2,345} \cdot e^{-4,438t_{\Pi}}, \quad (1.5)$$

- плотность распределения расстояния перемещения мастерских и к месту работы НТТМ с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,892$, следующего вида:

$$f(L) = 0,00487 \cdot L^{0,934} \cdot e^{-0,0627 \cdot L}, \quad (1.6)$$

Объем продукции машины за какой-то период можно определить по формуле:

$$Q = \Pi_{\text{Э}}(T - T_{23}), \quad (1.7)$$

где $\Pi_{\text{Э}}$ – эксплуатационная производительность НТТМ, т/ч, м³/ч и т.д.;

T – общая длительность рабочего времени НТТМ в рассматриваемый период, ч;

T_{23} – общая продолжительность ТО и НР НТТМ за период T , ч [112].

Временные затраты на перемещение НТТМ, организационные, сезонные и иные простои и др. перерывы, не связанные с ТО и НР, для упрощения расчета Q отбрасываются [158].

Учитывая факт, что производительность НТТМ не имеет зависимости от формы организации их обслуживания, эксплуатационная производительность $\Pi_{\text{Э}}$ может быть исключена из выражения целевой функции.

Численность людей N определяется по формуле:

$$N = N_1 + N_2 + N_3, \quad (1.8)$$

где N_1 – численность людей, работающих на НТТМ;

N_2 – численность людей в передвижной мастерской, выполняющей ТО НТТМ;

N_3 – численность людей в мастерской, выполняющих НР.

$$T_{23} = T_2 + T_3 + T_{30ж}, \quad (1.9)$$

где T_2 – продолжительность выполнения ТО НТТМ за сутки;

T_3 – то же НР;

$T_{30ж}$ – продолжительность ожидания начала НРНТТМ за сутки.

При этом если объем продукции Q характеризует количественную сторону вопроса, то производительность труда F является его качественной стороной.

Варианты сочетания организационных форм выполнения ТО и НР от выражения целевой функции (рис. 1.5):



Рисунок 1.5 - варианты сочетания организационных форм выполнения ТО и НР

Вариант 1-1'

$$F_{1-1'} = \frac{1}{N_1 + N_3} \left(T - \frac{T_{P2}}{N_1} - \frac{T_{P3}}{N_3} - T_{30ж} \right), \quad (1.10)$$

где T_{P2} – трудоемкость ТО, чел.-ч;

T_{P3} – трудоемкость НР, чел.-ч.

Математическое ожидание продолжительности выполнения НР равно:

$$T_3 = \frac{\sum_{j=1}^S \lambda_{3j} \cdot m_j \cdot \bar{t}_{p3j}}{\sum_{j=1}^S \lambda_{3j} \cdot m_j \cdot n_{1j} + n_3 \cdot Z_3}, \quad (1.11)$$

где λ_{3j} – среднесуточный параметр потока требований на НР для единичной НТТМ j -го вида;

\bar{t}_{p3j} – математическое ожидание трудоемкости НР j -го вида, чел.-ч.;

n_3 – численность специалистов в дежурящей на объекте мастерской для выполнения НР;

Z_3 – общее число таких мастерских на объектах;

m_j – число НТТМ j -го вида, работающих на объектах;

n_{1j} – численность обслуживающего персонала на НТТМ j -го вида.

Принимается, что в выполнении НР участвуют как рабочие передвижных мастерских, так и машинисты ремонтируемых НТТМ.

Продолжительность ожидания начала выполнения НР ($T_{3OЖ}$) определяется по модели массового обслуживания:

$$T_{3OЖ} = P_1 \frac{T_3}{Z_3 + T_3 \cdot \lambda_3}, \quad (1.12)$$

где $T_3 = \lambda_3 = \sum_{j=1}^S \lambda_{3j}$;

P_1 – вероятность того, что все мастерские к моменту возникновения требования на ремонт будут заняты.

$$P_1 = \frac{\left(\frac{\lambda_3}{\mu}\right)^2 \cdot P_0}{(Z_3 - 1)! \left(Z_3 - \frac{\lambda_3}{\mu}\right)}, \quad (1.13)$$

где $\mu = 1/T_3$ – интенсивность обслуживания;

P_0 – вероятность того, что все мастерские свободны.

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^Z \frac{m!}{k!(m-k)!} \left(\frac{\lambda_3}{\mu} \right)^k + \sum_{k=Z+1}^m \frac{m!}{Z^{k-1} Z!(m-k)!} \left(\frac{\lambda_3}{\mu} \right)^k \right]^{-1}, \quad (1.14)$$

где $m = \sum_{j=1}^s m_j$ – общее число машин на объекте.

Вариант 1-2'. Отличие расчетных формул для этого случая от 1-1' заключается в формировании продолжительности ожидания начала НР.

При расчете принимается, что:

$$\mu = \frac{1}{T_3 + T_{МП}}, \quad (1.15)$$

где $T_{МП}$ – продолжительность перемещения мастерской к объекту работы строительной машины, ч [173, 196].

При расчете количества людей, занятых НР, учитывается неполная их занятость в рабочее время:

$$N = N_1 + \frac{T_3 + T_{МП}}{T_1} N_3, \quad (1.16)$$

где T_1 – суточная продолжительность работы машины на объекте.

Вариант 2-1' аналогичен 1-1', и расчетные формулы отличаются только тем, что:

$$N = N_1 + N_2 + N_3, \quad (1.17)$$

Вариант 2-2' принципиально отличается от всех предыдущих:

$$N = N_1 + N_2 + \frac{T_3 + T_{МП}}{T_1} \cdot N_3, \quad (1.18)$$

Вариант 2-3' принципиально отличается от всех предыдущих тем, что ТО и НР выполняются одними и теми же мастерскими, то есть служба и НР едины.

В этом случае целевая функция имеет вид:

$$F_{2-3'} = \frac{T - \bar{T}_{23} - T_{30Ж}}{N_1 + N_{23}}, \quad (1.19)$$

где \bar{T}_{23} – математическое ожидание продолжительности ТО и НР;

N_{23} – численность людей в мастерских, выполняющих ТО и НР;

$$T_{23} = R_2 \bar{t}_2 + R_3 \bar{t}_3, \quad (1.20)$$

где R_2 и R_3 – вероятность того, что в систему поступают требования на ТО и НР соответственно;

\bar{t}_2 и \bar{t}_3 – математическое ожидание средней продолжительности ТО и НР соответственно.

В этом случае параметр требований, поступающий в систему $\lambda = \lambda_2 + \lambda_3$, где λ_2 и λ_3 – параметр потока требований на ТО и НР соответственно.

Математическое ожидание параметра общего потока требований $\bar{\lambda} = R_2 \lambda_2 + R_3 \lambda_3$, а поскольку в рассматриваемом случае подвижные мастерские работают лишь по ТО и НР, то $R_2 + R_3 = 1$.

Учитывая, что вероятность события А есть отношение числа появлений его к общему числу рассматриваемых событий, можно написать, что:

$$R_2 = \frac{\lambda_2 \cdot m}{(\lambda_2 + \lambda_3) \cdot m}, \quad (1.21)$$

$$R_3 = \frac{\lambda_3 \cdot m}{(\lambda_2 + \lambda_3) \cdot m}, \quad (1.22)$$

где $\lambda_2 \cdot m$ и $\lambda_3 \cdot m$ – число требований на ТО и НР, поступившее в единицу времени;

$(\lambda_2 + \lambda_3) \cdot m$ – общее число требований на ТО и НР вместе, поступившее в единицу времени [17,157].

Выполняя некоторые преобразования, получим $\bar{\lambda} = \frac{1}{\lambda_2 + \lambda_3} (\lambda_2^2 + \lambda_3^2)$, а

если принять на объектах S типов машин, то:

$$\lambda_2 = \sum_{j=1}^S \lambda_{2j} m_j \quad \text{и} \quad \lambda = \sum_{j=1}^S \lambda_{3j} m_j, \quad (1.23)$$

следовательно,

$$\bar{\lambda}_{23} = \frac{\left(\sum_{j=1}^S \lambda_{2j} \cdot m_j \right)^2 + \left(\sum_{j=1}^S \lambda_{3j} \cdot m_j \right)^2}{\sum_{j=1}^S \lambda_{2j} m_j + \sum_{j=1}^S \lambda_{3j} m_j}, \quad (1.24)$$

где λ_{2j} – среднесуточный параметр потока требований на ТО для единичной машины j -го типа.

$$\bar{T}_{2-3'} = \frac{\sum_{j=1}^S \lambda_{2j} \cdot m_j \cdot \bar{t}_{p2j} + \sum_{j=1}^S \lambda_{3j} \cdot m_j \cdot \bar{t}_{p3j}}{\sum_{j=1}^S \lambda_{2j} \cdot m_j \cdot n_{1j} + \sum_{j=1}^S \lambda_{3j} \cdot m_j \cdot n_{1j} + Z_{23} n_{23}}, \quad (1.25)$$

Варианты 3-1';3-2' и 3-3' с математической точки зрения аналогичны соответственно случаям 2-1';2-2' и 2-3'.

Разница лишь в наличии ограничения, которое определяется необходимостью выполнения ТО только в нерабочее для НТТМ время.

Варианты 4-1' – целевая функция примет вид:

$$F_{4-1'} = \frac{T - T_3 - T_{30Ж}}{N_1 + N_2 + N_3}, \quad (1.26)$$

Вариант 4-2' отличается от 4-1' величиной, которая учитывает затраты времени на перемещение мастерской (T_{MP}) и тем, что вызываемая мастерская используется не все время, а только ее часть.

При рассмотрении случаев 4-1' и 4-2' необходимо учесть наличие ограничения:

$$T_{MP} - 24 - T_1, \quad (1.27)$$

где T_{MP} – продолжительность работы мастерских в сутки, ч; 24 – продолжительность суток, ч;

$T_{MP} < \bar{T}_{23}$ – ограничение, которое означает запрет на затраты рабочего времени НТТМ на их ТО.

Варианты 5-1' и 5-2' с математической точки зрения аналогичны 4-1' и 4-2'.

Вышеуказанные теоретические обоснования лежат в основе расчетных формул вариантов парков НТТМ. Принимая для расчета приведенные и общеизвестные дополнительные статистические данные, рассчитываются значения целевой функции F и объема продукции Q . Анализ результатов расчетов данных показателей отвечает на вопрос о принятии варианта организационной формы ТО и НР.

Методы организации ТО, а также способы оптимизации заключены в трудах некоторых ученых.

В частности, в книге Н.Г. Гаркави [9] предлагается определять выбор места выполнения мероприятий с помощью следующей целевой функции:

$$F=C_0-C_B, \quad (1.28)$$

где C_0 – затраты при выполнении мероприятий на объектах работ;

C_B – то же, на стационарных базах.

При $F=0$ место обслуживания безразлично, при $F>0$ необходимо проводить обслуживание на стационарных базах, а при $F<0$ обслуживание выгоднее проводить на объектах работ.

$$C_0=C_{01}+\mathcal{E}\cdot t_0+C_M+t'_0, \quad (1.29)$$

$$C_B=C_{B1}+\mathcal{E}\cdot t_B+C_D+t'_B, \quad (1.30)$$

где C_{01} , C_{B1} – стоимость выполнения мероприятий соответственно на объекте и базе;

\mathcal{E} – единичные затраты вследствие простоя машин во время выполнения мероприятий;

t_0 , t_B – продолжительность выполнения мероприятий на объекте и базе;

C_M – затраты, связанные с приездом на объекте работы подвижной мастерской, ее развертыванием и свертыванием;

C_D – то же, связанные с доставкой машин на базу и с нее;

t'_0 , t'_B – продолжительность ожидания- ожидания на объекте работ и стационарной базе.

$$C_{01}=K_0T, \quad (1.31)$$

$$C_{Б1}=K_БT, \quad (1.32)$$

где $K_0, K_Б$ – коэффициент функциональной зависимости между стоимостью обслуживания и его трудоемкостью T .

$$C_M=C_{МСМ}(2L/V_M+t_C), \quad (1.33)$$

$$C_D=2Lq \cdot \omega/V_D, \quad (1.34)$$

где $C_{МСМ}$ – стоимость машинно-смены работы мастерской;

L – расстояние между базой и объектом работы;

V_M – скорость движения подвижной мастерской;

t_C – суммарное время развертывания и свертывания мастерской;

V_D – скорость доставки машин на базу;

q – вес машины;

ω – тариф на перевозку машин.

В работе [9] не учитывалось время ожидания обслуживания, так как оно не зависит от расстояния между базой и объектом.

Это неправильно, так как при выполнении ТО на объекте НТТМ в ожидании его не простаивают, а работают. При выполнении ТО на базе работа НТТМ не возможна, имеет место их простой. Окончательно целевая функция в [9] имеет вид:

$$F=T(K_0-K_Б)+\Theta(t_0-t_Б)+2L(C_{МСМ}/V_M-q\omega/V_D)+C_{МСМ}t_C, \quad (1.35)$$

В этой книге дается формула для расчета общей стоимости простоя мастерских и машин:

$$C_{ПР}=C_1M(n)+C_2M(m)=m_{in}, \quad (1.36)$$

где C_1 – стоимость простоя одной машины за единицу времени;

C_2 – то же, одной мастерской;

$M(n)$ – математическое ожидание числа машин (обслуживаемых или ожидающих обслуживания):

$$M_{(n)} = \left[\sum_{\kappa=0}^m \frac{1}{(\kappa-1)!(n-\kappa)} (\lambda/\nu)^\kappa + \sum_{\kappa=m+1}^n \frac{\kappa n!}{m^{\kappa-m} m! (n-\kappa)!} (\lambda/\nu)^\kappa \right] P_0, \quad (1.37)$$

где P_0 – вероятность того, что все обслуживающие мастерские свободны

$$P_0 = \left[\sum_{\kappa=0}^m \frac{n}{\kappa!(n-\kappa)} (\lambda/\nu)^\kappa + \sum_{\kappa=m+1}^n \frac{1}{m^{\kappa-m} m! (m-\kappa)!} (\lambda/\nu)^\kappa \right]^{-1}, \quad (1.38)$$

$$M(m) = \sum_{\kappa=0}^m \frac{(m-\kappa)n!}{\kappa!(n-\kappa)!} (\lambda/\nu)^\kappa P_0, \quad (1.39)$$

где $M(m)$ – математическое ожидание числа простаивающих мастерских;

m – число обслуживающих мастерских;

n – общее число обслуживающих машин;

λ – среднее число требований на обслуживание, поступающих в единицу времени;

λ/ν – среднее время обслуживания одного требования;

κ – текущая величина, значением которой надо последовательно задаваться в пределах суммирования.

В книгах Гаркави Н.Г., Новикова В.К., Сазонова В.И. [10] дана методика выбора оптимального метода выполнения ТО НТТМ. Выделяются три основных варианта:

1-й вариант – универсальные мастерские, в которых производятся все операции ТО и ТР любой машины эксплуатируемого парка;

2-й вариант – мастерские, в которых выполняются все операции ТО и ТР ограниченной номенклатуры НТТМ (специальные виды машин);

3-й вариант – мастерские, которые выполняют ограниченный круг операций по ТО и ТР всех НТТМ (специальные виды агрегатов или систем – двигатели, трансмиссии или гидро - электросистемы и т.п.).

Анализируя рассмотренные выше исследования в области проведения ТО и ТР, автором делается вывод о сведении методов оптимизации организации ТО и ТР к минимизации суммарных потерь от простоя обслуживаемых НТТМ и средств их обслуживания.

1.4. Онтология предметной области исследования. Границы исследования и постановка задач по разработке научных основ обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ

Обобщение выделенных положений по п.1.1-1.3 данной главы, позволяет перейти к формированию онтологии предметной области исследования, а именно критерии эффективности СОЭПЭ НТТМ онтологически следует разделить на локальные и глобальные. В локальных критериях выделены группы: надежности (по основным видам работ), оперативности (по планированию работ) и оптимальности (по обеспечению работ). В глобальных критериях выделены две группы: устойчивости и результативные показатели производственно-финансовой деятельности, связанной с применением НТТМ по назначению на объектах работ. Соответственно, предложенную онтологию предметной области настоящего исследования, как формальное описание предметной области, с целью установления границ общей терминологической базы предметной области следует выделить в виде, показанном на рис.1.6.

Представленная онтология предметной области является частью мета-онтологии в границах понятий, связанных с цифровизацией и цифровой трансформацией, системной инженерией и управлением жизненным циклом, а именно такие как понятия как промышленный интернет вещей, киберфизическая система, жизненный цикл и др., применяемые в работе, определены по ГОСТ Р 57700.37 [156], ГОСТ Р 59277 [159], ГОСТ Р 57193 [160], ГОСТ Р 57412 [161].

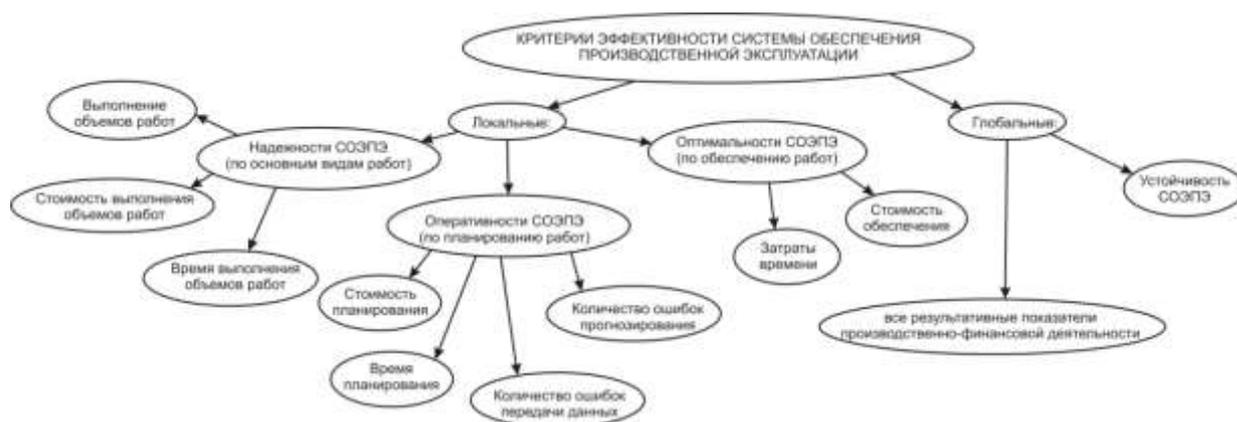


Рисунок 1.6 - Онтология предметной области исследования

Учитывая представленную в [162] схему эксплуатации с учетом удаленного мониторинга, автором была разработана схема циклов этапа эксплуатации НТТМ в ее ЖЦ, основанная на интеграции киберфизических систем (КФС) НТТМ в ПИВ, показанная на рис.1.7.

Данная схема характерна для текущего этапа развития удаленного мониторинга (на базе КФС) и объемов интеграции в ПИВ, а именно в текущий момент рубежа 20-х годов передача данных от НТТМ к лицу принимающему решение (ЛПР) об управлении процессом применения НТТМ ориентирована на формирование и анализ только «цифровой тени» работы НТТМ, при этом управлению, фактически подлежат только вопросы технической эксплуатации (в общем виде можно утверждать, что имеет место только «индивидуализация» ТО и Р конкретной НТТМ). В предполагаемой эволюции КФС и интеграции в ПИВ СОЭПЭ НТТМ должна быть объединена с цифровым двойником НТТМ, что позволит обеспечить управление эффективностью производственной эксплуатации в режиме реального времени. Концептуальная структурная схема переходов в этапе эксплуатации НТТМ при наличии интеграции КФС к цифровому двойнику НТТМ (ЦД НТТМ) через облачные сервисы ПИВ показана на рис.1.8.

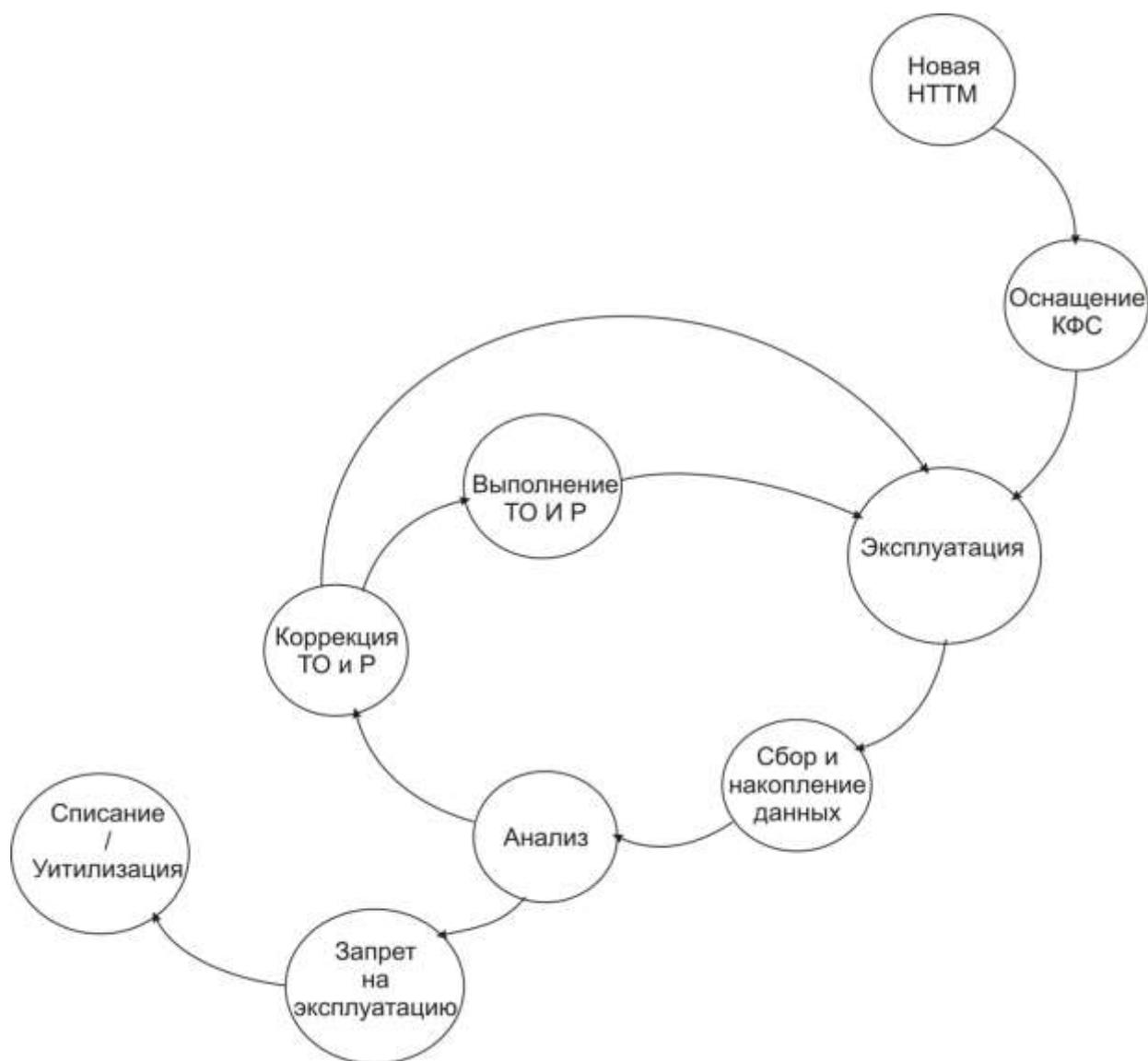


Рисунок 1.7 - Структурная схема переходов в этапе эксплуатации НТТМ при наличии интеграции через КФС в ПИВ, реализуемых в настоящее время

Таким образом, необходимо разработать теоретические и методологические основы формирования и управления устойчивостью СОЭПЭ НТТМ в составе полимодельного комплекса ЦД НТТМ для обеспечения возможности перехода к схеме на рис.1.8 в рамках цифровой трансформации. Для этого автором также составлена концептуальная схема исследования, в рамках разрабатываемой методологии формирования СОЭПЭ НТТМ представлена на рис.1.9.

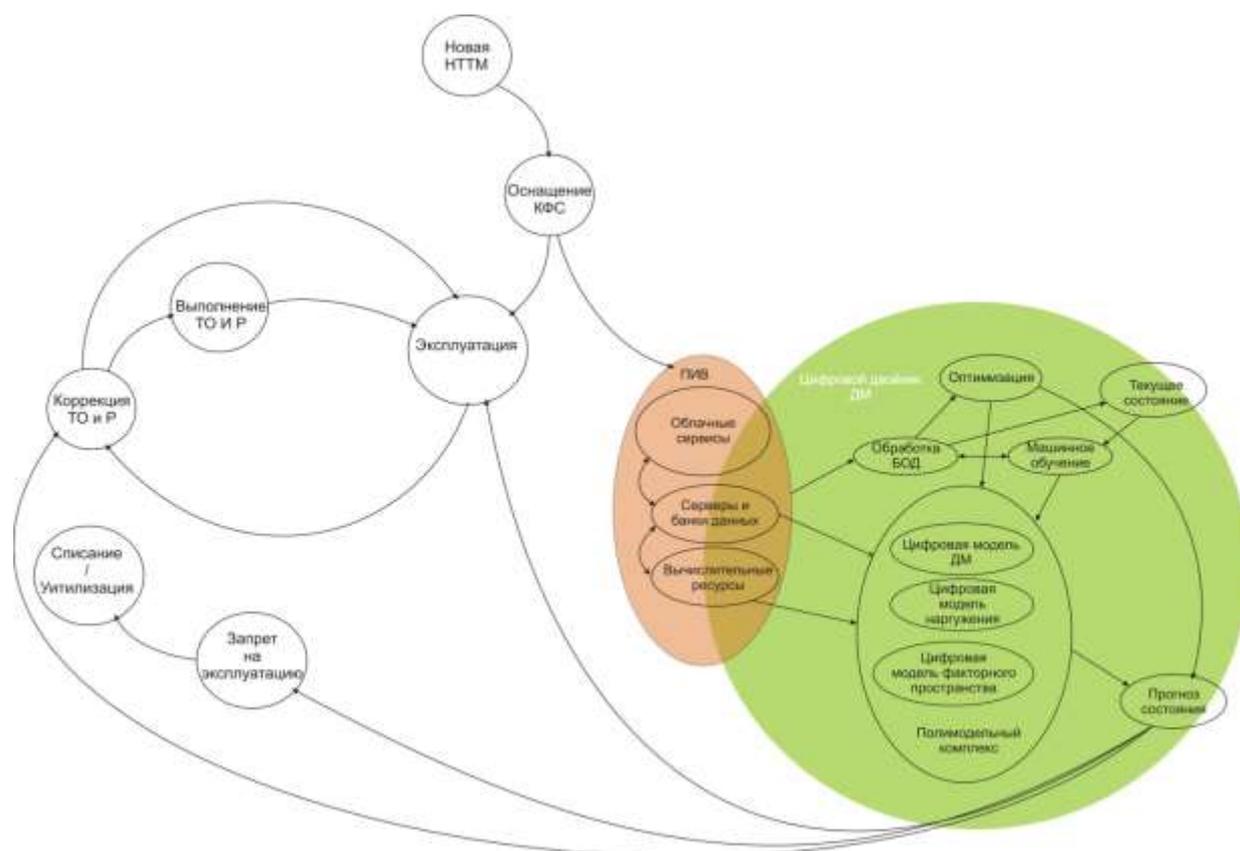


Рисунок 1.8 - Концептуальная структурная схема переходов в этапе эксплуатации НТТМ при наличии интеграции КФС к цифровому двойнику НТТМ (ЦД НТТМ) через облачные сервисы ПИВ

Для обеспечения полноценного функционирования и развития системы объемы работ – производительность – производственная эксплуатация необходимо предварительно обозначить следующие задачи научных исследований:

1. Исследовать техническое состояние НТТМ через современную систему мониторинга и доказать (гипотеза), что любой отказ в работе подконтрольных систем НТТМ в большинстве случаев можно предупредить и не допустить не только теоретически, но и практически. Пояснение, под подконтрольными системами в данном случае является те системы, изменение параметров в которых фиксируют датчики системы мониторинга. Отказы, природа образования которых связана с возникновением нештатной ситуации, например, прокол шины пневматического колеса или разрыв гусеницы бульдозера при наезде на препятствие в данном случае не

учитываются, т.к. они носят случайный и не закономерный характер, которые также необходимо учитывать, например, с помощью аппарата нечеткого математического моделирования.

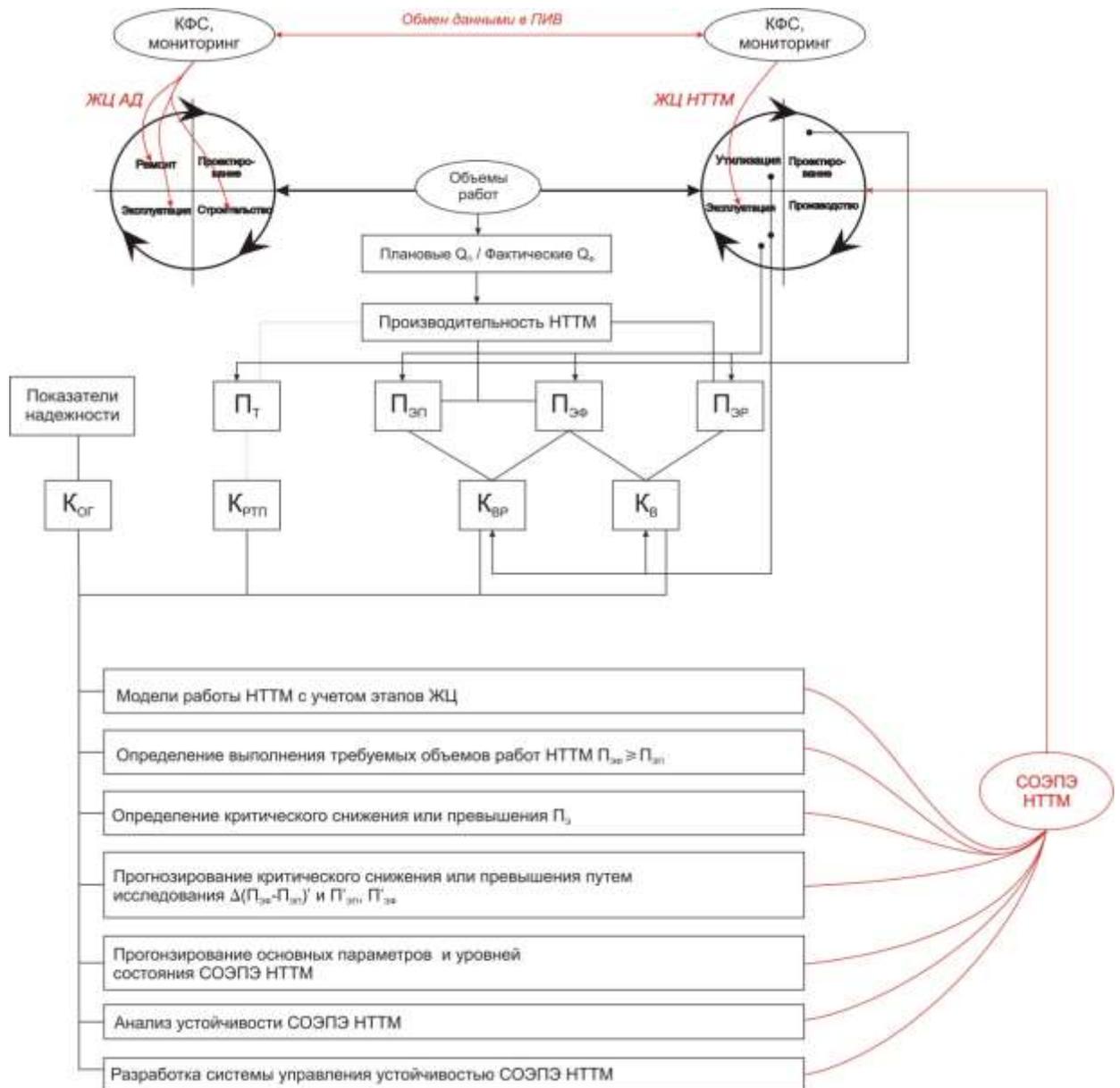


Рисунок 1.9 - Концептуальная структурная схема исследования

2. Исследовать закономерность изменения выполнения объемов работ НТТМ для установления условий их гарантийного выполнения через производительность НТТМ, то есть заложенную при проектировании и

производстве НТТМ – техническую, а также эксплуатационную, определенную экспериментальным и расчетным путем.

3. Исследовать связь между техническим состоянием НТТМ, выполнением ими поставленных объемов работ и качеством выполнения работ через современные технологии (в частности, ПИВ). Для этого необходимо получить и построить математические модели процесса обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ.

4. Исследовать текущее состояние системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ в необходимый момент времени, обозначив и определив их уровни. Спрогнозировать параметры системы, предварительно выбрав их и обосновав.

5. Разработать систему управления устойчивостью системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации (СОЭПЭ) НТТМ на конкретных объектах, путем применения принципов робастного анализа.

1.5. Выводы по Главе 1

Анализируя вышеизложенный материал, можно прийти к следующим выводам:

1. Этап эксплуатации в ЖЦ НТТМ неразрывно связан с этапами в ЖЦ АД через систему: объемы работ - производительность – производственная эксплуатация.

2. Основным критерием при оценке ЖЦ в смежных областях, в таких как на железнодорожном транспорте и в авиации является - стоимость ЖЦ изделия, что является объективным [36], но не подходящим критерием для исследования системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ.

3. Исправное с технической точки зрения состояние НТТМ является необходимым, но недостаточным условием для функционирования НТТМ,

т.к. это лишь одно из условий обеспечения выполнения требуемых объемов работ на конкретном объекте [45].

4. Для полноценного функционирования и развития системы СОЭПЭ НТТМ необходимо выполнение [40]: наличия технически исправного состояния НТТМ; выполнение поставленных объемов работ, при чем качество работ должно соответствовать требованиям [40] конкретного проекта работ (контракта на строительство, реконструкцию, ремонт или содержание АД общего пользования).

5. Составленная онтология предметной области исследования отвечает цели и задачам работы, включает необходимый комплекс критериев, пригодных для разработки теоретических и методологических основ формирования и управления устойчивостью СОЭПЭ НТТМ в составе полимодельного комплекса ЦД НТТМ.

ГЛАВА 2. КОНЦЕПЦИЯ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НТТМ

2.1. Анализ функционала систем мониторинга и накопления данных и перспективы их развития

2.1.1. Теоретические аспекты развертывания и работы систем удаленного и бортового мониторинга НТТМ

Спутниковый мониторинг технических систем на базе ГЛОНАСС/GPS можно назвать успешной российской инновацией, которая прекрасно нашла себе применение на бескрайних просторах нашей страны с не очень хорошим в общей массе качеством дорог и не всегда дисциплинированным персоналом, осуществляющим эксплуатацию и обслуживание машин. Спутниковое оборудование дает возможность полного контроля за машинами, независимо от того, где они находятся. Это хороший шанс предупредить и не допустить нештатные ситуации и потери из-за неправильной организации производственных работ в том числе простоев машин и хищение топлива.

Специалисты прогнозируют, что на протяжении 4-5 лет, система мониторинга техники будет расти на 40-50% в год. Даже в случае спада роста экономики в стране, развитие системы мониторинга техники, станет еще более актуальным, так как предприятия, эксплуатирующие технику, будут изыскивать еще более глубокие резервы экономии собственных ресурсов. Спутниковая система мониторинга техники позволяет контролировать работу машин круглые сутки [54].

Отечественные работы в этой области составляют обширный корпус прикладных и теоретических исследований, представленный в работах [162-180], однако им присуща общая характерная черта: они ориентированы в

своим большинством на формирование «цифровой тени» и на управление технической эксплуатацией НТТМ и/или управлением работой НТТМ по контроллерам процессов. Откуда следует констатировать, что текущей ситуации развития мониторинга НТТМ свойственно: на бортовых системах объемы данных (ОД), регистрируемые с НТТМ либо идут в одностороннем порядке на внешний центр анализа эксплуатирующей организации или центр управления производством органа управления дорожным хозяйством (ЦУП ОУДХ), либо после фильтрации используются контроллерами рабочих процессов на самой НТТМ, как например это изложено в [181], т.е. информация мониторинга закрыта внутри НТТМ и не подключена или слабо интегрирована к внешним источникам данных; на удаленных системах большинство публикаций делает акцент на передаче данных GSM связью, проблемам позиционирования, без детализации активного размещения ОД в облачных сервисах, а также без освещения интеграции ОД в форматы данных ИТС и т.д. В целом нужно отметить, что во всех работах не исследуется возможность передачи данных через ПИВ, с их объединением в большие объемы данных (БОД) с внешних источников на облачных сервисах, а также об анализе ОД бортовых систем он-лайн в облачных ресурсах вычислений.

В этом ключе, при ракурсе на рассматриваемый вопрос, со стороны дорожной отрасли, структура работы автоматизированной базы дорожных данных (АБДД) «Дорога» развиваемая ФДА Роставтодор, фактически отражает структуру управления на принципах запаздывания реакции, так как БОД имеющиеся в АБДД «Дорога» и сопряженных с ней систем (рис.2.1) фактически слабо связаны с ОД, накапливаемыми с НТТМ, кроме ряда показателей, определяющих эффективность работ со стороны заказчика (ОУДХ). Фактически получается, что удаленный мониторинг работы НТТМ со стороны дорожной отрасли направлен на фискальные меры управления производством работ. Эффективности производства работ НТТМ при этом отводится подчиненное положение относительно контрольных мероприятий.

На рис.2.2 показана схема функционирования АДББ «Дорога», откуда видно, что БОД передаваемый в ней не могут быть напрямую совмещены с ОД собираемыми с НТТМ при развитии КФС и бортовых систем мониторинга.



Рисунок 2.1 – Структура информационного взаимодействия АДБД «Дорога» с другими системами

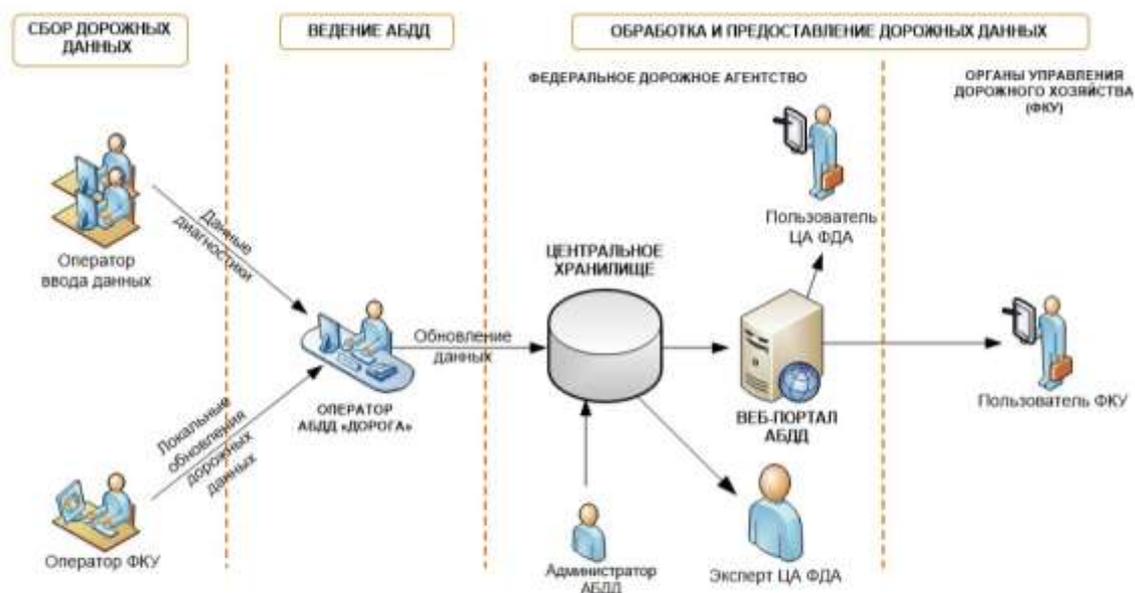


Рисунок 2.2 – Схема функционирования АДБД «Дорога»

Зарубежные работы в области удаленного и бортового мониторинга НТТМ, также могут быть представлены в обширной серии публикаций

посвященных как в целом вопросам применения строительных и дорожных машин [182–188], так отдельным вопросам агрегатной и узловой диагностики состояния на базе бортового и/или удаленного мониторинга [189–190] и раскрывают они весьма большой спектр теоретических и частных прикладных решений. При этом следует указать, что иностранные публикации больше ориентированы на строительное производство в целом, разработку ЦД [182], машинное обучение на базе БОД [191], при этом имеется ряд работ в которых применяются RFID метки [192], нейронные сети [193] и БПЛА при мониторинге производства работ на объекте [194].

Для решения различных навигационных задач используются спутниковые навигационные системы (СНС) посредством использования специальных навигационных спутников (СН), принцип действия которых основан на приеме и обработки сигнала в рамках телематической системы [178-180]. Доступ к таким сигналам обеспечен стационарными и подвижными объектами, расположенными на земной поверхности и в пределах Мирового океана.

Приведем четыре основных принципа функционирования глобальных СНС:

1. Определение положения любого объекта по расстояниям от самого объекта до СН. Координаты объекта на земле вычисляются на основе измеренных и вычисленных СНС расстояний до группы спутников в космическом пространстве. СН являются точками отсчета, координаты которых заранее известны.

2. Необходимость учета ионосферных и атмосферных задержек сигналов и др. погрешностей.

3. Определение расстояния до СН путем проведения расчета произведения скорости и времени прохождения навигационного сигнала в секундах, посылаемого СН, обусловленное известной скоростью распространения радиоволн (около 300 000 км/с) и знанием точного момента

времени начала отправки сигнала СП и получением сигнала объектом с Земли.

4. Точное определение и обеспечение доступа навигационным приемником сигналов от СН в любой момент времени.

На рис.2.3 представлена схема организации управления работами по содержанию федеральных АД в России по [178].

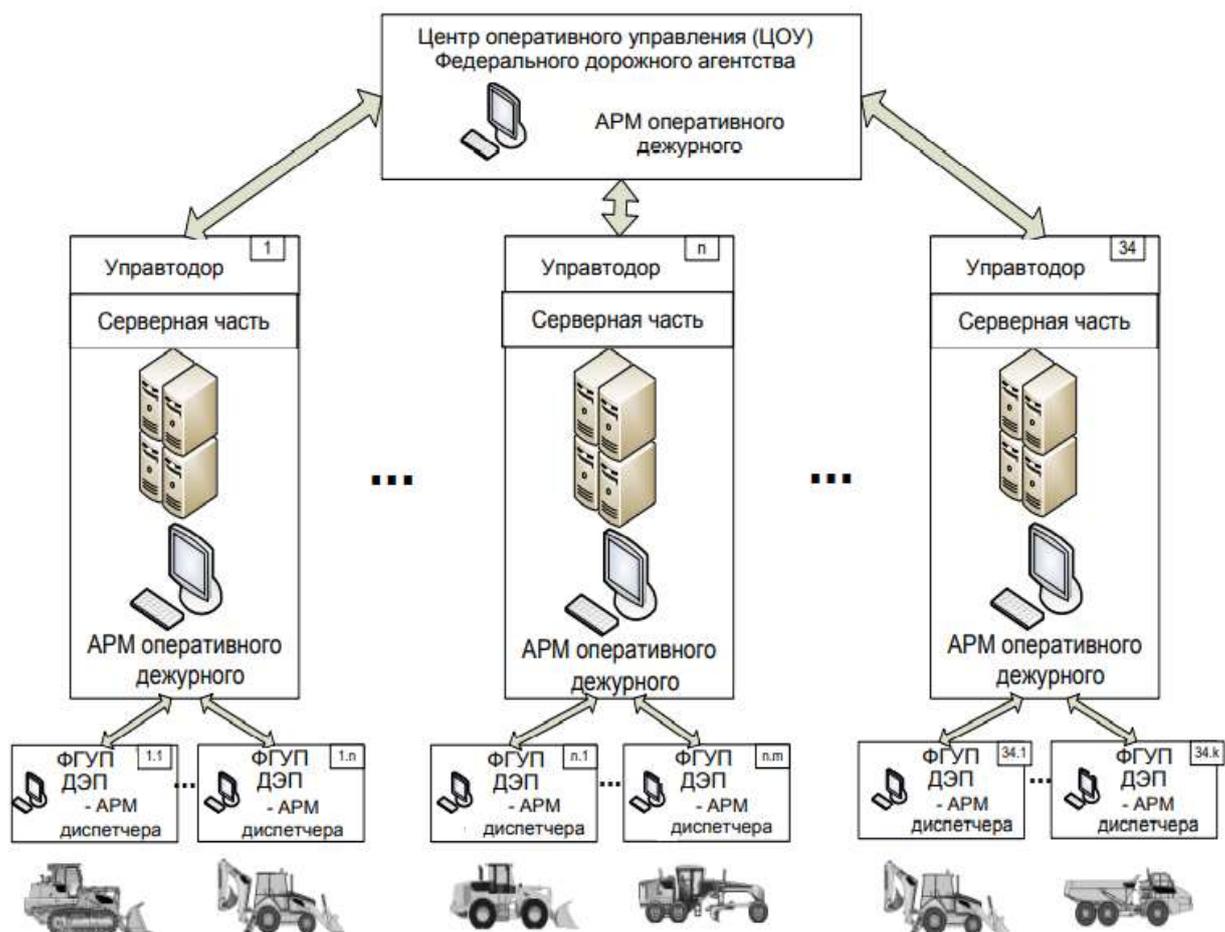


Рисунок 2.3 - Организация управления работами по содержанию федеральных АД в России

В рамках содержания АД федерального уровня оперативный контроль и управление (ОКУ) в течение оперативных суток осуществляются диспетчерами дорожно-эксплуатационных предприятий (ДЭП) [178].

В комплексе ОКУ осуществляется взаимодействие с водителями с любого автоматизированного рабочего места (АРМ) диспетчера посредством голосовой связи с записью переговоров в базе данных (БД), а также

визуальное отображение оперативной обстановки с использованием электронной карты или с помощью снимка, полученного по запросу в режиме реального времени с камеры, установленной на НТТМ без участия водителя (рис.2.4). Подобный фото- видеоматериал может быть запрошен специалистом с любого рабочего места, подключенного к СНС [178, 180].

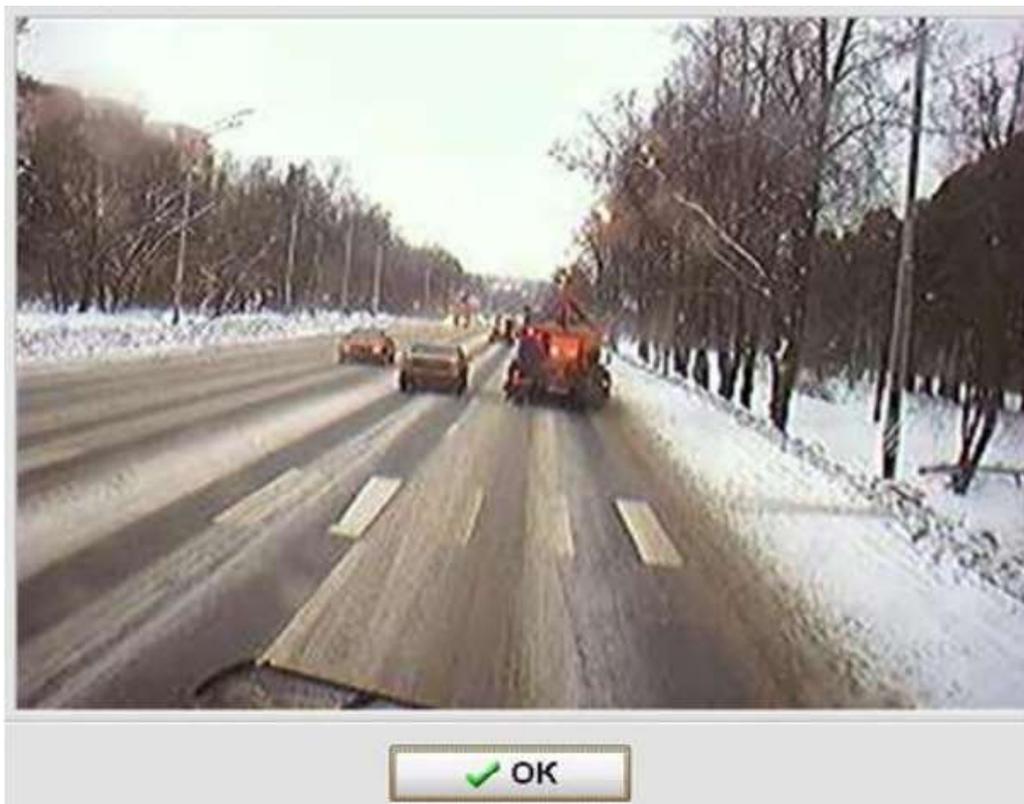


Рисунок 2.4 - Пример визуального отображения обстановки на фотоснимке, полученном с указанной дорожной машины по запросу специалиста системы управления [178, 180]

Полученный фотоматериал (снимки) заносится и хранятся в БД для последующего использования. Информация о местоположении НТТМ и состоянии датчиков рабочих органов с заданным интервалом времени передается на серверы по каналам сотовой связи GSM/GPRS и/или Интернета (4G, 5G). Совместное использование различной информации о месте расположения НТММ и ее техническом состоянии позволяет в режиме реального времени отслеживать транспортную ситуацию и принимать своевременные меры по предотвращению аварийных ситуаций, а также

анализировать объективные данные об объемах выполненных работ по содержанию федеральных АД [178].

2.1.2. Особенности установки элементов системы мониторинга НТТМ

На текущий момент известны пять поколений систем спутникового мониторинга машин (СММ) от первого (низшего) уровня до пятого (наиболее автоматизированного). СММ первого и второго уровней (поколений) имела ограничения в техническом аспекте передачи получаемых данных. Системы первого поколения сбрасывали данные по прибытии НТТМ на базу, во втором поколении для передачи данных применялись сим-карты. По мере повсеместного внедрения мобильного интернета СММ первого и второго уровня устарели, утратили актуальность, им на смену пришли СММ третьего-пятого уровней.

Общее данных систем – применение для передачи данных возможностей мобильного интернета. При этом, если в СММ третьего поколения (самой распространенной в настоящее время) имеется клиентский сервер, подключенный к интернету и локальной сети офиса, а также установленное на АРМах специализированное ПО, то СММ четвертого и пятого поколений отличаются использованием web-технологий и объединением систем предыдущего поколений в единый, распределенный центр мониторинга мирового масштаба [39,42,44].

Установлено [39,42,44], что любая СММ состоит из аппаратной и программной части, а отличия СММ заключены, прежде всего, в последней. Поэтому, следует уделить особое внимание особенностям функционирования аппаратной части СММ НТТМ, которая, с одной стороны, в меньшей степени зависит от способа и особенностей передачи данных на сервер, но, с другой стороны, является одним из самых основных вопросов при получении объективных данных работы НТТМ [44].

Контроль рабочих параметров НТТМ производится посредством применения множественных датчиков различного типа и исполнения. Датчики могут быть как универсальны для всех НТТМ, так и зависеть от конкретного типа и функционала машины, что обусловлено необходимостью контроля положения и пройденного пути НТТМ, контроля уровня и расхода топлива, а также напряжения бортовой сети (выборочная установка). Рассмотрим более подробно вышеуказанные датчики [44].

Основополагающим элементом аппаратной части СММ НТТМ стал терминал. В целях исключения его возможного повреждения в условиях агрессивной окружающей среды и отрицательных воздействий со стороны человека (оператор НТТМ и иные лица) терминал имеет герметичный корпус, защитную пленку, пломбировочное устройство и в целом расположение в труднодоступном месте. Однако, зафиксированы случаи вмешательства, проникновения, нарушения работы терминала в корыстных целях даже при подобных методах защиты. При этом терминалы по прошествии времени и эксплуатации хорошо зарекомендовали себя в работе, в частности эксплуатации при скачках напряжения, ошибках при подключении полюсов и др.

С целью дальнейшего научного анализа особенностей работы аппаратной части СММ НТТМ автором обозначены основные ее особенности.

Позиционирование (локация) НТТМ. Первый аспект – так называемые выбросы системы, под которыми понимаются зафиксированные неверные положения НТТМ в работе. Второй аспект – это расхождение между показаниями одометра НТТМ и значением пробега НТТМ, определенного навигационной системой мониторинга [44].

Датчики уровня топлива (ДУТ). Ошибки в установке ДУТ на практике создают предпосылки к появлению достаточно большой погрешности в

измерении уровня топлива в баке. Также указанная погрешность может быть вызвана из-за пренебрежения сезонной перетарировкой при переходе с летнего на зимний период эксплуатации, и наоборот. Кроме того, на работу ДУТ влияют часто встречающиеся загрязнения топливных баков [39,42,44].

Датчики расхода топлива (ДРТ). Точность и объективность контроля рассматриваемого параметра напрямую зависит от верного выбора и правильной установки ДРТ. ДРТ могут быть однокамерными (при отсутствии в топливной системе обратной магистрали) и двухкамерными (дифференциальными, при наличии обратной магистрали в системе питания двигателя) [44].

Датчики контроля напряжения бортовой сети (ДКНБС). ДКНБС позволяют достаточно объективно и быстро проверить многие рабочие параметры НТТМ, а также проверить работу других систем НТТМ, например, «выбросы» СНН (см. выше) и других датчиков СММ НТТМ [44].

Проанализируем выявленные особенности аппаратной части СММ НТТМ.

Навигационные выбросы СММ НТТМ. Явление «выброса» происходит из-за алгоритмической ошибки ГЛОНАСС/GPS модуля (см. рис.2.5). Типичным примером такого «выброса» является неподвижное нахождение НТТМ в течение некоторого времени, отраженное в СММ как передвижение НТТМ на значительном расстоянии. К сожалению, данное явление полностью не исключимо и достаточно распространено.

Выделяют три типа навигационных выбросов: хаотичный (ХНВ), грубый (ГНВ), систематический (СНВ)» [39,42,44,178].

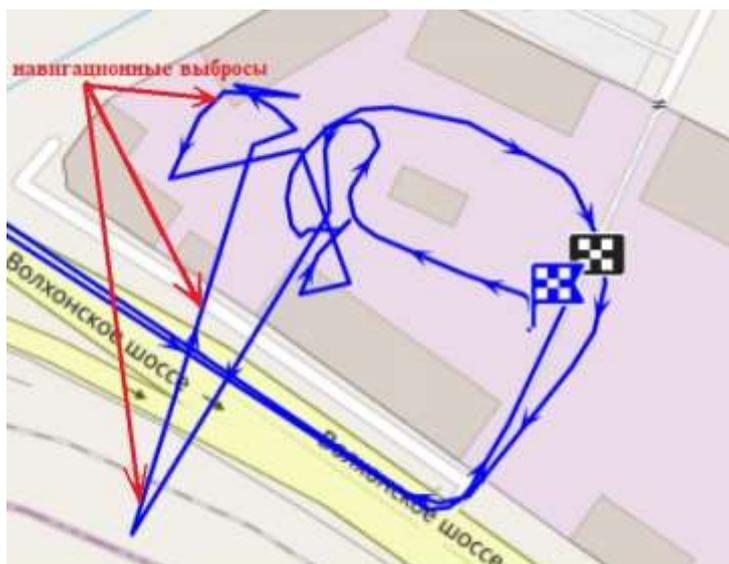


Рисунок 2.5 - Навигационные выбросы при работе дорожной машины.

ХНВ фиксируется при движении НТТМ с малой скоростью или при стоянке НТТМ в течение непродолжительного времени. Причина возникновения – помехи при отражении сигнала СН от высотных зданий и других объектов.

ГНВ может проявиться при длительной стоянке НТТМ. ГНВ характеризуется движением в некотором направлении с постоянным ускорением в течение продолжительного интервала времени. Характерная особенность ГНВ – резкие скачки движения объекта на карте [44].

СНВ проявляется в отклонении координат местонахождения НТТМ по одному или нескольким параметрам и объясняется изменением условий приема сигналов с СН [39,42,44].

Независимо от типа само явление «выброса» оказывает отрицательное влияние на работу всей СММ НТТМ. Для уменьшения его вредного влияния в современных СНС используют фильтрацию, позволяющую значительно сократить объемы обрабатываемой информации с сохранением ее достоверности. Фильтрация представляет собой исключение избыточных данных, не приносящих значимых изменений о положении объекта, а также отсеивание «выбросов», приводящих к искажению данных и к ошибкам в

определении местоположения НТТМ. Существует два вида фильтрации СНС:

аппаратный, выполняемый системой ГЛОНАСС/GPS;

программный, выполняемый самим мобильным терминалом, установленным на НТТМ [39,42,44].

«Выбросы» в практическом применении выявляются посредством комплексного анализа показаний других датчиков СММ НТТМ, таких как ДУТ, ДРТ, ДКНБС. Например, если во время выброса СНС в определенный период времени расход топлива, его уровень не изменились, а показания напряжения бортовой сети стабильно находились на уровне состояния заряженной аккумуляторной батареи НТТМ, то однозначно имело место проявление выброса СНС [44].

«Навигационные выбросы» имеют место быть только при условии работы мобильного терминала СММ НТТМ и являются вредным явлением и особенностью работы СММ НТТМ. В обратном случае, если при стоянке НТТМ «выбросов» абсолютно нет, то это является верным признаком обесточивания (отключения) мобильного терминала. Тогда мониторинг НТТМ не представляется возможным. Подобная ситуация может быть полезной для установления причин прекращения процесса мониторинга НТТМ [44].

Как упоминалось ранее для уменьшения числа навигационных выбросов применяется фильтрация. При фильтрации СММ запоминает наиболее повторяющиеся значения, как бы «замораживая» их, отсекая при этом всплески разовых значений. Фильтрация позволяет повысить объективность потока данных, определяющих положение НТТМ, и осуществляется как в самом мобильном терминале, установленном на НТТМ (аппаратная фильтрация), а также и с использованием программного обеспечения после передачи данных на сервер [44].

Существуют иные способы снижения негативного влияния «выбросов» помимо фильтрации. Например, валидация датчика зажигания или установка в мобильном терминале НТТМ специального датчика – акселерометра. Акселерометр – это по своей сути датчик-гироскоп, определяющий положение НТТМ в пространстве вместе с основным навигационным датчиком. Принцип действия прибора прост – запоминание последних координат нахождения объекта мониторинга и в случае прекращения движения информирование о «выбросах» навигационной системы. На рис.2.6 показана работа акселерометра при фильтрации навигационных выбросов.



Рисунок 2.6 - Скрин окна работы акселерометра системы мониторинга НТТМ

Далее проанализируем локацию НТТМ и связанные с ней вопросы, к которым отнесены расхождение показаний одометра НТТМ и значений пробега (перемещений) НТТМ. Данное явление достаточно распространено на практике.

Первоначально следует исключить выбросы навигационной системы. При их отсутствии расхождения в показаниях приборов можно объяснить тем, что одометр, по сравнению с СНС имеет достаточно большую погрешность измерений. Также независимо от типа одометра (с механическим или электрическим приводом) в основе его работы заложена

частота вращения вала трансмиссии НТТМ в рассматриваемый период времени. Количество оборотов вала трансмиссии за определенный период времени может сильно отличаться даже у двух одинаковых НТТМ, которые даже, в порядке эксперимента, преодолеют одинаковые расстояния. Это может быть связано с разным давлением воздуха в шинах или разной степенью износа гусениц НТТМ и ведущей звездочки, работой дифференциала при движении НТТМ по кривой с объездом препятствий или при движении с разным давлением в шинах НТТМ с правой и левой сторон. Кроме того, при работе НТТМ осуществляется достаточно много маневрирования с движением задним ходом НТТМ. В любом случае ориентироваться необходимо по показаниям СНС, сравнивая их с показаниями одометра и анализируя их с учетом навигационных выбросов [44].

Далее рассмотрим вопрос, связанный с ДУТ. Выделяют 2 аспекта, влияющих на правильность показаний – правильная установка самого датчика в топливном баке в месте максимально приближенном к его геометрическому центру (условная точка в топливном баке НТТМ, положение которой не меняется при любом отклонении плоскости топливного бака от плоскости горизонта) и проведение перетарировки ДУТ при переходе с летнего на зимний периоды эксплуатации НТТМ и наоборот, то есть два раза в год с контролем чистоты бака [44].

ДУТ могут измерять только диэлектрические жидкости, не проводящие электрический ток (бензин, дизельное топливо, керосин, масла). Чем выше плотность измеряемой жидкости, тем меньше погрешность измерения, что объясняется меньшим количеством всплесков жидкости.

Для того, чтобы его найти геометрический центр топливных баков НТТМ, необходимо хорошо знать их конструкцию. Теоретически его определить возможно путем пересечения двух центральных осей топливного бака в горизонтальном направлении. На практике с его определением

сложнее ввиду установки именно в данном месте заводского оборудования, в связи с чем приходится устанавливать ДУТ рядом и как можно ближе к геометрическому центру топливного бака [39,42,44].

На объективность получаемой информации значительно влияет установка ДУТ непосредственно в геометрическом центре бака. Однако, даже если установка произведена с максимальной точностью, топливо совершает движение в баке в горизонтальном направлении, что неизбежно приводит к всплескам уровня топлива [44]. Тогда ДУТ выдает скачки по значениям, что значительно уменьшает объективность получаемой информации. Для уменьшения данного вредного явления в современных СММ НТТМ осуществляется фильтрация потока параметров значений ДУТ тремя ступенями.

Первая ступень фильтрации осуществляется в самом ДУТ, когда программа фиксирует множество значений, оставляя только повторяющиеся. Во второй и третьей ступенях фильтрации ДУТ из оставшихся после первой ступени значений в мобильном терминале и на сервере поступления информации по тому же принципу происходит еще обработка значений, поступающих, соответственно, с ДУТ и с мобильного терминала [6]. В итоге остается среднее значение, объективность которого зависит от множества факторов, в том числе от правильности установки ДУТ в баке и от степени фильтрации получаемых значений. На рисунке 2.7 можно увидеть результаты обработки (фильтрации) получаемых от ДУТ данных» [44].

Помимо вышеуказанного необходимо уделять особое внимание процедурам калибровки, тарировки и перетарировки ДУТ, а также чистоте топливных баков НТТМ изнутри [39,42,44].



Рисунок 2.7 - Результаты обработки (фильтрации) получаемых от ДУТ данных

«Калибровка ДУТ необходима для адаптации (запоминания) датчиком максимального и минимального значения уровня топлива в баке. Калибровка выполняется при установке ДУТ и при переходе с летнего на зимний и наоборот периоды эксплуатации НТТМ, а также при ремонте или замене топливного бака» [42].

«Тарировка ДУТ необходима для адаптации (запоминания) датчиком промежуточных значений между максимальным и минимальными значениями уровня топлива в баке НТТМ. Тарировка выполняется в обязательном порядке при установке ДУТ и при переходе с летнего на зимний периоды эксплуатации и наоборот; то есть как минимум два раза в год. В этом случае процесс имеет научное название «перетарировка ДУТ» [42].

«Необходимость перетарировки обусловлена плотностью применяемого топлива и отличается в зависимости летнего или зимнего периода эксплуатации при неизменном объеме топливных баков НТТМ и других заправочных емкостей. В случае отказа от данной процедуры ДУТ

будут в летний период эксплуатации завышать, а в зимний занижать фактические (реальные) значения. Кроме того, загрязнения в топливном баке НТТМ будут негативно влиять на работу топливной системы НТТМ в целом» [42]. На рис.2.8 показан заключительный этап процесса перетарировки топливного бака НТТМ.

Важно отметить, что при проведении данных процедур топливный бак тщательно промывается и высушивается.

X	a	b
0	0.2	0
5	0.1346153846	0.3269230789
109	0.0765306122	6.6581632653
305	0.1546391752	-17.164948453
402	0.0555555555	22.666666666
672	0.0837968826	3.6871508379
851	0.0802139037	6.7379679144
1038	0.0824175824	4.4505494505
1220	0.0842696629	2.1910112359
1398	0.0842696629	2.1910112359
1576	0.0867052023	-1.6473988439
1749	0.0824175824	5.8516483516
1931	0.0842696629	2.2752808988
2109	0.0833333333	4.25

X	Y
1749	150
1931	165
2109	180
2289	195
2467	210
2648	225
2827	240
3009	255
3187	270
3371	285
3551	300
3727	315
3906	330
4069	345

Рисунок 2.8 - Заключительный этап процесса перетарировки топливного бака НТТМ

Вопрос, связанный с ДРТ. Устанавливаемые в топливных системах ДРТ могут быть однокамерными (при отсутствии в топливной системе обратной магистрали) и двухкамерными (дифференциальными, при наличии обратной магистрали в системе питания двигателя) [44].

Вопрос, связанный с ДКНБС. «Модуль ДКНБС (при его наличии) находится в терминале СММ НТТМ. Напряжение бортовой сети как параметр мониторинга НТТМ не всегда контролируется на НТТМ несмотря

на то, что это очень эффективный способ контроля работы НТТМ. К сожалению, часто осуществляют контроль работы НТТМ по включенному замку зажигания» [44]. Малоэффективность указанного способа обусловлена следующими причинами:

1. набег моточасов при оставлении оператором НТТМ ключа в замке зажигания, особенно важно при часовой оплате труда.
2. установка тумблера с функцией «включено-выключено» в обход подключения замка зажигания и питания системы мониторинга НТТМ.

Таким образом, гораздо более эффективно применять способ контроля работы НТТМ по параметру напряжения бортовой сети НТТМ. Данный метод позволяет удаленно диагностировать работу генератора НТТМ, что не оставляет возможности повлиять на объективность получаемой информации [39,42,44].

На многих современных НТТМ применяется интеллектуальный режим заряда АКБ. Система может автоматически поднимать обороты двигателя НТТМ на холостом ходу в случае большого количества включенных потребителей или в случае длительного по времени их использования.

Следует отметить, важную особенность мониторинга напряжения бортовой сети НТТМ. Только по данному параметру нельзя отследить положение или режим работы замка зажигания НТТМ. Тогда применяются три основных датчика двигателей НТТМ:

- датчик детонации,
- датчик положения коленчатого вала,
- датчик положения распределительного вала.

Кроме того, можно использовать датчик давления масла, в том числе дискретного датчика – аварийного давления масла в системе смазки двигателя, позволяющего контролировать факт наличие или отсутствия давления масла в системе смазки двигателя» [44].

Ниже на рис.2.9, 2.10, 2.11 представлены скриншоты окон работы системы мониторинга НТТМ.

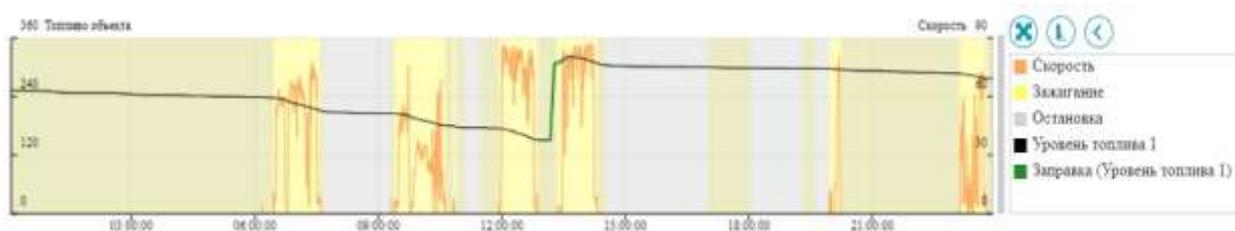


Рисунок 2.9 - Скрин окна системы мониторинга дорожной машины. Нормальная плановая работа дорожной машины



Рисунок 2.10 - Скрин окна системы мониторинга дорожной машины. Слив топлива при работе дорожной машины

Подводя итог вышесказанным теоретическим положениям, рассмотрим на конкретных примерах, как анализ СММ НТТМ позволяет выявить важные моменты при работе НТТМ. Для этого проанализируем графики различных параметров мониторинга НТТМ при их работе, в том числе с совмещением параметров. На рисунке 2.12 изображен график изменения напряжения бортовой сети, а также изменения уровня топлива НТТМ в баке за рассматриваемый период времени [40].



Рисунок 2.11 - Скрин окна системы мониторинга дорожной машины. Трудный запуск двигателя при работе дорожной машины

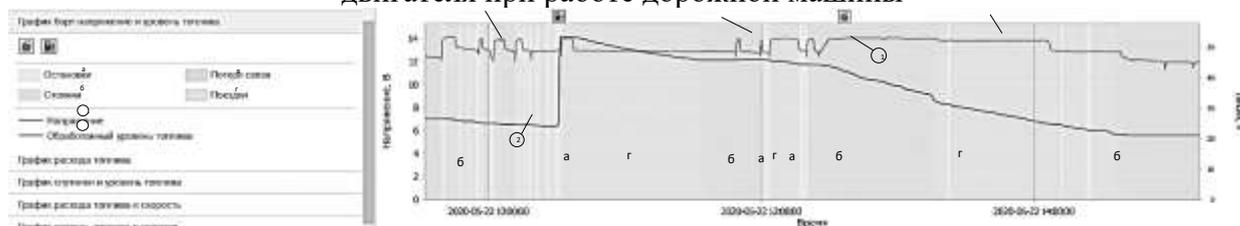


Рисунок 2.12 - График изменения напряжения бортовой сети

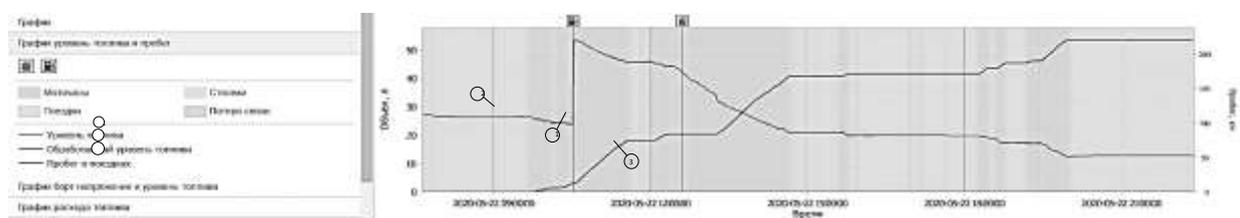


Рисунок 2.13 - Пример графика работы дорожной машины

«На графике на рисунке 2.13 рассматривается четыре временных интервала работы НТТМ 22.05.2020г., а именно, до 10:00, с 10:00 до 12:00, с 12:00 до 14:00 и после 14:00. За рассматриваемый период имели место: четыре стоянки с 11:30 по 12, с 14:45, по 15:20, с 18:10 по 18:30, с 18:45 по 19:00 с неработающим двигателем с 15:50 по 16:00 с работающим двигателем; восемь запусков двигателя; заправка топливного бака до максимального значения. Возможно, после заправки, имел место слив топлива около 7 литров. Стоянки НТТМ можно определить по горизонтальным или по очень

плавным снижающимся участкам линии уровня топлива. Горизонтальный участок свидетельствует о нерабочем состоянии двигателя во время стоянки НТТМ. Запуску двигателя предшествует скачок вниз линии напряжения бортовой сети, затем сразу быстрая и значительная зарядка аккумуляторной батареи (вертикальный скачок вверх). Заправка топливного бака определяется стремительным подъемом уровня топлива при практически неизменной координате по времени. Слив топлива определяется стремительным снижением уровня топлива при практически неизменной координате по времени. При работе НТТМ под нагрузкой обороты двигателя возрастают и напряжение бортовой сети также возрастает, при этом происходит зарядка аккумуляторной батареи. Данный график позволяет получить реальную картину работы НТТМ за конкретный период времени, при этом, исключить часть навигационных выбросов системы, например, «перемещений» НТТМ во время ее стоянки даже после фильтрации навигационных выбросов» [42].

С учетом вышеизложенного отмечено, что каждый датчик СНС имеет свои особенности установки, работы и контролирует свои параметры, передавая необходимую информацию на сервер. Далее осуществляется анализ контролируемых параметров, который часто выполняется на низком техническом уровне с точки зрения эффективности использования получаемой информации о работе НТТМ на объекте. Это во многом связано с тем, что получаемую информацию о работе НТТМ, зачастую анализируют люди, не являющиеся специалистами по данному профилю с отсутствующим необходимым специальным техническим образованием. Информация о работе машин приходит в цифровом и графическом видах» [44].

«Необходимо проводить научный анализ не только одного контролируемого параметра работы НТТМ, но и в комплексе анализировать изменение нескольких рабочих контролируемых параметров. Например, комплексный анализ нескольких основных контролируемых параметров

НТТМ: локация НТТМ, ДУТ, ДРТ и ДКНБС позволит получить реальную картину работы НТТМ на объектах, а именно, Преодолеваемое НТТМ расстояние, уровень расхода топлива, простои НТТМ с нулевой работой с включенным или выключенным двигателем за конкретный период времени. Кроме того, при таком подходе можно установить: правильность установки датчиков системы, наличие или отсутствие навигационных выбросов, факты потери рабочего времени, факты несанкционированных воздействий на НТТМ со стороны третьих лиц или операторов машин; причины снижения производительности НТТМ. При грамотном научном анализе получаемых данных о работе НТТМ во многих случаях можно предупредить и не допустить возникновение отказов в работе НТТМ. Разумеется, речь идет о подконтрольных параметрах машин, которые являются прогнозируемыми. Те неисправности и отказы в работе НТТМ, которые носят исключительно случайный (незакономерный) характер, например, повреждение шины колеса или повреждение гусеницы НТТМ, в этом случае не рассматриваются» [44].

В рамках диссертационного исследования с учетом соглашений на проведение исследований, автором были проведены серии экспериментальных исследований, включавших непрерывное накопление данных по удаленному мониторингу с использованием программных платформ считывания Vialon и Vialon Pro, в результате которого были в том числе определены плановые и фактические объемы работ семидесяти восьми НТТМ, которые работали на объектах строительства, реконструкции, ремонта и содержания АД в четырех регионах Российской Федерации (Нижегородская область, Московская область, город Санкт-Петербург и Ленинградская область) [44].

«Обобщая вышеизложенное, для объективной и эффективной работы СНС НТТМ необходимо:

проверить правильность установки датчиков контролируемых параметров как основных, так и датчиков рабочих органов;

как минимум два раза в год проводить перетарировку ДУТ, очищая и высушивая при этом топливный бак НТТМ;

устанавливать датчики контроля напряжения бортовой сети НТТМ» [44].

«После анализа контролируемых параметров работы НТТМ необходимо проводить комплексный научный анализ контролируемых параметров НТТМ. Данный анализ должны проводить компетентные лица с принятием конкретных решений и обоснований по воздействию как на систему технической, так и на систему производственной эксплуатации НТТМ. При этом данные лица должны нести ответственность за результаты работы НТТМ и за работу самой СММ НТТМ» [44]. «Вышеуказанные несложные принципы обеспечивают надежную, объективную и эффективную работу навигационной спутниковой системы удаленного мониторинга НТТМ» [44].

2.1.3. Информационное пространство систем мониторинга в рамках процессов управления эксплуатацией НТТМ

СММ является необходимым инструментом получения необходимых объемов данных о работе НТТМ. При этом сама СММ НТТМ не является ни объектом, ни предметом настоящего диссертационного исследования, но необходимым и одним из главных инструментов в решении поставленных задач. Тема мониторинга машин, в том числе НТТМ, является достаточно актуальной и активно обсуждаемой многими специалистами, но на взгляд автора существует немало причин, которые не позволяют существующим СММ НТТМ полностью раскрыться, что в свою очередь тормозит развитие системы [39,42,44].

К основным причинам можно отнести:

1. Рекомендательный характер установки СММ НТТМ, использование СММ НТТМ на выборочных моделях.

2. Отсутствие единого подхода по регламенту установки датчиков контроля параметров СММ НТТМ.

3. Ограничение доступа к СММ НТТМ специалистов соответствующего профиля.

4. Количественный характер параметров мониторинга НТТМ, при этом качественный анализ данных чаще всего применяется несистемно и подход к нему определяется конкретным специалистом, т.е. может быть отличен в разных организациях, эксплуатирующих НТТМ.

5. Отсутствие (недостаточность) квалификации сотрудников, что не всегда позволяет быстро, грамотно и эффективно провести анализ получаемой информации о работе машин.

6. Рассмотрение работы самой СММ в большинстве случаев с акцентом на техническую эксплуатацию НТТМ.

7. Нежелание руководства некоторых предприятий, особенно небольших, тратить средства на установку системы мониторинга НТТМ.

8. Недостаточная защищенность СММ НТТМ в части вмешательства в ее работу как со стороны операторов НТТМ, так и со стороны третьих лиц.

Это лишь небольшая часть причин снижения эффективности развития СММ НТТМ. Элементы СММ НТТМ находятся в продаже и могут быть приобретены вместе с другим необходимым оборудованием. Установкой, обслуживанием СММ НТТМ занимаются организации, состоящие, как правило, из небольшого количества сотрудников (3-5 человек).

После того, как были обозначены некоторые основные причины снижения эффективности СММ НТТМ, хотелось проанализировать их с технической и научной точек зрения с целью выработки научной стратегии дальнейшего развития системы.

На текущий день отсутствует нормативная документация, которая бы

обязывала устанавливать рассматриваемую СММ на всех без исключения НТТМ. Логика в том, что не все НТТМ участвуют в Федеральных проектах, когда к НТТМ предъявляются жесткие требования в части качества выполнения работ (наличие автоматических производственных систем) и экономии топливно-эксплуатационных материалов (ТЭМ). Кроме того, на производстве еще можно встретить много НТТМ, возраст которых превышает 10 лет, выполняющих вспомогательные операции, и установка на них СММ не всегда целесообразна. Еще достаточно много ДРСУ, осуществляющих свою деятельность на региональном и местном уровнях, где расход ТЭМ планируется исходя из существующих нормативов, что порождает значительный «перерасход» ТЭМ, так как в самих указанных нормах заложен колоссальный запас по расходу топлива.

Расчет выполняется с учетом дорожно-транспортных, климатических и других эксплуатационных факторов с помощью ряда поправочных коэффициентов, регламентированных в форме процентов повышения базового значения нормы. Поскольку достаточно большое количество НТТМ базируется на автомобильном шасси, то в качестве примера, значения поправочных коэффициентов для автомобильной техники приведены в таблице 2.1 [39,42,44].

Таблица 2.1 - Поправочные коэффициенты

Эксплуатационные факторы	Поправочные коэффициенты к базовой норме, %
Работа транспорта в городе с населением свыше 5 000 000 человек (Санкт-Петербург)	до + 35
Для автомобилей, находящихся в эксплуатации более 8 лет или с общим пробегом более 150 000 км.	до + 10
Работа в зимнее время. Срок действия надбавки для СПб 5 месяцев (с 01.11 по 31.03)	до + 10

Нормированное значение эксплуатационного расхода топлива для автомобилей рассчитывается по методике и базовым нормам, приведенным в Методических рекомендациях «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте» [195].

Поэтому сегодня, до тех пор, пока сами руководители ДРСУ не примут для себя решение, что экономить и грамотно расходовать имеющиеся у предприятия ресурсы всегда выгоднее, чем исходить из разницы между планом и фактом расходных материалов, СММ НТТМ будет не до конца востребована. Кроме того, необходимо юридически рассмотреть данный вопрос на перспективу его развития.

Далее по поводу правильности установки датчиков СММ на НТТМ. С одной стороны, имеются инструкции по установке датчиков. С другой – несмотря на общность принципов установки датчиков СММ НТТМ, в каждом случае необходим индивидуальный подход в данном вопросе. Поэтому правильность и качество работы датчиков в этом случае во многом зависит от квалификации и опыта работы специалиста-установщика, а значит от человеческого фактора. Практика показывает, что это является немаловажным фактором в анализе причин отказов работы установленных на НТТМ датчиков. Выход из ситуации на наш взгляд может быть в создании специальной базы, которая давала бы четкую инструкцию по установке датчиков мониторинга НТТМ конкретно по типам или маркам НТТМ, возможно с их регистрацией.

Следующие причины, останавливающие развитие СММ НТТМ, заключаются в отсутствии единого научного подхода к анализу получаемой информации при работе СММ НТТМ. Фактически работа СММ НТТМ главным образом, направлена на контроль получаемой информации о техническом состоянии конкретной НТТМ заинтересованными лицами. Возникает парадокс, который заключается в том, что как можно обеспечить выполнение производственного плана, что является главным

предназначением любой НТТМ, занимаясь только ее техническим состоянием? Известно, что технически исправное состояние НТТМ – это необходимое, но недостаточное условие выполнения производственного плана [36,42,44].

Обобщая представленное автором предложена универсальная схема типового подключения БОД получаемых с киберфизических систем (КФС) на НТТМ к ПИВ, реализующая управляющие воздействия на НТТМ для задачи формирования СОЭПЭ НТТМ, которая показана на рис.2.14.



Рисунок 2.14 - Универсальная схема типового подключения БОД получаемых с киберфизических систем (КФС) на НТТМ к ПИВ, реализующая управляющие воздействия на НТТМ для задачи формирования СОЭПЭ НТТМ

Качество применения БОД по представленной на рис.2.14 схеме, учитывая, что любое управляющее воздействие также является информационным потоком, может быть оценено как функция отклика вида:

$$K_{\Pi} = z \left[\frac{\sum_{i=1}^n (V_{\text{РП}} \pm \Delta V_{\text{РП}})}{\sum_{i=1}^m (Z_{\text{ср}} \cdot v(t))} \right], \quad (2.1)$$

где $V_{\text{РП}}$ – объем регистрируемых данных, %;

$\Delta V_{\text{РП}}$ – изменение объема регистрируемых данных при подключении/отключении от ПИВ, %;

$Z_{\text{ср}}$ – средние затраты на выполнение работ, тыс. руб.;

$v(t)$ – изменение объемов работ во времени, к км. участка дороги, м³/км.

В этой связи имеется также смысл ввести количественное определение надежности выполнения объема работ, которое определяется как:

$$N_{\text{вып}} = \int_{\Pi_{\text{эф}}^{\text{min}}}^{\Pi_{\text{эф}}^{\text{max}}} f(\Pi_{\text{эф}}) df, \quad (2.2)$$

где $f(\Pi_{\text{эф}})$ – плотность распределения эксплуатационной фактической производительности НТТМ.

В развитие работы [181] в общем виде КФС НТТМ при разработке основ СОЭПЭ НТТМ структура модели гибридной нейронной сети для машинного обучения в рамках ЦД НТТМ по рис.1.8, предлагается в виде, представленном на рис.2.15.

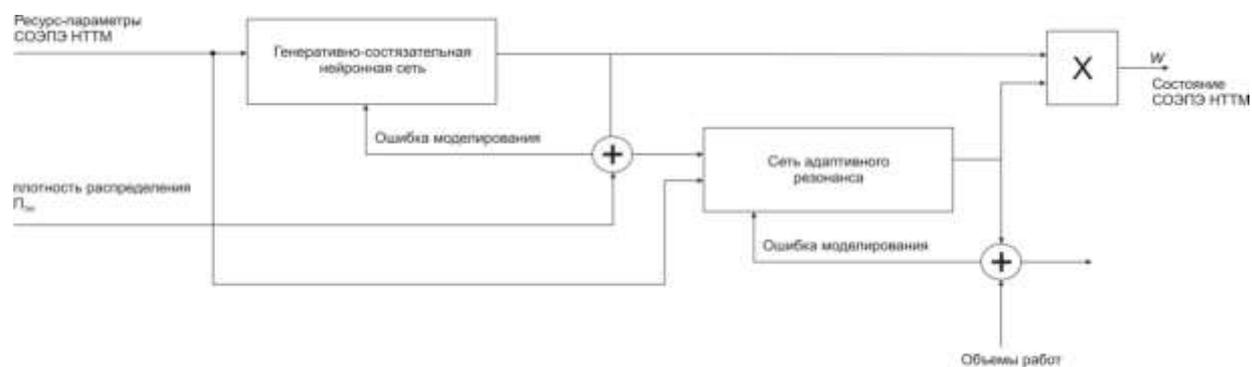


Рисунок 2.15 - Структура модели гибридной нейронной сети для машинного обучения в рамках ЦД НТТМ по рис.1.6

Предложенная схема формирует машинное обучение без учителя и позволяет реализовать прогнозирование состояний СОЭПЭ. Задача обучения каждой нейронной сети по рис.2.15 формализуется к задаче многомерной нелинейной оптимизации с минимизацией ошибки (по алгоритму динамического обратного распространения ошибки в MatLAB).

Следует обратить внимание, что в рамках предлагаемого научного сопровождения, наполненность состава контролируемых данных должна в первую очередь определяться не вектором в сторону насыщения КФС и полного охвата всех частей НТТМ, а вектором в направлении развития прогнозирования и управления эффективностью производственной эксплуатации НТТМ.

2.2. Концептуальное представление смены состояний устойчивости системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ

Определяя структуру двухсторонних связей по объему работ между СКПРРиС АД [36] и производственной эксплуатацией НТТМ при применении, развитии и совершенствовании технологий обеспечивающих существенный рост объема и скорости транспорта данных (информации), в рамках постепенного перехода киберфизических интерфейсов от первого поколения до третьего, а именно в частности за счет увеличения качества и количества пакетной передачи данных по технологии 5G внутри промышленного интернета вещей (ПИВ), следует отметить что со стороны НТТМ эта связь определяется всеми вышеизложенными производственными ресурс-параметрами.

Концептуальный предполагаемый переход состояний (с учетом смены поколений киберфизических систем (КФС) и интерфейсов (КФИ) и полной интеграции, накапливаемых и обрабатываемых облак данных) к единому цифровому пространству (экосистеме или Цифровой платформе) производства работ на АД общего пользования показан на рисунке 2.16.

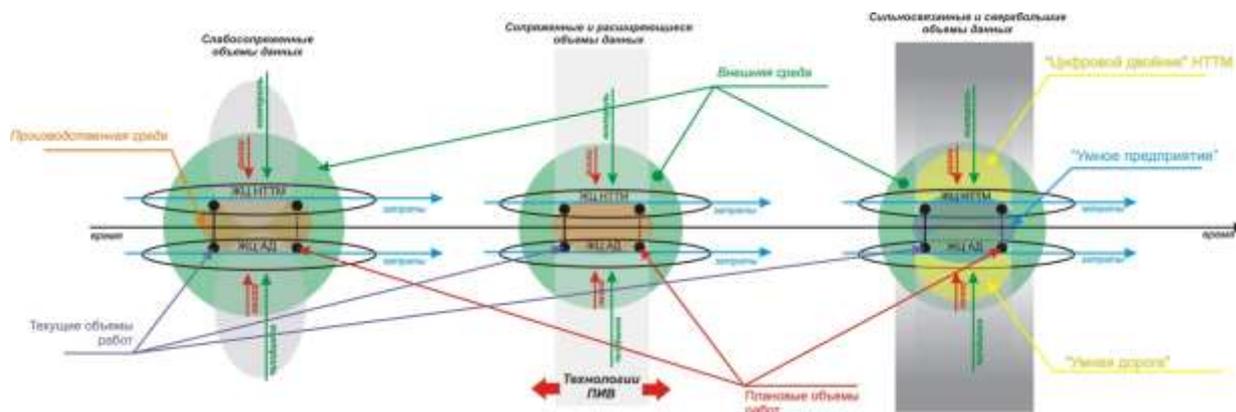


Рисунок 2.16 – Концепция перехода состояний к ЦП на отраслевом уровне

Данный переход в теоретическом описании следует считать эволюцией парадигмы управления НТТМ и комплексами НТТМ от текущего состояния

к цифровым платформам, объединяющим отраслевые и межотраслевые производственные объединения. При этом данный процесс эволюции, начало которого наблюдается уже сейчас, связан с развитием вышеуказанных информационных технологий, а также развитием технологий КФИ и ростом объемов и скоростей передачи и обработки больших объемов данных, являющихся стимулами к цифровизации и цифровой трансформации отрасли. Согласно рис.2.16, в настоящий момент объемы данных о состоянии вышеуказанных связей лишь частично охватывают производственную среду и очень мало пересекаются между собой, в области данных представленных облачными ресурсами (рис.2.16), которые мало связаны между собой. При этом система обеспечения эффективности ПЭ НТТМ недостаточно устойчива, так как сильно зависит от внешних рисков как во внешней среде, так и в производственной среде. Далее на следующем этапе при расширении и слиянии облак данных в единое информационное пространство внутри ПИВ (показано серым на рис.2.16), происходит взаимная интеграция ЦД НТТМ и ЦД ПЭ НТТМ в ЦП (в область производственной среды), при этом риски снижаются, а устойчивость системы обеспечения эффективности возрастает, что на последнем этапе приводит к формированию ЦП (экосистемы) на уровне как конкретной компании (подрядной организации – ПО) так и на уровне ОУДХ (Органа управления дорожным хозяйством - определяющего и финансирующего объемы работы в рамках контактов), в этом этапе устойчивость системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации обеспечивается в том числе применением, разработанных и изложенных выше методик.

Такое, теоретическое (концептуальное) представление уровней состояния устойчивости системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ через взаимосвязь основных ресурс-параметров системы: производственного, технико-экономического и надежности (безопасности) с ресурс-параметрами в рассматриваемых

работах на АД, объединяет в производственной среде сразу три основных и общеизвестных тренда развития: «Умная дорога», «Умное предприятие» и цифровой двойник НТТМ. При этом к ним в рамках предложенного подхода и разработанных методик следует добавить формирование предиктивного ЦД производственной эксплуатации НТТМ.

При этом при осуществлении выполнения работ при СКПРРиС АД [40] общего пользования, данный теоретический поход к эволюции от текущего состояния к цифровым платформам, позволяет концептуально определить «умное предприятие» как предприятие, на котором киберфизические интерфейсы (КФИ) интегрированы и передают данные внутри ПИВ, при этом НТТМ работают на основе информации, поступающей как из физического, так и из виртуального мира. Где соответственно информация физического мира — это текущие данные о состоянии рабочего процесса, самой НТТМ, состоянии внешней среды и т.д., т.е. все то, что находится под контролем развитых систем мониторинга и диагностики [196-200]. И соответственно информация виртуального мира — это совокупность n -го числа ЦД НТТМ, ЦД ПЭ НТТМ, образующих цифровую платформу (ЦП) и использующая в том числе и ВМ данные дороги и инженерных сооружений на них, имитационные модели, 3D-модели НТТМ и т.д., т.е. все доступное множество современных решений в цифровизации деятельности человека и применения НТТМ.

2.3. Теоретические и методологические рекомендации по интеграции системы обеспечения эффективности в цифровые платформы (экосистемы) на отраслевом уровне

Реализуемый в настоящей работе подход определяется тем, что воздействие на ресурс-параметры СОЭПЭ НТТМ осуществляется как оперативно, так с краткосрочным и долгосрочным планированием [48]. Это в рамках показанной эволюции состояний, в том числе достигается технической возможностью передачи больших объемов данных по сетям с технологиями 5G при интеграции НТТМ в ПИВ.

С научной точки зрения, анализируя полученные результаты можно выделить три уровня, на которых были проведены исследования и получены конкретные результаты. Концептуально, с учетом вышеизложенного разработанную методологию обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ можно представить в виде схемы на рис.2.17.

Первый уровень исследований – операционно-диагностический уровень. Данный уровень необходим для постановки исследуемой научной и народно-хозяйственной проблемы, для исследования состояния вопроса, для постановки решаемых научных и практических задач, для выбора объектов исследования НТТМ, сбор необходимой информации о работе НТТМ на объектах и проведение эксперимента с целью создания платформы для второго научного уровня. Результаты решения поставленных задач первого научного уровня позволяют увидеть работу НТТМ на объектах с учетом всех этапов ЖЦ и места невыполнения требуемых объемов работ, то при решении научной задачи имеется большое практическое применение, но возможности решаемых задач первого уровня ограничены. Задачи первого уровня позволяют только собирать и констатировать факты и выводы можно делать только после наступления события, то есть отсутствует возможность

прогнозирования исследования процессов работы НТТМ, поэтому необходим следующий второй уровень.

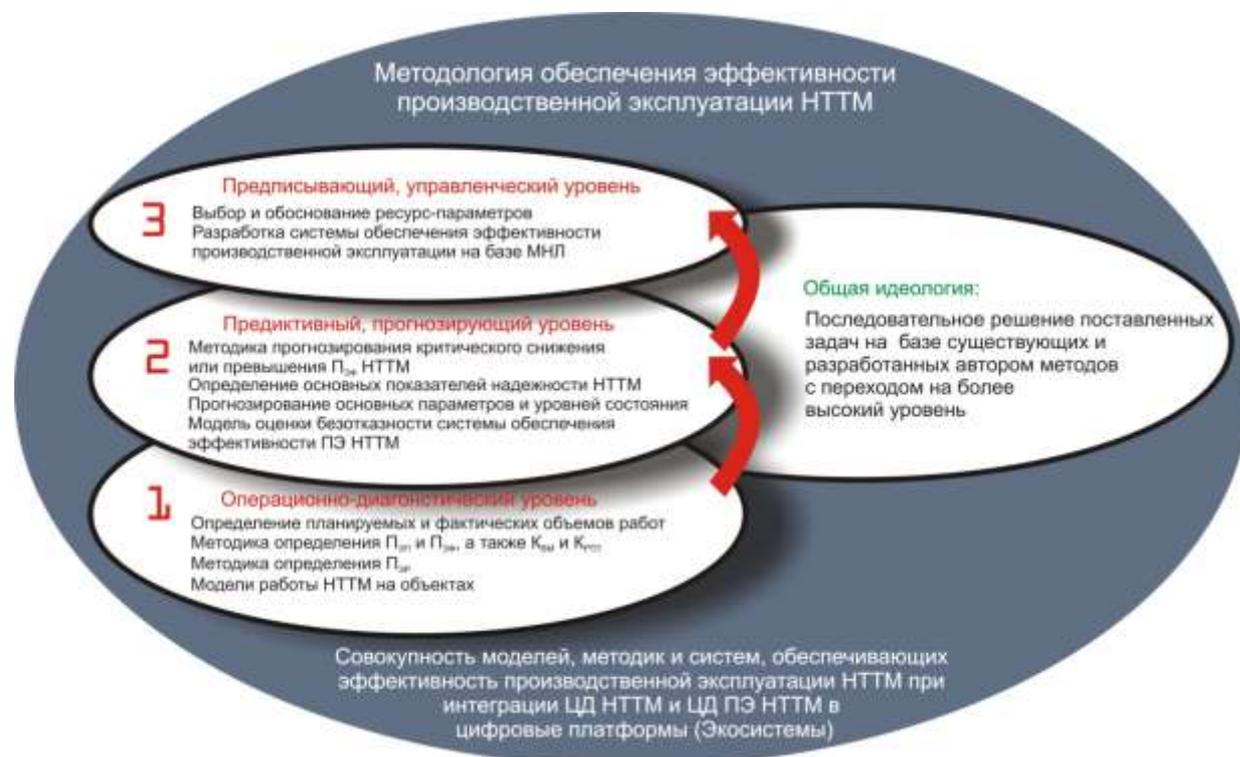


Рисунок 2.17 - Концептуальная схема разрабатываемой методологии обеспечения системы эффективности производственной эксплуатации НТТМ

Второй уровень исследований – предиктивный, прогнозирующий уровень. Главной решаемой задачей второго уровня является прогнозирование основных параметров и уровней состояния системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ на основе выбранных критериев. Разработка модели - формулы нечеткой оценки безотказности системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ. Например, используя математический аппарат нечеткой логики, вводя критерии оценки состояния системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ, можно получить численные прогнозируемые основные параметры системы, которые, обеспечивая безотказную работу системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ позволяют выполнить долгосрочное

планирование работы НТТМ на конкретных объектах. Кроме того, предупреждать за один-два дня и не допускать факты невыполнения требуемых объемов работ НТТМ, а также определять основные показатели надежности работы НТТМ.

Третий уровень исследований – предписывающий, управленческий уровень, в котором реализуется управление системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ. Это высший уровень исследований, позволяющий в режиме реального времени в свете развития технологий ПИВ, обработки больших объемов данных (БОД) и сетей 5G осуществлять управление системой, то есть воздействовать на ее ресурс-параметры автоматически без участия человека, через предиктивный ЦД ПЭ НТТМ, в зависимости от сложившейся ситуации с помощью мобильных и стационарных КФИ. Причем разработанная система управления является интеллектуальной системой, способной одновременно анализировать и принимать автоматически управленческие решения не только по одному ресурс-параметру, например, производственному, но и по двум другим – технико-экономическому и по надежности (безопасности).

Данная, приложенная выше, концепция методологии обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ заключается в последовательном решении задач на базе существующих и разработанных автором методик с переходом на следующий более высокий уровень исследований, что в итоге приводит к конечному научному и практическому результатам при интеграции разработанного комплекса методик в структуру интеллектуальной системы управления НТТМ.

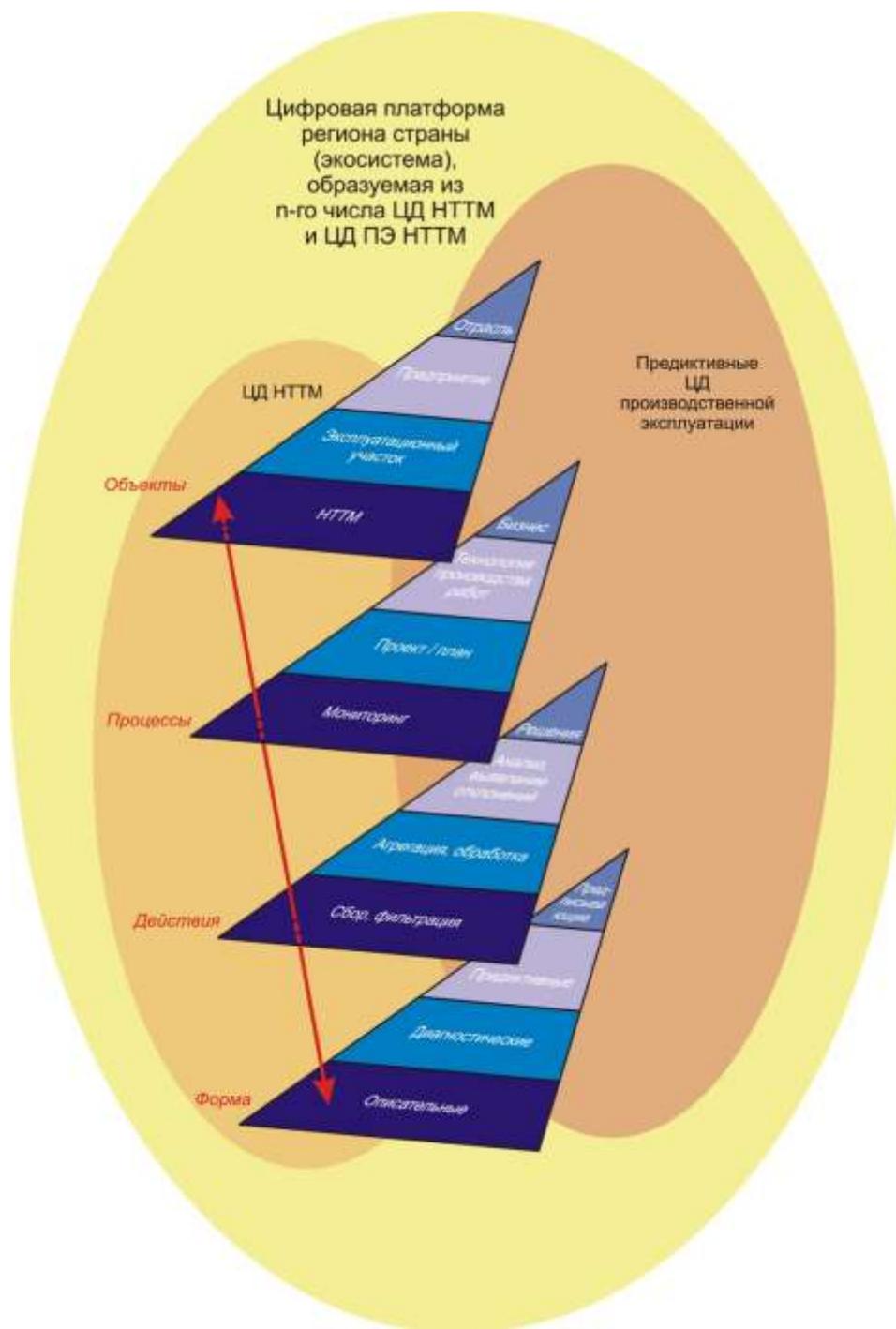


Рисунок 2.18 - Компоненты архитектуры ЦП региона, в представлении через срез объемов данных (знаний)

Следует рассмотреть слои цифровых платформ (в современной литературе [200] также широко употребляется термин «Экосистема») и выделить в них роль и место для разработанной методологии. Очевидно, что область знаний, охватываемая ЦД НТТМ взаимно пересекается с областью знаний, образуемой предиктивным ЦД ПЭ НТТМ, использующим

разработанные автором методики. При этом данное пересечение в целом должно охватываться ЦП региона, которая включает с себя множество взаимодействующих ЦД (ДМ и ПЭ НТТМ). В частности, при разделении по объектам, процессам, действиям и форме представления, через срез объемов данных к ним принадлежащих, знания внутри цифровой платформы (экосистемы), например, на уровне региона РФ, образуют многокомпонентную архитектуру, показанную на рис.2.18.

Исходя из этого, в основных, ключевых слоях цифровой платформы на уровне взаимодействия ЦУП (центрами управления производством) подрядной организации (ПО), эксплуатирующей НТТМ или комплексы НТТМ и органом управления дорожным хозяйством (ОУДХ) региона, планирующим объемы работ, структурная схема такой ЦП, использующая исследуемые в работе ресурс-параметры показана на рис.2.19.

В общем виде слои цифровой платформы при выделении в ней основных процессов управления НТТМ и комплексами НТТМ складываются в линии процессов, а виды компонентов с учетом иерархии образуют облака данных, которые взаимопроникают в друг друга и через которые происходит присоединение ЦП через ПИВ к другим ЦП и межотраслевым ЦП и платформам интеграции, а также к ЦП Дорог, как обратной части исследуемой в настоящей работе двухсторонней связи по объему работ. Кроме того, ЦУП ПО и ЦУП ОУДХ по каналам общей связи регулируют производственные процессы сквозь все слои процессов, а именно в слоях: КФИ, производства работ ПР (ПР), обеспечения производства (ОП), административно-финансовых процессов (АФП) и корпоративных процессов (КП), которые показаны на рис.2.19.

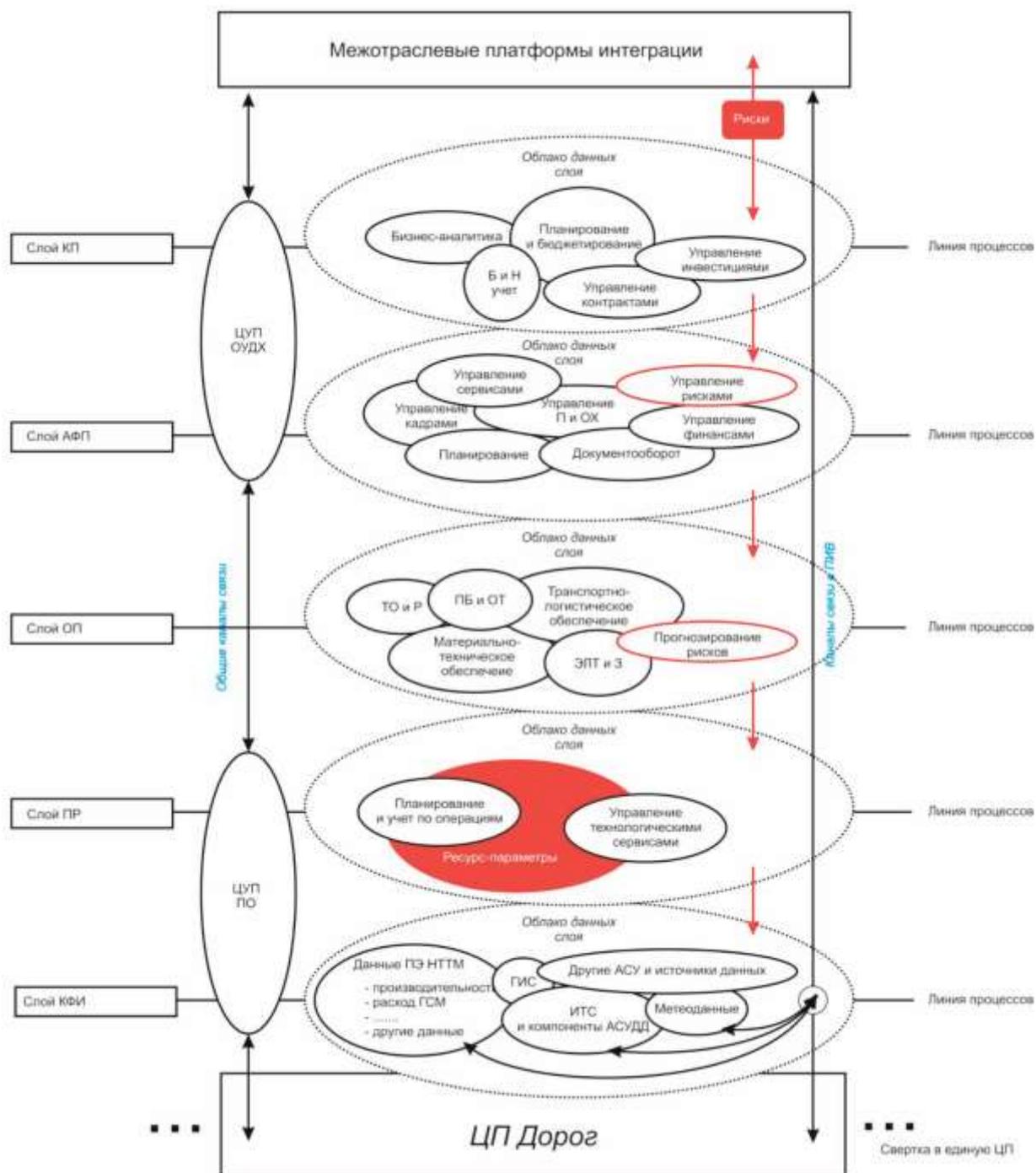


Рисунок 2.19 - Структурная схема ЦП

Данные слои ЦП при развернутом представлении архитектурной композиции показанные на рис.2.19, при применении ресурсов-параметров обеспечения эффективности ПЭ НТТМ, позволяют обеспечить устойчивость данной системы при сквозном (через все облака данных) возможном воздействии рисков.

На базе разработанного комплекса методик (см. выше рис. 2.17) в рамках смены состояний по рис. 2.16, последовательная и планомерная деятельность по разработке ЦД НТТМ и их интеграции через ПИВ, в области производственной эксплуатации НТТМ, на базе предложенной структуры компонентов ЦП приводит к возникновению и формированию новой интеллектуальной системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ, которая реализуя показанную схему на рис. 2.19, соответствует наполнению облаков данных в слоях КФИ и ПР на рисунке 2.20.

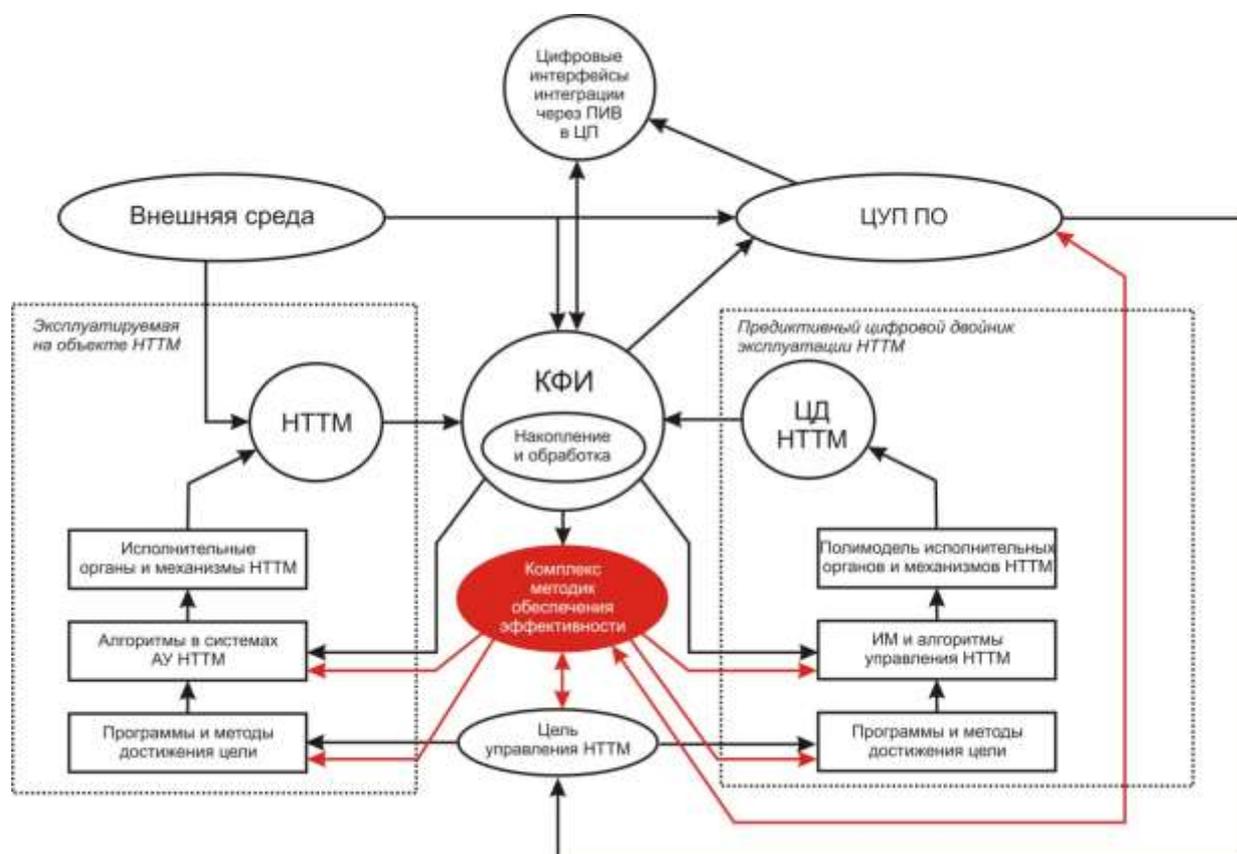


Рисунок 2.20 - Место комплекса методик обеспечения эффективности в предложенной системе

Следует отметить, что отличительная особенность, которая позволяет назвать представленную на рис. 2.20 схему также и интеллектуальной системой, обусловлена интеграцией областей знаний из рис. 2.18 через механизмы основной семантики понятия «интеллект»: способность

накапливать информацию, а также способность ее обрабатывать и компилировать. Т.е. система такого вида по схеме на рис. 2.20 позволяет осуществить в том числе и когнитивные процессы для компонентов искусственного интеллекта, размещаемых в ЦД и в ЦП, на слоях КФИ и ПР (по рис. 2.19).

При этом в рамках разработанной схемы (рис. 2.20), комплекс разработанных методик, позволяет осуществить: параметрическую и структурную настройку алгоритмов управления (АУ) и их имитационных моделей в предиктивном ЦД ПЭ НТТМ, коррекцию программы достижения цели управления и коррекцию самой цели управления. Что в реальном приложении является коррекцией планов производства работ и графиков к ним, а также коррекцией режима работы НТТМ при ПЭ.

В условиях неопределенности и неполно заданных условий о состоянии внешней среды достижимыми преимуществами построения ЦП по предложенной архитектуре ее компонентов и использующей разработанные методики, являются: возможность оперативного управления ПЭ НТТМ, возможность краткосрочного и долгосрочного планирования, предупреждение рисков отклонения, исключения случаев критического невыполнения или перевыполнения плана.

2.4. Выводы по Главе 2

Рассматривая систему, образуемую понятиями «объемы работ – система мониторинга НТТМ – НТТМ» и учитывая вышеизложенное можно сделать вывод, что в данной системе не хватает одного звена – единообразный качественный анализ данных, основанный на общенаучных методах (математической статистики, обработки больших объемов данных и т.д.). В целом это звено условно можно назвать - «научное сопровождение», основным движущим стимулом которого является развитие КФС.

Научное сопровождение системы мониторинга по мнению автора является необходимым, так как позволит решить следующие научно-производственные задачи:

1. Научный подход позволяет более глубоко проанализировать полученные в результате мониторинга НТТМ данные, что дает возможность перейти на другой качественный уровень и определить фактические основные производственные параметры работы НТТМ, то есть перейти от количественной оценки к качественной. Это позволит вывести систему мониторинга НТТМ из плоскости технической эксплуатации НТТМ в плоскость производственной эксплуатации НТТМ – предназначение самой машины;

2. В результате экспертной оценки и анализа статистических данных, научный подход позволяет объективно выявить случаи неправильной установки датчиков системы мониторинга на самой НТТМ и дать грамотные рекомендации по их переустановке;

3. Научный подход позволяет выявить особенности в работе системы мониторинга НТТМ, которые могут выражаться в «выбросе» (см. выше) системы и т.д., при этом их обосновать с научной точки зрения и предупредить;

4. Мониторинг работы НТТМ на объектах путем научного сопровождения решает еще одну очень важную задачу – это повышение квалификации обслуживающего персонала;

5. Предложено универсальное решение схемы типового подключения больших объемов данных получаемых с киберфизических систем (КФС) на НТТМ к ПИВ, реализующая управляющие воздействия на НТТМ для задачи формирования СОЭПЭ НТТМ. При этом определена структура модели гибридной нейронной сети для машинного обучения в рамках ЦД НТТМ по рис.1.8, использующая в обучаемой выборке ресурс-параметры СОЭПЭ ДП, плотность распределения фактической эксплуатационной

производительности ($P_{ЭФ}$) НТТМ и объемы работ. При этом данное количественное определение надежности выполнения объемов работ в зависимости от плотности распределения $P_{ЭФ}$;

6. Современному этапу развития систем мониторинга следует относить к начала формирования цифровой тени, отдельные прецеденты можно отнести к частичных ЦД изделий, в этой связи рассмотрена эволюция состояний на связи через объемы работ в виде концептуальной схемы предполагаемых переходных состояний (с учетом смены поколений киберфизических систем (КФС) и интерфейсов (КФИ) и полной интеграции, накапливаемых и обрабатываемых облаков данных) к единому цифровому пространству (экосистеме или Цифровой платформе) производства работ на АД общего пользования;

7. Предложены структурные: схема слоев ЦП, реализующая предиктивные ЦД ПЭ НТТМ и схема обеспечения эффективности ПЭ НТТМ. Установлено, что в условиях неопределенности и неполно заданных условий о состоянии внешней среды достижимыми преимуществами построения ЦП по предложенной архитектуре ее компонентов и использующей разработанные методики, являются: возможность оперативного управления ПЭ НТТМ, возможность краткосрочного и долгосрочного планирования, предупреждение рисков отклонения, исключения случаев критического невыполнения или перевыполнения плана. Что позволяет в полном объеме определить научные основы формирования и управления устойчивостью СОЭПЭ НТТМ.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ, ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПЛАНОВОЙ, ФАКТИЧЕСКОЙ И РАСЧЕТНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЕЙ НТТМ НА ДИСКРЕТНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ

3.1. Цели и задачи эксперимента

Предназначением любой НТТМ является, как уже было отмечено выше, выполнение запланированных (с учетом времени и стоимости выполнения) объемов работ. Исследование проводилось в период с 01 ноября 2019 г. до 01 ноября 2020 г., то есть в течение одного календарного года (далее в рассматриваемый период времени).

Для проведения данных исследований было необходимо поставить и решить следующие задачи:

1. Осуществить выбор НТТМ, применяемых в комплексе СКПРРиС АД на конкретных объектах.

2. Установить для выбранных выше НТТМ запланированные суточные объемы работ на конкретных объектах в рассматриваемый период [41] времени.

3. Установить для выбранных выше НТТМ факт выполнения суточных объемов работ по времени на конкретных объектах в рассматриваемый период [35] времени.

4. Установить, определить и обосновать техническую производительность выбранных НТТМ при комплексе СКПРРиС АД на конкретных объектах в рассматриваемый период [41] времени.

5. Определить экспериментальным путем средние часовые значения эксплуатационной плановой производительности [41] выбранных НТТМ путем интегрирования плановых объемов работ по времени посуточно в течение рассматриваемого периода [40,45,56].

6. Определить экспериментальным путем средние часовые значения эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ путем интегрирования плановых объемов работ [40] по времени посуточно в течение рассматриваемого периода.

7. Построить модели работы НТТМ с учетом всех этапах ее ЖЦ.

8. Определить расчетным путем по известным зависимостям эксплуатационную производительность выбранных НТТМ.

9. Провести сравнительный анализ полученных четырех видов производительности и определить коэффициент выбора метода для эксплуатационной производительности, полученной расчетным и экспериментальным путями [41].

10. Определить фактический коэффициент технического использования $K_{ТИ}$ и технической готовности $K_{ТГ}$ выбранных НТТМ [40, 56].

3.2. Выбор НТТМ для эксперимента

В начале исследований необходимо выбрать машины, применяемые в комплексе СКПРРиСАД, которые были бы привязаны к конкретным объектам и работали в рассматриваемый период времени. Для это в рамках вышеуказанных соглашений на исследования с АО «СМУ-Дондорстрой» (Нижегородская область); ФКУ «Центравтомагистраль» (Московская область); АО «ПО РосДорСтрой» (г. Санкт-Петербург и Ленинградская область), осуществлялся как удаленный, так и прямой обмен информацией о применении НТТМ по назначению на конкретных объектах, с доступом к процессам мониторинга и с накоплением БОД [45,56]. Объекты по видам работ показаны в таблице 3.1.

В основу выбора НТТМ для проведения экспериментального накопления БОД были положены следующие требования и принципы:

1. Все НТТМ должны работать на АД федерального значения. Это требование продиктовано тем, что на всех НТТМ, занятых в производственном процессе на дорогах федерального значения, устанавливается СММ, которая позволяет отслеживать в разных режимах основные рабочие параметры машин [40]. Все НТТМ в представленной выборке были оборудованы системами VialonSoft (VialonPro) [45,56].

2. Рассматриваемые НТТМ должны работать от 1 до 3 смен в течение суток [40]. Смена составляет восемь часов работы.

3. Необходимо выбрать все типы НТТМ, которые участвуют в полном цикле работ [34, 40] комплекса СКПРРиСАД. При проведении исследований, НТТМ отбирались по принципу максимальной или средней их загрузки (преимущественно максимальной), чтобы вероятность проявления всех качеств, как положительных, так и отрицательных была высока [40, 45, 56].

4. Как было отмечено в Главе 1, для объективности проведения исследований НТТМ всех функциональных групп необходимо разделить по возрастным группам. Причем, необходимо учитывать, что «в современных условиях идет тенденция на омоложение парка НТТМ» [40], но, несмотря на это, в эксплуатации находятся достаточно большое количество НТТМ второй и третьей возрастных групп.

В «каждой функциональной группе при выборе машин было стремление найти машину одной марки в каждой возрастной группе» [40]. Для примера, из общего числа НТТМ, применяемых по видам работ на объектах, для иллюстрации полученных результатов была составлена выборка НТТМ для экспериментальных накоплений БОД, которая представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.1 - Объекты по видам работ

№ п/п	Строительство развязок и сооружений	Реконструкция	Ремонт	Содержание
1	М-7 Г/к № 162 с 2019 по 2020 г. км 299+438- 300+600	М-7 Г/к №484 2020-2022 Км 387+095- 398+038 км 392+443-393+638 Разворотные петли	М-7 Г/к № 484 25.07.2020.- 24.09.2020 км 383+000- 385+700	М-7 Г/к № 199 с 01.07.2018- 30.06.2023 км 251+600- 340+660
2	М-7 Г/к № 517 с февраля 2021- 2023 г. Строительство Виадук над Ж/Д переездом	-	М-7 Г/к №м 484 15.04.2020.- 30.11.2020 км 383+000- 385+700	М-7 Г/к № 269 01.07.2018- 30.06.2023 км 340+660- 573+790
3	-	-	М-7 Г/к № 438 2020-2021 км 324+000- 337+000	-
4	-	-	М-7 Г/к № 517 с февраля 2020- 2021 г. км 340-365	-
5	-	-	М-7 Г/к № 225 2018-2019 1 этап Км 490-510 2 этап Км 510-524	-
6	-	-	М-7 Г/к № 141 2019 Км 568+290- 573+785	-
7	-	-	АД А-108	
	-	-	ПИР 2019-2020	
8	-	-	-	М-10, А-120
	-	-	-	Г/к №87/18/202095
	-	-	-	Г/к №140/18/202113

Таблица 3.2–Конечная выборка НТТМ для экспериментальных накоплений БОД

№ пп	Название НТТМ	Марка	< 5 лет	5–10 лет	> 10 лет	Год выпуска
МЗР						
1	Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	+			2018
	Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	+			2016
	Грейдер	ДЗ 122, ГС 14.02	+			2016
	Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX		+		2014
	Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R		+		2014
	Грейдер	ДЗ 122, ГС 14.02		+		2010
	Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX			+	2008
	Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R			+	2007
	Грейдер	ДЗ 122, ГС 14.02			+	2004
	Гусеничный экскаватор	Caterpillar 349D2/D2 L	+			2016
	Бульдозер	Caterpillar D9R	+			2018
	Гусеничный экскаватор	Caterpillar 336D L		+		2012
	Бульдозер	Caterpillar D10T		+		2012
	Гусеничный экскаватор	Caterpillar 320D L			+	2009
Бульдозер	Caterpillar D6T LGP S			+	2009	
Грузоподъемные машины						
2	Автокран	Ивановец КС-35715	+			2019
	Автокран	Клинцы КС-55713-5К-3	+			2020
	Автовышка	Elephant-Horyong E-SKY 450	+			2020
	Автокран	Ивановец КС-35715		+		2012
	Автокран	Клинцы КС-55713-5К-3		+		2012
	Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э		+		2014
	Автокран	Ивановец КС-35715			+	2003
	Автокран	Клинцы КС-35719-1-02			+	2005
	Автовышка	Камаз ПСС-141.189-7,5 (АГПМ-18)			+	2008

Таблица 3.2 продолжение

№ пп	Название НТТМ	Марка	< 5 лет	5-10 лет	> 10 лет	Год выпуска
Машины для снятия, укладки и обработки слоя асфальта						
3	Дорожная фреза	АМКОДОР ОФ-400	+			2017
	Дорожная фреза	Wirtgen W 2000	+			2016
	Дорожная фреза	Bomag BM 500-15	+			2018
	Дорожная фреза	Амкодор 8047А-02		+		2012
	Дорожная фреза	Roadtec RX-700		+		2014
	Дорожная фреза	Caterpillar PM200		+		2013
	Дорожная фреза	Wirtgen W 100			+	2008
	Дорожная фреза	Dynapac PL2000LS			+	2006
	Дорожная фреза	Roadtec RX-500			+	2006
	Асфальтоукладчик	Volvo ABG P6820C	+			2017
	Асфальтоукладчик	Caterpillar AP355F	+			2020
	Асфальтоукладчик	Vogele SUPER 1600-2	+			2017
	Асфальтоукладчик	Volvo ABG P6820C		+		2014
	Асфальтоукладчик	Caterpillar AP655D		+		2011
	Асфальтоукладчик	Vogele SUPER 1600-2		+		2012
	Асфальтоукладчик	Volvo ABG P6820C			+	2008
	Асфальтоукладчик	Caterpillar AP655D			+	2008
	Асфальтоукладчик	Vogele SUPER 1600-2			+	2007
	Автогудронатор	АС - 43253	+			2019
	Автогудронатор	АС-53605	+			2019
	Автогудронатор	ДС-С41R1	+			2018
	Автогудронатор	ДС-39Г		+		2011
	Автогудронатор	ДС-39К		+		2012
	Автогудронатор	АС-43253		+		2014
Автогудронатор	ДС-142Б			+	2008	
Автогудронатор	ДС-39Б			+	2007	
Автогудронатор	СД-205			+	2010	

Таблица 3.2 продолжение

№ пп	Название НТТМ	Марка	< 5 лет	5–10 лет	> 10 лет	Год выпуска
Машины для уплотнения поверхностей						
4	Каток комбинированный (асфальт, песок)	Дунарас СС1300С	+			2019
	Каток комбинированный (асфальт и грунт)	DM-10-VD	+			2019
	Каток грунтовый	CATERPILLAR CS74B	+			2020
	Каток комбинированный (асфальт, песок)	Дунарас СС1300		+		2015
	Каток комбинированный (асфальт и грунт)	DM-10-VC		+		2013
	Каток грунтовый	Caterpillar CS56		+		2014
	Каток комбинированный (асфальт, песок)	Дунарас СС322			+	2004
	Каток грунтовый	DM-62			+	2007
	Каток грунтовый	CATERPILLAR CS563E			+	2008
Машины для содержания АД (КДМ)						
5	КДМ	МТЗ 82	+			2017
	КДМ	КамАЗ 65115	+			2018
	КДМ	КамАЗ 6520	+			2017
	КДМ	МТЗ 82		+		2011
	КДМ	КамАЗ 65115		+		2011
	КДМ	КамАЗ 6520		+		2011
	КДМ	МТЗ 82			+	2008
	КДМ	КамАЗ 65115			+	2009
	КДМ	VOLVO FM 13 4x8			+	2008
Машины для нанесения дорожной разметки (маркировочные машины)						
6	Машина для дорожной разметки	СТИМ Контур 700ХПК	+			2017
	Машина для дорожной разметки	СТиМ Контур 300	+			2017

Таблица 3.2 окончание

№ пп	Название НТТМ	Марка	< 5 лет	5–10 лет	> 10 лет	Год выпуска
6	Машина для дорожной разметки	СТИМ Контур 90 ХП	+			2017
	Машина для дорожной разметки	GracoLineLazer 3400		+		2012
	Машина для дорожной разметки	GRACO ProMelt		+		2014
	Машина для дорожной разметки	GracoLineLazerIV		+		2014
	Машина для дорожной разметки	Borum BM T 350C			+	2002
	Машина для дорожной разметки	BORUM VOLVO-T-1300 TR			+	2002
	Машина для дорожной разметки	BORUM BMT 350 COMBO			+	2007

Всего из общей выборки, было выбрано 78 НТТМ, марки, возраст и технические характеристики которых были сведены в табл. 3.2. Необходимо дать пояснения по НТТМ приведенным таблице 3.2.

Первая функциональная группа НТТМ – это машины для земляных и землеройных работ. Выбраны пятнадцать машин, включая гусеничные, по три машины в каждой возрастной группе. Были выбраны шесть экскаваторов-погрузчиков [40,43] марки JCB 3CX (три машины) и KOMATSU-WB93R (три машины); три грейдера марки ДЗ-122; три гусеничных экскаватора марки CATERPILAR (349D2/D2L; 336DL; 320DL); три гусеничных бульдозера марки CATERPILAR (D9R; D10T; D6TLGPS). Итого, в данной функциональной группе выбрано пятнадцать машин трех возрастных групп.

Вторая функциональная группа НТТМ – это грузоподъемные машины. Для проведения исследования [40] были выбраны девять грузоподъемных

машин, которые относились к трем возрастным группам это шесть автокранов и три автовышки. Три автокрана марки Ивановец КС-35715, по одному автокрану в каждой возрастной группе. Два автокрана марки Клинцы КС- 55713-5К-3, соответственно, первой и второй возрастной группы. Один автокран марки Клинцы КС-3571901-02, относящиеся к третьей возрастной группе.

Также были выбраны три автовышки работающие круглый год на дорожных объектах трех возрастных групп [56]. Это автовышки марки ElephantHoryongE-sky450, ГАЗПСС-131.18Э, КамАЗ ПСС-141.189-7,5 (АГПМ-18).

В третью функциональную группу НТТМ асфальтовой группы были выбраны дорожные фрезы трех возрастных групп по три машины в каждой возрастной группе. Итого в эксперименте участвовало девять дорожных фрез марки Амкадор ОФ-400, WirtgenW 2000, BomagBM 500-15Ю Амкадор 8047А-02, RoadtekRX-700, CaterpillarPM 200, WirtgenW 100, DinaracPL 2000LS, RoadtekRX-500 (см. табл. 3.2).

Далее в этой же функциональной группе были выбраны девять асфальтоукладчиков и девять автогудронаторов. Опять же по принципу по три марки машин в каждой возрастной группе. Асфальтоукладчики: Volvo ABG P682OC, CantripillarAP 355F, VogeSuper 160-2, CaterhillarAP 655D (см. табл. 3.4). Автогудронаторы: АС043253, АС-53605, ДС-С41R1, ДС-39К, ДС-142Б, ДС-39Б, СД-205 (см. табл. 3.2). Следует отметить, что НТТМ третьей функциональной группы не работали в период с 16 ноября 2019 г. до 16 апреля 2020 г. по причине сезонных изменений [40, 53, 56].

Четвертая функциональная группа – это машины для уплотнения дорожных поверхностей. Были выбраны два вида дорожных катков это грунтовые и комбинированные. Всего в эксперименте участвовали девять машин по три в каждой возрастной группе. Это катки марки DinaracCC 1300

(грунтовые катки), DM-10-VD, CaterpillarCS74B,DM-10-VD, CaterpillarCS56, DinaracCC 322, DM-62, CaterhillarCS 563E [53].

Пятая функциональная группа — это машины для содержания АД в летнее и зимнее время. В эксперименте участвовали три машины на базе трактора марки МТЗ-82 и шесть машин (КДМ) на шасси автомобилей марки КамАЗ 65115 (три машины), КамАЗ 6520 (две машины) и VolvoFM-13 4x8 (одна машина) [53,54]. По три машины в каждой возрастной группе (табл. 3.2).

Шестая функциональная группа – это машины для нанесения горизонтальной дорожной разметки (маркировочные машины) [34]. Были выбраны девять маркировочных машин по три машины в каждой функциональной группе [54]. Это машины марки СТиМ Контур 700 ХПК, СТиМ Контур 300, СТиМ Контур 90 ХП, GracoLineLazer 3400, GracoProMelt, GracoLinelazerIV, VorumBMT 350С, VorumVolvo-T-1300TR, VorumBMT 350 COMBO (табл.3.2). Следует отметить, что НТТМ шестой функциональной группы не работали в период с ноября 2019 г. до мая 2020 г. по причине сезонных изменений [53,54].

3.3. Определение плановых и фактических объемов работ

Далее после того, как были выбраны НТТМ для участия в эксперименте, необходимо перейти к решению в следующей задачи. Задача заключается в установлении для выборных выше НТТМ запланированных объемов работ по времени в комплексе СКПРРиС АД на конкретных объектах посуточно в течение рассматриваемого периода времени. Все выбранные для эксперимента НТТМ работали в тяжелых и средних по нагрузке условиях на федеральных объектах строительства (табл.3.1) [40,53].

Рассматриваемые объекты комплекса СКПРРиС АД общего пользования находились в четырех регионах Российской Федерации. На всех

объектах работы осуществлялись круглогодично. Привязка НТТМ к конкретным объектам работ показана в табл.3.3–3.5.

Таблица 3.3 - Привязка НТТМ к объектам ремонта и содержания

Объект: МКАД – А-108					
Виды работ: ремонт и содержание					
Название НТТМ	Марка	<5 лет	5–10 лет	>10 лет	Год выпуска
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	+			2018
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX			+	2008
Автовышка	Elephant-Horyong E-SKY 450	+			2020
Автокран	Ивановец КС-35715			+	2003
Дорожная фреза	АМКОДОР ОФ-400	+			2017
Дорожная фреза	Caterpillar PM200		+		2013
Асфальтоукладчик	Vogele SUPER 1600-2	+			2017
Асфальтоукладчик	Caterpillar AP655D		+		2011
Асфальтоукладчик	Volvo ABG P6820C			+	2008
Асфальтоукладчик	Caterpillar AP655D			+	2008
Автогудронатор	АС - 43253	+			2019
Автогудронатор	ДС-39Г		+		2011
Автогудронатор	ДС-142Б			+	2008
Каток комбинированный (асфальт, песок)	Дунарас СС1300С	+			2019
Каток грунтовый	Caterpillar CS56		+		2014
Каток грунтовый	CATERPILLAR CS563E			+	2008
КДМ	МТЗ 82		+		2011
КДМ	КамАЗ 6520		+		2011

Таблица 3.4 - Привязка НТТМ к объектам содержания

Объект: КАД – А-120, М-10					
Вид работ: содержание					
Название НТТМ	Марка	< 5 лет	5–10 лет	>10 лет	Год выпуска
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСУ WB93R	+			2016
Автокран	Клинцы КС-55713-5К-3		+		2012
Автовышка	КамАЗ ПСС-141.189-7,5 (АГПМ-18)			+	2008
КДМ	МТЗ 82	+			2017
КДМ	КамАЗ 65115	+			2018
КДМ	КамАЗ 65115		+		2011

Таблица 3.5 - Привязка НТТМ к объекту строительства, реконструкции и содержания

Объект: М-7					
Вид работ: строительство, ремонт, реконструкция и содержание					
Название НТТМ	Марка	< 5 лет	5–10 лет	>10 лет	Год выпуска
Грейдер	ДЗ 122, ГС 14.02	+			2016
Экскаватор-погрузчик	JCB 3СХ		+		2014
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСU WB93R		+		2014
Грейдер	ДЗ 122, ГС 14.02		+		2010
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСU WB93R			+	2007
Грейдер	ДЗ 122, ГС 14.02			+	2004
Автокран	Ивановец КС-35715	+			2019
Автокран	Клинцы КС-55713-5К-3	+			2020
Автокран	Ивановец КС-35715		+		2012
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э		+		2014
Автокран	Клинцы КС-35719-1-02			+	2005
Дорожная фреза	Wirtgen W 2000	+			2016
Дорожная фреза	Bomag BM 500-15	+			2018
Дорожная фреза	Амкодор 8047А-02		+		2012
Дорожная фреза	Roadtec RX-700		+		2014
Дорожная фреза	Wirtgen W 100			+	2008
Дорожная фреза	Дунарас PL2000LS			+	2006
Дорожная фреза	Roadtec RX-500			+	2006
Асфальтоукладчик	Volvo ABG P6820С	+			2017
Асфальтоукладчик	Caterpillar AP355F	+			2020
Асфальтоукладчик	Volvo ABG P6820С		+		2014
Асфальтоукладчик	Vogele SUPER 1600-2		+		2012
Асфальтоукладчик	Vogele SUPER 1600-2			+	2007
Автогудронатор	АС-53605	+			2019
Автогудронатор	ДС-С41R1	+			2018
Автогудронатор	ДС-39К		+		2012
Автогудронатор	АС-43253		+		2014
Автогудронатор	ДС-39Б			+	2007
Автогудронатор	СД-205			+	2010
Каток комбинированный (асфальт и грунт)	ЗДМ DM-10-VD	+			2019
Каток грунтовый	CATERPILLAR CS74В	+			2020
Каток комбинированный (асфальт, песок)	Дунарас СС1300		+		2015
Каток комбинированный (асфальт и грунт)	DM-10-VC		+		2013
Каток комбинированный (асфальт, песок)	Дунарас СС322			+	2004
Каток грунтовый	DM-62			+	2007
КДМ	КамАЗ 6520	+			2017
КДМ	МТЗ 82			+	2008
КДМ	КамАЗ 65115			+	2009

Таблица 3.5 окончание

Название НТТМ	Марка	< 5 лет	5–10 лет	>10 лет	Год выпуска
КДМ	VOLVO FM 13 4x8			+	2008
Машина для дорожной разметки	СТИМ Контур 700ХПК	+			2017
Машина для дорожной разметки	СТиМ Контур 300	+			2017
Машина для дорожной разметки	СТИМ Контур 90 ХП	+			2017
Машина для дорожной разметки	GracoLineLazer 3400		+		2012
Машина для дорожной разметки	GRACO ProMelt		+		2014
Машина для дорожной разметки	GracoLineLazerIV		+		2014
Машина для дорожной разметки	Borum BM T 350C			+	2002
Машина для дорожной разметки	BORUM VOLVO-T-1300 TR			+	2002
Машина для дорожной разметки	BORUM BMT 350 COMBO			+	2007
Гусеничный экскаватор	Caterpillar 349D2/D2 L	+			2016
Бульдозер	Caterpillar D9R	+			2018
Гусеничный экскаватор	Caterpillar 336D L		+		2012
Бульдозер	Caterpillar D10T		+		2012
Гусеничный экскаватор	Caterpillar 320D L			+	2009
Бульдозер	Caterpillar D6T LGP S			+	2009

Определение запланированных объемов работ осуществлялось расчетно-практическим методом и методом экспертных оценок. Были изучены первичные основополагающие документы по каждому из объектов. Это: паспорта рассматриваемых объектов, государственные контракты с подрядными организациями, планы местности [40], особенности региона [34], в том числе климатические прогнозы погоды, журналы, рабочие тетради мастеров и начальников дорожных участках, сменные рапорта ЭСМ-7 и ЭСМ-3. Далее по объектам в течение рассматриваемого периода были определены запланированные объемы работ для каждой выбранной выше НТТМ в течение рассматриваемого периода времени посуточно. Кроме того, были было установлено запланированное время работы каждой НТТМ в течение суток, что в данном случае соответствует количеству смен работы НТТМ.

Таблица 3.6 - Суточные значения плановых объемов работ за июль 2020

Марка	Единицы измерения		П _г	Январь		Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
	Q	П _г		Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч
JCB 3CX	м ³	м ³ /ч	23,5	224	16	192	16	231	16	99	8	440	24	428	24	402	24	34	8	406	24	317	24
Komatsu WB93R	м ³	м ³ /ч	24,5	ТО	-	234	16	489	24	374	24	300	16	242	16	365	24	254	16	246	16	236	16
Caterpillar 349D2	м ³	м ³ /ч	104	803	16	982	16	1086	16	362	8	1619	24	453	8	330	8	1142	24	965	16	856	16
Caterpillar D9R	м ³	м ³ /ч	462	4789	24	2944	16	6269	24	3180	16	4248	24	2326	16	2729	16	5348	24	3931	16	3079	16
ДЗ 122	м ³	м ³ /ч	55	989	24	503	16	904	24	921	24	978	24	381	16	1063	24	309	8	615	16	191	8
JCB 3CX	м ³	м ³ /ч	23,5	231	16	140	8	441	24	140	8	194	16	128	8	199	16	90	8	113	8	296	16
Komatsu WB93R	м ³	м ³ /ч	24,5	434	24	119	8	253	16	169	16	523	24	ТО	-	294	16	253	16	131	8	51	8
Caterpillar 336DL	м ³	м ³ /ч	85	127	8	422	8	760	16	674	16	745	16	750	16	472	16	935	24	1727	24	1241	24
Caterpillar D10T	м ³	м ³ /ч	521	155	8	ТО	-	5541	24	953	8	5503	24	5453	24	2826	16	5378	24	7426	24	1587	8
ДЗ 122	м ³	м ³ /ч	55	572	16	838	24	386	16	663	16	288	8	179	8	433	16	ТО	-	1054	24	352	8
JCB 3CX	м ³	м ³ /ч	23,5	66	8	75	8	282	16	64	8	160	16	96	8	332	24	81	8	415	24	448	24
Komatsu WB93R	м ³	м ³ /ч	24,5	165	16	245	16	318	16	194	16	193	16	470	24	193	16	294	16	258	16	432	24
Caterpillar 320DL	м ³	м ³ /ч	51	502	24	270	16	770	24	419	16	799	24	211	8	383	16	687	24	1056	24	282	8
Caterpillar D6TLGPS	м ³	м ³ /ч	107	1256	24	566	16	699	16	1190	24	762	16	775	16	572	16	ТО	-	698	16	304	8
ДЗ 122	м ³	м ³ /ч	55	782	24	465	16	844	24	1232	24	978	24	1371	24	202	8	326	8	965	24	604	16
Ивановец КС-35715	т	т/ч	192	2982	24	3817	24	3139	24	3003	24	3513	24	1987	16	2342	16	1315	8	1504	16	939	8
Клинцы КС-55713-5К-3	т	т/ч	300	3694	16	1663	8	119	8	3809	16	4588	24	2693	16	814	8	3466	16	649	8	4912	24
Elephant-Horyong E-SKY 450	т	т/ч	5,4	14883	8	29461	8	60055	16	87918	24	67874	16	110399	24	103267	24	48254	16	73836	24	83456	24
Ивановец КС-35715	т	т/ч	192	1415	16	1415	16	1107	8	3107	24	476	8	3581	24	2146	16	4481	24	3162	24	3469	24
Клинцы КС-55713-5К-3	т	т/ч	300	3629	16	5504	24	5053	24	4980	24	6312	24	2538	16	1915	16	4489	24	3117	16	2211	16
ГАЗ ПСС-131.18Э	т	т/ч	2,4	29132	16	23014	16	18393	16	35663	24	40622	24	18002	16	5852	8	28804	16	22735	16	30220	16
Ивановец КС-35715	т	т/ч	192	743	8	1373	16	3796	24	2140	16	2024	16	1316	8	1892	16	1146	8	4899	24	1073	8
Клинцы КС-35719-1-02	т	т/ч	300	4697	24	2506	16	840	8	4240	24	893	8	1099	8	5413	24	4101	24	5307	24	5649	24
Камаз ПСС-141.189-7,5 (АГПИМ-18)	т	т/ч	3,5	71544	24	16002	8	24193	16	40150	16	23032	16	42725	16	63708	24	38185	16	25980	16	53586	24
Амкодор ОФ-400	м ²	м ² /ч	40	556	24	315	16	249	8	349	16	50	8	725	24	656	24	446	16	587	24	413	16
Wirtgen W 2000	м ²	м ² /ч	200	677	8	1485	8	4022	24	475	8	3077	24	319	8	4266	24	4127	24	3792	24	1759	16
Bomag BM 500-15	м ²	м ² /ч	50	916	24	128	8	262	8	668	16	ТО	-	376	16	914	24	398	16	526	16	370	16
Амкодор 8047А-02	м ²	м ² /ч	40	306	8	126	8	261	8	492	16	728	24	55	8	792	24	771	24	300	16	452	16

Таблица 3.6 продолжение

Марка	Единицы измерения		П _т	Январь		Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
	Q	П _т		Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч
Roadtec RX-700	м ²	м ² /ч	218	4192	24	3038	16	4285	24	3587	24	2293	16	2621	16	2078	16	2204	16	4108	24	2688	16
Caterpillar PM200	м ²	м ² /ч	201	3230	24	584	8	3382	24	298	8	535	8	436	8	3473	24	1351	16	1940	16	3922	24
Wirtgen W 100	м ²	м ² /ч	100	851	16	1108	16	446	8	1013	16	1604	24	1825	24	586	8	1042	16	445	8	1434	24
Дунарac PL2000LS	м ²	м ² /ч	201	3437	24	769	8	2432	16	2849	16	259	8	3072	24	3182	24	3077	24	2927	24	1711	16
Roadtec RX-500	м ²	м ² /ч	218	3390	24	1632	16	1310	8	962	8	353	8	3948	24	4843	24	ТО	-	2709	16	2515	16
Volvo ABG P6820C	м ²	м ² /ч	250	1945	16	733	8	2543	16	2989	16	4073	24	2576	16	3533	24	1846	8	763	8	4298	24
Caterpillar AP355F	м ²	м ² /ч	460	9374	24	5201	16	2520	8	9077	24	4190	16	5750	16	1749	8	1842	8	3764	16	3895	16
Vogele SUPER 1600-2	м ²	м ² /ч	800	11728	24	7981	16	5210	8	13374	24	12733	24	18960	24	13807	24	7758	16	11542	24	3532	8
Volvo ABG P6820C	м ²	м ² /ч	250	4923	24	1908	16	2225	16	1659	16	1299	8	1431	8	3389	24	1625	16	3494	24	884	8
Caterpillar AP655D	м ²	м ² /ч	800	2220	8	6561	16	15753	24	8110	16	7926	16	2244	8	5512	16	3244	8	7684	16	9366	16
Vogele SUPER 1600-2	м ²	м ² /ч	800	10125	16	1889	8	ТО	-	11621	16	8042	16	12158	24	3220	8	15187	24	15359	24	4778	8
Volvo ABG P6820C	м ²	м ² /ч	250	421	8	699	8	3854	24	2331	16	3679	24	1635	16	2556	16	4832	24	174	8	1537	8
Caterpillar AP655D	м ²	м ² /ч	800	17468	24	16302	24	11141	16	12537	24	3940	8	7450	16	16080	24	14770	24	4421	8	2069	8
Vogele SUPER 1600-2	м ²	м ² /ч	800	11733	24	5456	16	11407	24	6238	16	1545	8	10472	24	9111	16	5545	8	15376	24	5544	8
AC - 43253	м ²	м ² /ч	400	7757	24	7706	24	1766	8	2406	8	1663	8	6617	16	3824	16	7316	24	8133	24	5389	24
AC-53605	м ²	м ² /ч	400	3903	16	519	8	3581	16	2877	16	1996	8	2436	8	1183	8	4742	16	5731	24	4504	16
ДС-C41R1	м ²	м ² /ч	400	7139	24	5414	24	545	8	2891	16	2323	16	2320	8	8463	24	6313	24	4799	16	7867	24
ДС-39Г	м ²	м ² /ч	400	4228	16	4954	16	986	8	682	8	7210	24	3410	16	1929	8	6395	24	1420	8	1647	8
ДС-39К	м ²	м ² /ч	400	959	8	7073	24	4329	16	994	8	1326	8	2759	8	ТО	-	7941	24	5976	24	1109	8
AC-43253	м ²	м ² /ч	400	2306	8	444	8	819	8	3798	16	4705	16	3146	16	2636	8	5113	16	227	8	931	8
ДС-142Б	м ²	м ² /ч	400	2486	8	7683	24	9097	24	1870	8	795	8	5134	16	3833	16	7963	24	3927	16	2311	8
ДС-39Б	м ²	м ² /ч	400	399	8	872	8	5746	24	2038	8	5683	24	7466	24	3403	16	2579	8	2607	16	5963	24
СД-205	м ²	м ² /ч	450	1357	8	4831	16	8230	24	1452	8	6411	24	232	8	2812	8	4416	16	9115	24	5496	16
Дунарac CC1300C	м ²	м ² /ч	700	9951	24	1095	8	9149	16	8628	16	8554	16	2981	8	2063	8	3630	8	15526	24	14117	24
ЗДМ DM-10-VD	м ²	м ² /ч	850	5492	16	8816	16	7787	16	17083	24	16557	24	3291	8	21502	24	15689	24	16468	24	12504	16
Caterpillar CS74B	м ²	м ² /ч	1067	8283	16	7650	16	12714	16	12279	16	4547	8	12689	16	10591	16	10560	16	16636	24	12242	16

Таблица 3.6 окончание

Марка	Единицы измерения		П _г	Январь		Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
	Q	П _г		Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч
Дунарас СС1300	м ²	м ² /ч	700	6386	16	10452	16	8665	16	11995	24	1786	8	1316	8	14732	24	6890	16	438	8	8015	16
ЗДМ DM-10-VC	м ²	м ² /ч	850	2225	8	7138	16	7563	16	2111	8	17063	24	11833	24	10374	24	10834	16	13821	24	17707	24
Caterpillar CS56	м ²	м ² /ч	1067	19869	24	8478	16	4574	8	14400	16	14857	24	13450	16	17939	24	20054	24	2520	8	ТО	-
Дунарас СС322	м ²	м ² /ч	1000	7530	16	3221	8	8562	16	14423	24	13068	24	8939	16	19653	24	6727	16	14518	24	2827	8
ЗДМ DM-62	м ²	м ² /ч	1065	16052	24	7905	16	16868	24	12483	16	1016	8	19979	24	8931	16	14369	16	4691	8	12115	16
Caterpillar CS563E	м ²	м ² /ч	1067	18447	24	1919	8	16111	24	2163	8	5158	8	14231	16	19928	24	4189	8	2810	8	3170	8
МТЗ 82	м ² · 10 ³	м ² /ч	75000	430	8	354	8	1444	24	937	16	27	8	43	8	655	16	987	16	682	16	316	8
КамАЗ 65115	м ² · 10 ³	м ² /ч	90000	670	16	594	8	1580	24	618	16	816	16	1364	24	855	16	1001	16	1351	24	583	8
КамАЗ 6520	м ² · 10 ³	м ² /ч	90000	163	8	520	8	1574	24	1626	24	1075	16	1577	24	1265	24	1783	24	666	16	1596	24
МТЗ 82	м ² · 10 ³	м ² /ч	75000	1443	24	680	16	569	16	402	8	1483	24	784	16	501	8	1116	24	265	8	1593	24
КамАЗ 65115	м ² · 10 ³	м ² /ч	90000	1413	24	251	8	312	8	921	16	1249	24	144	8	1765	24	140	8	1627	24	801	16
КамАЗ 6520	м ² · 10 ³	м ² /ч	90000	91	8	27	8	143	8	1471	24	2005	24	488	8	1723	24	1576	24	542	8	545	16
МТЗ 82	м ² · 10 ³	м ² /ч	75000	45	8	1137	24	943	16	1002	16	138	8	944	16	771	16	1452	24	1015	24	967	16
КамАЗ 65115	м ² · 10 ³	м ² /ч	90000	685	16	330	8	764	16	1211	24	603	16	966	16	941	16	1282	24	876	16	392	8
Volvo FM 13 4x8	м ² · 10 ³	м ² /ч	150000	1913	24	856	16	293	8	1909	24	1560	24	406	8	197	8	281	8	74	8	1180	16
СТИМ Контур 700ХПК	м · 10 ³	м/ч	5000	3	8	58	24	66	24	31	8	77	24	14	8	65	16	69	16	64	16	101	24
СТиМ Контур 300	м · 10 ³	м/ч	4800	54	16	87	24	30	16	35	16	48	16	14	8	12	8	47	16	53	16	9	8
СТИМ Контур 90 ХП	м · 10 ³	м/ч	5000	96	24	15	8	37	16	52	16	22	8	91	24	9	8	6	8	22	8	4	8
Graco Лайн Лазер 3400	м · 10 ³	м/ч	6000	62	16	19	8	156	24	24	8	77	16	43	16	57	16	41	16	23	8	28	8
GRACO ProMelt	м · 10 ³	м/ч	6000	113	24	113	24	8	8	48	16	12	8	19	8	95	16	15	8	21	8	113	24
GracoLineLazerIV	м · 10 ³	м/ч	7000	15	8	31	8	44	8	112	24	33	8	77	16	121	24	100	16	24	8	128	24
Borum BM T 350C	м · 10 ³	м/ч	9000	55	8	74	16	77	16	169	24	135	16	186	24	10	8	165	24	39	8	139	24
Borum Volvo-T-1300 TR	м · 10 ³	м/ч	7000	21	8	136	24	95	24	54	16	12	8	75	16	102	24	27	8	126	24	135	24
Borum BMT 350 COMBO	м · 10 ³	м/ч	9000	156	24	171	24	65	16	88	16	76	8	137	24	12	8	170	24	121	16	143	24

Таблица 3.7 - Суточные значения фактических объемов работ за июль 2020

Марка	Единицы измерения		П _т	Январь		Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
	Q	П _т		Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч
JCB 3CX	м ³	м ³ /ч	23,5	246	16	228	16	282	16	121	8	506	24	503	24	496	24	38	8	383	24	391	24
Komatsu WB93R	м ³	м ³ /ч	24,5	ТО	-	330	16	461	24	451	24	345	16	263	16	445	24	321	16	337	16	248	16
Caterpillar 349D2	м ³	м ³ /ч	104	1056	16	1227	16	1309	16	416	8	1974	24	629	8	402	8	1376	24	885	16	995	16
Caterpillar D9R	м ³	м ³ /ч	462	6301	24	3680	16	7553	24	3655	16	5180	24	3230	16	3328	16	6443	24	3606	16	3580	16
ДЗ 122	м ³	м ³ /ч	55	1221	24	606	16	1189	24	1071	24	1150	24	453	16	1312	24	381	8	691	16	245	8
JCB 3CX	м ³	м ³ /ч	23,5	269	16	143	8	495	24	159	8	226	16	158	8	191	16	103	8	136	8	365	16
Komatsu WB93R	м ³	м ³ /ч	24,5	425	24	134	8	309	16	235	16	523	24	ТО	-	346	16	305	16	150	8	60	8
Caterpillar 336DL	м ³	м ³ /ч	85	167	8	527	8	916	16	775	16	908	16	1041	16	575	16	1126	24	1584	24	1443	24
Caterpillar D10T	м ³	м ³ /ч	521	204	8	ТО	-	6676	24	1095	8	6711	24	7574	24	3446	16	6479	24	6813	24	1845	8
ДЗ 122	м ³	м ³ /ч	55	752	16	1010	24	454	16	809	16	384	8	238	8	555	16	ТО	-	967	24	396	8
JCB 3CX	м ³	м ³ /ч	23,5	РЕМ	8	88	8	313	16	61	8	190	16	107	8	382	24	106	8	506	24	546	24
Komatsu WB93R	м ³	м ³ /ч	24,5	192	16	282	16	303	16	240	16	233	16	560	24	214	16	363	16	261	16	404	24
Caterpillar 320DL	м ³	м ³ /ч	51	661	24	337	16	928	24	482	16	974	24	293	8	467	16	828	24	969	24	328	8
Caterpillar D6TLGPS	м ³	м ³ /ч	107	1652	24	707	16	842	16	1368	24	929	16	1076	16	698	16	ТО	-	640	16	353	8
ДЗ 122	м ³	м ³ /ч	55	1057	24	596	16	1172	24	1283	24	1164	24	1306	24	204	8	403	8	948	24	556	16
Ивановец КС-35715	т	т/ч	192	3508	24	4438	24	3737	24	3708	24	3548	24	2799	16	2602	16	1511	8	1729	16	1067	8
Клинцы КС-55713-5К-3	т	т/ч	300	4450	16	1540	8	170	8	4534	16	5273	24	3060	16	1005	8	3398	16	738	8	5012	24
Elephant-Horyong E-SKY 450	т	т/ч	5,4	18604	8	40358	8	69029	16	108541	24	82773	16	122666	24	95618	24	62668	16	87900	24	109811	24
Ивановец КС-35715	т	т/ч	192	1645	16	1645	16	1118	8	3613	24	581	8	4116	24	2439	16	4393	24	4107	24	4081	24
Клинцы КС-55713-5К-3	т	т/ч	300	3558	16	6255	24	6238	24	6148	24	5899	24	2951	16	2455	16	5474	24	3801	16	2513	16
ГАЗ ПСС-131.18Э	т	т/ч	2,4	35527	16	26761	16	22708	16	41956	24	54162	24	22225	16	6502	8	34704	16	25261	16	35553	16
Ивановец КС-35715	т	т/ч	192	864	8	1634	16	4363	24	2548	16	2274	16	1207	8	2200	16	1074	8	3786	24	РЕМ	8
Клинцы КС-35719-1-02	т	т/ч	300	6615	24	2610	16	1012	8	4930	24	1050	8	1235	8	6151	24	5063	24	6394	24	5231	24
Камаз ПСС-141.189-7,5 (АГПИМ-18)	т	т/ч	3,5	82235	24	18393	8	32693	16	46149	16	30305	16	49109	16	72396	24	47142	16	31683	16	76551	24
Амкодор ОФ-400	м ²	м ² /ч	40	646	24	380	16	290	8	406	16	47	8	853	24	763	24	551	16	690	24	417	16
Wirtgen W 2000	м ²	м ² /ч	200	940	8	1597	8	4571	24	579	8	4103	24	310	8	4587	24	4799	24	4359	24	2022	16
Bomag BM 500-15	м ²	м ² /ч	50	1090	24	173	8	364	8	649	16	ТО	-	537	16	1115	24	474	16	612	16	441	16
Амкодор 8047А-02	м ²	м ² /ч	40	286	8	120	8	315	8	547	16	877	24	65	8	943	24	886	24	385	16	637	16

Таблица 3.7 продолжение

Марка	Единицы измерения		П _г	Январь		Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
	Q	П _г		Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч
Roadtec RX-700	м ²	м ² /ч	218	4710	24	3414	16	4559	24	4720	24	2796	16	3013	16	2389	16	2504	16	4465	24	2771	16
Caterpillar PM200	м ²	м ² /ч	201	3589	24	695	8	3843	24	355	8	491	8	513	8	4510	24	1668	16	2337	16	4358	24
Wirtgen W 100	м ²	м ² /ч	100	946	16	1539	16	544	8	1235	16	1956	24	2173	24	689	8	1158	16	484	8	1687	24
Дynapec PL2000LS	м ²	м ² /ч	201	3906	24	854	8	3200	16	3166	16	282	8	3303	24	3575	24	3799	24	3326	24	1989	16
Roadtec RX-500	м ²	м ² /ч	218	4843	24	1943	16	1455	8	1106	8	477	8	5127	24	4612	24	TO	-	3114	16	2994	16
Volvo ABG P6820C	м ²	м ² /ч	250	2262	16	894	8	2377	16	3475	16	5359	24	3346	16	4308	24	1923	8	954	8	5241	24
Caterpillar AP355F	м ²	м ² /ч	460	10189	24	6343	16	3549	8	10555	24	4988	16	6686	16	1590	8	2070	8	4535	16	4477	16
Vogele SUPER 1600-2	м ²	м ² /ч	800	16289	24	10232	16	5921	8	15372	24	14469	24	17720	24	17477	24	9021	16	13741	24	3969	8
Volvo ABG P6820C	м ²	м ² /ч	250	5470	24	2245	16	2649	16	2272	16	1547	8	1684	8	4184	24	2138	16	4261	24	1228	8
Caterpillar AP655D	м ²	м ² /ч	800	2612	8	8001	16	18107	24	10012	16	9785	16	2737	8	6722	16	3032	8	8832	16	9656	16
Vogele SUPER 1600-2	м ²	м ² /ч	800	11773	16	1988	8	TO	-	11738	16	8936	16	14474	24	3975	8	18749	24	17065	24	5429	8
Volvo ABG P6820C	м ²	м ² /ч	250	473	8	804	8	4534	24	2711	16	4181	24	2044	16	3156	16	5966	24	176	8	1553	8
Caterpillar AP655D	м ²	м ² /ч	800	16174	24	18317	24	12243	16	13930	24	3648	8	8765	16	14889	24	18235	24	5082	8	2351	8
Vogele SUPER 1600-2	м ²	м ² /ч	800	13643	24	6574	16	11262	24	5440	16	PEM	8	12929	24	11389	16	6161	8	18751	24	6300	8
AC - 43253	м ²	м ² /ч	400	7915	24	7784	24	2355	8	2798	8	1934	8	6071	16	4841	16	8815	24	9457	24	6415	24
AC-53605	м ²	м ² /ч	400	4818	16	611	8	4024	16	3996	16	2464	8	2900	8	1376	8	6080	16	6587	24	5560	16
ДС-C41R1	м ²	м ² /ч	400	7932	24	6684	24	665	8	3442	16	3318	16	2729	8	8297	24	7341	24	5713	16	7352	24
ДС-39Г	м ²	м ² /ч	400	5714	16	3828	16	850	8	PEM	8	8193	24	3831	16	2143	8	7028	24	1691	8	1915	8
ДС-39К	м ²	м ² /ч	400	880	8	8420	24	4864	16	1169	8	1300	8	2759	8	TO	-	9024	24	7661	24	1478	8
AC-43253	м ²	м ² /ч	400	1943	8	300	8	PEM	8	3876	16	5347	16	4140	16	3176	8	5945	16	255	8	913	8
ДС-142Б	м ²	м ² /ч	400	2995	8	8934	24	4801	24	1820	8	PEM	8	6338	16	5398	16	9594	24	4268	16	2656	8
ДС-39Б	м ²	м ² /ч	400	492	8	991	8	6760	24	2516	8	7478	24	8484	24	4004	16	3070	8	3571	16	8282	24
СД-205	м ²	м ² /ч	450	1615	8	4432	16	10161	24	1632	8	7285	24	322	8	3232	8	5811	16	10242	24	6245	16
Дynapec CC1300C	м ²	м ² /ч	700	11438	24	1335	8	10397	16	10652	16	9720	16	3591	8	2105	8	5113	8	14647	24	15685	24
ЗДМ DM-10-VD	м ²	м ² /ч	850	7523	16	11160	16	8951	16	19412	24	18397	24	3698	8	19909	24	18903	24	19149	24	12023	16
Caterpillar CS74B	м ²	м ² /ч	1067	9203	16	9445	16	14448	16	13953	16	5109	8	14099	16	12035	16	10057	16	20043	24	15114	16

Таблица 3.7 окончание

Марка	Единицы измерения		Пт	Январь		Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
	Q	Пт		Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч	Q	T,ч
Дунарас СС1300	м ²	м ² /ч	700	11438	24	1335	8	10397	16	10652	16	9720	16	3591	8	2105	8	5113	8	14647	24	15685	24
ЗДМ DM-10-VC	м ²	м ² /ч	850	7523	16	11160	16	8951	16	19412	24	18397	24	3698	8	19909	24	18903	24	19149	24	12023	16
Caterpillar CS56	м ²	м ² /ч	1067	9203	16	9445	16	14448	16	13953	16	5109	8	14099	16	12035	16	10057	16	20043	24	15114	16
Дунарас СС322	м ²	м ² /ч	700	7425	16	10665	16	10316	16	16660	24	2077	8	1585	8	16369	24	7920	16	562	8	9429	16
ЗДМ DM-62	м ²	м ² /ч	850	2747	8	8705	16	7189	16	РЕМ	8	16566	24	15170	24	14820	24	12746	16	14103	24	19895	24
Caterpillar CS563E	м ²	м ² /ч	1067	20915	24	9974	16	5511	8	13211	16	20926	24	16205	16	20385	24	23051	24	3111	8	ТО	-
МТЗ 82	м ² · 10 ³	м ² /ч	1000	9532	16	3660	8	10193	16	16968	24	16133	24	9409	16	23967	24	9090	16	17924	24	3366	8
КаМАЗ 65115	м ² · 10 ³	м ² /ч	1065	19109	24	10540	16	14951	24	11443	16	РЕМ	8	23784	24	10760	16	16708	16	5652	8	13767	16
КаМАЗ 6520	м ² · 10 ³	м ² /ч	1067	14674	24	РЕМ	8	19411	24	2430	8	5929	8	15638	16	24302	24	5047	8	3306	8	3048	8
МТЗ 82	м ² · 10 ³	м ² /ч	75000	1324	24	819	16	790	16	536	8	1724	24	852	16	589	8	1283	24	305	8	1448	24
КаМАЗ 65115	м ² · 10 ³	м ² /ч	90000	1588	24	348	8	292	8	1047	16	1688	24	174	8	2153	24	165	8	1769	24	921	16
КаМАЗ 6520	м ² · 10 ³	м ² /ч	90000	108	8	30	8	168	8	1532	24	1839	24	602	8	2027	24	1970	24	677	8	727	16
МТЗ 82	м ² · 10 ³	м ² /ч	75000	РЕМ	8	1277	24	1060	16	1179	16	166	8	1085	16	929	16	1729	24	1208	24	1111	16
КаМАЗ 65115	м ² · 10 ³	м ² /ч	90000	806	16	397	8	909	16	1442	24	849	16	1239	16	941	16	1563	24	1031	16	440	8
Volvo FM 13 4x8	м ² · 10 ³	м ² /ч	150000	2484	24	1189	16	333	8	2145	24	1903	24	520	8	219	8	316	8	71	8	1388	16
СТИМ Контур 700ХПК	м · 10 ³	м/ч	5000	3	8	81	24	82	24	36	8	90	24	17	8	64	16	78	16	59	16	118	24
СТиМ Контур 300	м · 10 ³	м/ч	4800	64	16	108	24	42	16	42	16	57	16	16	8	14	8	56	16	46	16	РЕМ	8
СТИМ Контур 90 ХП	м · 10 ³	м/ч	5000	99	24	18	8	46	16	59	16	25	8	112	24	10	8	6	8	26	8	4	8
Graco Лайн Лазер 3400	м · 10 ³	м/ч	6000	76	16	23	8	143	24	27	8	89	16	54	16	66	16	51	16	29	8	31	8
GRACO ProMelt	м · 10 ³	м/ч	6000	143	24	125	24	7	8	37	16	РЕМ	8	23	8	87	16	21	8	22	8	135	24
GracoLineLazerIV	м · 10 ³	м/ч	7000	18	8	34	8	53	8	126	24	39	8	94	16	168	24	103	16	27	8	149	24
Borum BM T 350C	м · 10 ³	м/ч	9000	65	8	73	16	86	16	199	24	125	16	172	24	11	8	185	24	44	8	171	24
Borum Volvo-T-1300 TR	м · 10 ³	м/ч	7000	24	8	155	24	123	24	43	16	РЕМ	8	93	16	113	24	37	8	140	24	157	24
Borum BMT 350 COMBO	м · 10 ³	м/ч	9000	173	24	192	24	80	16	100	16	48	8	109	24	РЕМ	8	189	24	141	16	181	24

В результате проведенной работы были получены суточные значения плановых объемов работ для каждой выбранной для эксперимента НТТМ по месяцам в течение рассматриваемого периода времени [40]. Кроме того, было определено планируемое время работы выбранных НТТМ в течение суток за рассматриваемый период времени [56]. Результаты были сведены в сводные таблицы по представленной выборке НТТМ и показаны в приложении А. Кроме того, были определены дни, в которые выбранные НТТМ должны были пройти плановые ТО и Р. Эти дни также указаны в таблицах приложения А. В табл.3.6 представлены суточные значения плановых объемов работ для каждой выбранной для эксперимента НТТМ за 10 дней работы в июле 2020 года.

Таким образом, поставленная выше задача по определению суточных значений плана выполнения работ и времени работы выбранных НТТМ в течение рассматриваемого периода времени была решена [45,53,55].

Далее была рассмотрена и решена следующая поставленная задача – это установление факта выполнения объемов работ по времени на конкретных объектах в течение года в рассматриваемый период.

Решение данной задачи можно считать сложным, так как по своей сути это результат симбиоз обработки БОД по системам мониторинга НТТМ и информации из нескольких смежных источников. К ним относятся: данные с интеллектуальных транспортных систем и метеоданные с уже эксплуатируемых дорог (для работ по ремонту и содержанию), а также сменные рапорта работы НТТМ ЭСМ7, ЭСМ-3, различные журналы и книги учета, которые велись в течение года мастерами и начальниками дорожных участков, сервисные книжки НТТМ и другие документы. В результате работы вышеуказанных систем удалось в режиме онлайн наблюдать и накапливать данные по работу выбранных НТТМ и, сопоставляя основные рабочие параметры НТТМ (траектории движения, уровень и расход топлива, напряжение бортовой сети, положения рабочих органов [34]

машины и т.д.) с выполненными работами, удалось получить объективные данные – суточные фактические значения выполнения работ выбранными НТТМ по месяцам, а также фактическое время работы НТТМ посуточно в течение рассматриваемого периода времени [53]. Кроме того, удалось выявить все отказы в работе НТТМ в рассматриваемый период времени, а также установить были ли выполнены и качественно ли плановые, а также неплановые ремонты НТТМ.

Полученные результаты сведены в таблицах приложения А. В табл. 3.7 представлены суточные значения фактических объемов работ для каждой выбранной для эксперимента НТТМ за 10 дней работы июля месяца.

3.4. Определение технической производительности выбранных НТТМ

Техническая производительность – есть максимально возможная производительность конкретной [40] НТТМ с учетом ее технических характеристик в конкретных дорожных условиях [40, 53].

Для решения поставленной задачи были изучены технические характеристики рассматриваемых выбранных НТТМ. «Анализ технических характеристик машин указал на то, что техническая производительность выбранных НТТМ имеет максимальное значение для условий далеких от реальности, либо не указывается, при каких условиях определено данное значение или значение технической производительности вообще отсутствует» [40]. С технической точки зрения это можно понять и объяснить следующим образом. НТТМ для строительства, реконструкции, ремонта и содержания АД и, в частности, выбранные НТТМ могут работать в разных условиях и с разными материалами. Это зависит от множества факторов, но техническая производительность для каждой НТТМ может меняться в зависимости от конкретных условий эксплуатации и не может превышать максимального значения, установленного заводом изготовителем [53, 54].

Если заявлять одну техническую производительность рассматриваемых НТТМ для различных вариантов, то здесь также невозможно учесть всех особенностей и нюансов или это будет необъективно. Поэтому в большинстве случаев завод изготовитель выбирает самые лучшие с точки зрения расчета и испытаний характеристики машины. Как правило, это результаты, когда машина работает не в самых тяжелых условиях или не указывают значения технической производительности вообще, компенсируя это обстоятельство другими техническими характеристиками, такими как: объем ковша, ширина укладываемой полосы, глубины срезаемого слоя и т.д. Данное обстоятельство несколько не снижает значимость производимого эксперимента, а напротив, обязывает и позволяет установить техническую производительность рассматриваемых НТТМ на конкретных объектах работ. Эту задачу возможно решить расчетно-практическим методом и методом экспертных оценок. Для этого, зная технические характеристики рассматриваемых НТТМ и конкретные условия, и объемы работы НТТМ можно установить рассчитать максимальную производительность НТТМ для данных конкретных условий. С технической точки зрения, объективность данного подхода обеспечивается техническими характеристиками машин и условиями их работы на конкретных объектах. Такой подход к определению технической производительности рассматриваемых НТТМ полностью соответствует условиям эксперимента, так как является для конкретной машины в конкретных условиях максимально возможным и обоснованным с учетом всех имеющихся технических характеристик. При этом отсутствуют какие-либо другие способы определения данного значения. Имеющиеся в общедоступном ресурсе (интернет и так далее) технические характеристики рассматриваемых НТТМ представлены в табл. 3.2.

Далее на примере трех машин, рассмотрим, как определялись их техническая производительность. Для этого выберем экскаватор-погрузчик марки JCB 3СХ, асфальтоукладчик марки Volvo ABG P6820С и КДМ на базе автомобиля марки КамАЗ 65115.

Рассмотрим экскаватор погрузчик марки JCB 3СХ. Согласно заявленных заводом-изготовителем технических характеристик (по инструкции по эксплуатации) можно отметить следующие рабочие технические характеристики машины (табл. 3.8): глубина копания 5460 мм, масса 8445 кг, объем фронтального ковша 1 м³, мощность двигателя 68,60 кВт. Данную машину можно охарактеризовать как одну из самых востребованных при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования, так как она имеет фронтальный ковш объемом 1 м³, ковш экскаватора объемом 0,4 м³ на конкретных рассматриваемых машинах. После практического наблюдения за работой данной машины в течение рассматриваемого периода времени было установлено, что при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования данная машина в равной степени имеет загрузку как работая в режиме бульдозера-погрузчика, так и в режиме экскаватора, работая с такими дорожным материалами, как песок, щебень и другими. Минимальное время цикла в режиме бульдозера-погрузчика с максимальной заполненным ковшом составляет 2,6 минуты, в режиме экскаватора от 1...1,1 минут [55]. Максимальное число циклов, которое может совершать данная машина с полностью заполненным ковшом погрузчика или экскаватора в рассматриваемых конкретных условиях для бульдозера погрузчика составляет 23 цикла для экскаватора 55...60 циклов за один час. Под циклом понимается процесс полной загрузки ковша (с «горкой»), подъем, поворот опускание, рабочее передвижение машины и выгрузка ковша [40]. Отсюда получаем, что техническая производительность в рассматриваемых условиях для экскаватора-

погрузчика марки JCB 3СХ, будет составлять не более 23 м³/ч. Хотелось еще обратить внимание на квалификацию операторов выбранных НТТМ, так как от этого зависит эффективность работы НТТМ и объективности качество эксперимента. В период проведения эксперимента на выбранных НТТМ работали операторы со стажем от двух лет и старше и практически не менялись. Смена операторов происходила в процессе отдыха при пересменке и при смене вахт. Квалификация операторов, выбранных НТТМ подтверждается соответствующими необходимыми документами, водительскими удостоверениями и удостоверениями по допуску к конкретным видам работ, а также выполнением плановых объемов работ на объектах [48, 55].

Таблица 3.8 - Основные технические характеристики экскаватора-погрузчика JCB 3СХ

Эксплуатационная мощность	63 кВт
Эксплуатационная масса	7370 кг
Максимальный объем ковша для копания	0,4 м ³
Ширина ковша для копания (размер ковша JCB 3СХ)	60 см
Максимальная глубина копания	4,24 м
Максимальный объем ковша для погрузчика (фронтальный)	1 м ³
Ширина ковша для погрузки	2,23 м
Максимальная скорость JCB 3СХ	37 км/ч
Объем бака JCB 3СХ	143 л
Максимальная грузоподъемность фронтального погрузчика JCB 3СХ	1850 кг
Максимальная высота подъема груза фронтальным погрузчиком JCB 3СХ	3,23 м

Рассмотрим асфальтоукладчик марки Volvo ABG P6820С. Согласно заявленным заводом-изготовителем технических характеристик (по инструкции по эксплуатации – табл. 3.9) можно отметить следующие технические характеристики рассматриваемого асфальтоукладчика: базовая ширина укладки 2,5 м, мощность двигателя 142 кВт, теоретическая производительность 700 т/ч, скорость укладки асфальта (максимальная) 20

м/ мин, емкость бункера 13,5 т, число транспортеров 2, скорость транспортера максимальная 23 м/мин, скорость вращения шнека 80...90 мин⁻¹, диаметр шнека 360 мм, длина 6092 мм, ширина 2550 мм, высота 2917 мм, вес тракторного агрегата 15000 кг. По технологии производства работ с целью обеспечения качества укладки слоя асфальта при строительстве, ремонте и реконструкции АД общего пользования максимальная скорость укладки слоя асфальта не превышает 100 м/час при максимальной толщине укладываемого условия 5 см. Поэтому для рассматриваемого асфальтоукладчика максимальная техническая производительность на конкретных объектах не может превышать $\Pi_T = 250 \text{ м}^2/\text{ч}$ ($\Pi_T = \text{Ш}_{\text{укл}} \cdot V_{\text{укл}} = 2,5 \cdot 100 \text{ м/ч} = 250 \text{ м}^2/\text{ч}$). Хотелось отметить, что теоретическую производительность 700 т/ч в час практически получить не представляется возможным ни при каких условиях. К этому значению не на долго можно приблизиться, если укладывать самую минимальную толщину слоя асфальта при максимальных рабочих режимах оборудования, что на практике никогда не применяется.

Теперь определим максимально возможную с точки зрения технических характеристик и конкретных условий работы техническую производительность НТТМ для содержания дорог общего пользования на шасси автомобиля марки КамАЗ 65115. Технические характеристики КДМ на шасси автомобиля марки КамАЗ 65115 приведены в табл.3.10. Главной задачей при работе рассматриваемой машины является выполнение объемов работ по обработке и очистке проезжей части дороги. Рабочая скорость КДМ по технологии производства работ не рекомендуется более 35 км/ч. Это означает, что с технической точки зрения, скорость КДМ может быть более 35 км/ч, но поскольку речь идет о выполнении технологии и о обеспечении качества работ, то в условиях производства рабочая скорость движения машин не должна превышать 35 км/ч. Таким образом, при ширине обработки проезжей части от 2,5...2,6 м для данной марки машины

максимально техническая производительность на конкретных объектах не может превышать 90000 м²/ч при условии не нарушения технологии производства работ.

Таблица 3.9 - Основные технические характеристики асфальтоукладчика Volvo ABG P6820C

Базовая ширина, м	2,5
Мощность двигателя, кВт	142
Теоретическая производительность, т/ч	700
Двигатель:	
Модель	D6E
Топливо	Дизельное
Мощность, кВт, при оборотах двигателя, об/мин	142 / 2000
Вместимость топливного бака, л	240
Укладка дорожного покрытия:	
Производительность (теоретическая)*, т/ч	700
Толщина покрытия (макс.), мм	300
Скорость:	
Укладка асфальта (макс.), м/мин	20
Транспортировка (макс.), км/ч	3,3
Ходовая часть:	
Длина, мм	3000
Ширина (звенья гусеницы), мм	300
Транспортер:	
Емкость бункера, т	13,5
Число транспортеров	2
Скорость транспортера (макс.), м/мин	23
Шнек:	
Скорость (макс.), 1/мин	80/90 (HD)
Диаметр, мм	360
Электрическая система:	
Напряжение аккумулятора, В	24
Размеры:	
Длина, мм	6092
Ширина, мм	2550
Высота, мм	2917
Вес тракторного агрегата, кг	15000

Таблица 3.10 - Основные технические характеристики КДМ на базе КамАЗ 65115

Грузоподъемность автомобиля, кг	15000
Полная масса а/м, кг	25200
нагрузка на заднюю тележку, кг	19000
нагрузка на переднюю ось, кг	6200
Полная масса автопоезда, кг	38200
Полная масса прицепа, кг	13000
Снаряженная масса, кг	10125
ДВИГАТЕЛЬ	
Модель двигателя	Cummins ISB6.7 E5 300 (Евро-5)
Макс. полезный крутящий момент, Нм (кгсм)	1087 (111)
при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	1300
Максимальная полезная мощность, кВт (л.с.)	215 (292)
при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	2500
Рабочий объем, л	6,7
Расположение и число цилиндров	рядное, 6
Степень сжатия	17,3
Тип двигателя	дизельный с турбонаддувом, с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха
КОРОБКА ПЕРЕДАЧ	
Модель КП	ZF 9S1310
Тип	механическая, девятиступенчатая
Управление	механическое, дистанционное
ГЛАВНАЯ ПЕРЕДАЧА	
Передаточное отношение	5,94
КОЛЕСА И ШИНЫ	
Тип колес	дисковые
Тип ошиновки	двухскатная
Тип шин	пневматические, камерные или бескамерные
Шины	11.00 R20 или 11.00 R22,5

Аналогично, были определены технические производительности и для остальных 75 НТТМ в выборке. Значения полученных технических производительностей приведены в табл. 3.6 и 3.7 отдельным столбцом.

3.5. Определение эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициентов выполнения объемов работ и реализации технического потенциала выбранных НТТМ

В общем случае различают три вида производительности НТТМ и других видов машин: конструктивно-расчетная, техническая, эксплуатационная [40].

Конструктивно-расчетная производительность ($P_{кр}$) – это максимально-возможная производительность, которая обеспечивается техническими характеристиками машин при ее непрерывной работе в течение часа.

Техническая производительность (P_T) отличается конструктивно расчетной тем, что учитывают условия работы машины и оператора машины, то есть не учитывается время ТО и ремонтов, а также технологические простои.

Эксплуатационная производительность ($P_{ЭП}$) отличается от технической тем, что учитывают использование машины по времени.

Таким образом, сказанное можно выразить следующим образом:

$$P_{ЭП} = P_T \cdot K_{ти} \quad (3.1)$$

где $K_{ти}$ – коэффициент технического использования.

При проведении эксперимента под технической производительностью, следует понимать максимальную возможную производительность НТТМ с учетом ее технических характеристик в конкретных условиях работы [40].

Под эксплуатационной плановой производительностью следует понимать необходимую производительность конкретный НТТМ для выполнения требуемого объема работ, к который надо стремиться при работе НТТМ [40].

«Под эксплуатационной фактической производительностью следует понимать фактическую реальную производительность конкретной» НТТМ «при выполнении требуемого объема работ» [40].

«Под эксплуатационной расчетной производительностью следует понимать производительность конкретный НТТМ при выполнении требуемого объема работ», определенную расчетным путем по известным зависимости классическим методом [40].

Обозначим вышеуказанные производительности выбранных НТТМ для участия в эксперименте как: техническую производительность – P_T ; эксплуатационную плановую – $P_{ЭП}$; эксплуатационную фактическую – $P_{ЭФ}$; эксплуатационную расчетную – $P_{ЭР}$.

Для определения экспериментальным путем посуточных средних значений эксплуатационной плановой и фактической часовой производительности необходимо проинтегрировать суточные значения планируемых и фактических объемов работ по времени следующим образом:

$$P_{ЭПj} = \int_i^{i_n} \frac{Q_{Пj} dt_i}{T_{сп}}; \quad (3.2)$$

$$P_{ЭФj} = \int_i^{i_n} \frac{Q_{Фj} dt_i}{T_{сф}} \quad (3.3)$$

где $P_{ЭПj}$, $P_{ЭФj}$ – средние значения часовой эксплуатационной, соответственно, плановой и фактической производительностей для каждой j -й выбранной дорожной машины за одни сутки ее работы в рассматриваемой период времени по месяцам [40,47];

$i-i_n$ – дни месяцев в течение рассматриваемого периода времени;

$Q_{Пj}$, $Q_{Фj}$ – суточные значения, соответственно, плановых и фактических объемов работ каждой j -й выбранной дорожной машины в рассматриваемой период времени по месяцам [40,44];

$T_{Пj}$, $T_{Фj}$ – время работы каждой j -й выбранной дорожной машины в течении суток, соответственно, плановые и фактические значения [40,44].

В результате интегрирования суточных значений плановых и фактических объемов работ по времени были получены сведены в таблицы средние значения часовой эксплуатационной, соответственно, плановой и фактической производительностей для каждой выбранной дорожной машины из семидесяти восьми машин за одни сутки ее работы за рассматриваемый период времени, то есть в течение одного года по месяцам каждый месяц [40,44]. Каждый месяц при этом рассматривался отдельно. Для примера, часть из полученных экспериментальных значений, представлена в табл. 3.11 (пример показывает только для 18 из выбранных НТТМ за 3 месяца их работы: июнь, июль и август). Выбор месяцев работы был обусловлен максимальной загрузкой НТТМ при их работе и максимальным проявлением в данный период времени как положительных, так и отрицательных качеств рассматриваемых НТТМ. Для лучшей иллюстрации полученных результатах были выбраны следующие восемнадцать из семидесяти восьми НТТМ, участвовавших в эксперименте. это машины всех шести функциональных и трех возрастных групп. Рассмотрим и обоснуем данный выбор.

1. Экскаватор-погрузчик марки JCB 3СХ (три машины трех возрастных групп). Данные машины являются наиболее применяемым и универсальными при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования, так как применяются практически на всех видах работ в обеспечения указанных этапов (по видам работ) в ЖЦ АД. Имеют достаточно высокую производительность и надежность, компактные габариты, низкий расход топлива. Может работать как в режиме погрузчика, бульдозера, экскаватора второй размерной группы. Совмещение рабочих движений позволяет достичь высокой маневренности при работе машины. Кроме того, данная машины может свободно и быстро передвигаться не

только по строительным площадкам, но и по дорогам общей сети, включая автомагистрали. Также данные НТТМ имеет доступную цену, неплохую ликвидность и востребованность в разных дорожных строительных организациях. Экспертная оценка показала, что именно данная марка НТТМ заслужила всеобщее признание при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования в плане ее массовости применения.

2. Автокран марки «Ивановец» КС-35715 (три автокрана трех возрастных групп). Выбор обоснован высокой востребованностью данной НТТМ на всех работах при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования.

3. Асфальтоукладчик марки Volvo ABG P6820С (три асфальтоукладчика трех возрастных групп). Выбор обоснован высокой востребованностью данных НТТМ на всех работах при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования.

4. Каток комбинированный марки DM-10-VC (два катка комбинированных первой и второй возрастных групп), каток грунтовый марки ЗДМ DM-62 третьей возрастной группы. Выбор обоснован хорошими эксплуатационными характеристиками данных НТТМ их надежностью и универсальностью применения как при уплотнении грунтов, так при уплотнении асфальтовых смесей. Каток марки ЗДМ DM-62 предназначен для работы с грунтами и насыпными основаниями различного типа. Он может работать на переувлажненных почвах, гравийно-песчаных смесях, основаниях с включениями скальных и каменистых пород.

5. Машины для содержания АД марки КамАЗ 65115 (три машины трех возрастных групп). Машины для содержания АД на базе шасси автомобиля марки КамАЗ 65115 [37] являются одним из самых распространенных НТТМ, применяемых сегодня. Это объясняется совокупностью всех положительных качеств указанной НТТМ, в частности высокими ее надежностью и производительностью, а также относительно невысокой

стоимостью по сравнению с зарубежными аналогами. Кроме того, это еще объясняется высокой ремонтпригодностью данных машин.

6. НТТМ для нанесения дорожной разметки (маркировочная машины). Три машины одной марки Стим Контур 700 первой возрастной группы; одна машина марки GracoLineLazer 3400 второй возрастной группы; одна машина марки BogumBMT-350 третьей возрастной группы.

В таблицах 3.11–3.19 представлены средние суточные значения часовой эксплуатационной, соответственно, плановой и фактической производительностей [40] для 9 выбранных НТТМ за июнь, июль и август месяцы их работы [40, 51, 59]. Это три экскаватора-погрузчика марки JCB 3СХ, единицы измерения производительности м³/ч (табл.3.11–3.13); три асфальтоукладчика марки Volvo ABG P682OC (табл.3.14–3.16), единицы измерения производительности м²/ч; три КДМ марки КамАЗ 65115, единицы измерения производительности м²/ч · 1000 (табл.3.17–3.19).

Кроме того, в табл.3.11–3.19 указаны значения фактических коэффициентов выполнения объемов работ и реализации технического потенциала выбранных НТТМ, которые определялись следующим образом:

$$K_{ВРj} = П_{Эфj} / П_{ЭПj}, \quad (3.4)$$

$$K_{РТПj} = П_{Эфj} / П_{Тj}, \quad (3.5)$$

где $K_{ВРj}$ и $K_{РТПj}$ – соответственно, фактические коэффициенты выполнения объемов работ и реализации технического потенциала выбранных j -х дорожных машин;

$П_{Тj}$ – техническая производительность j -й выбранной дорожной машины в течение рассматриваемого периода времени [43].

Анализ полученных выше результатов будет проведен ниже пункте 3.7.

Таблица 3.11 – Средние суточные значения часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициенты выполнения работ и реализации технического потенциала трех экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ, единицы измерения производительности м³/ч

Месяц	Число	ПЭп до 5 лет	ПЭф до 5 лет	ПЭп от 5 до 10 лет	ПЭф от 5 до 10 лет	ПЭп более 10 лет	ПЭф более 10 лет	К _{врдо} 5 лет	К _{ртпдо} 5 лет	К _{вр} от 5 до 10 лет	К _{ртп} от 5 до 10 лет	К _{вр} более 10 лет	К _{ртп} более 10 лет
Июнь	1	14,0	16,5	1,2	1,5	5,5	6,8	1,18	0,67	1,23	0,06	1,23	0,28
	2	19,5	21,2	16,6	19,5	18,3	22,6	1,09	0,86	1,18	0,80	1,23	0,92
	3	18,9	21,5	18,5	22,5	18,9	19,7	1,14	0,88	1,22	0,92	1,04	0,80
	4	18,6	18,4	19,6	22,1	1,7	2,0	0,99	0,75	1,12	0,90	1,15	0,08
	5	20,7	20,5	16,1	18,8	3,5	3,3	0,99	0,84	1,16	0,77	0,92	0,13
	6	17,6	20,5	18,1	23,5	17,7	21,6	1,16	0,84	1,30	0,96	1,22	0,88
	7	11,6	13,6	14,3	20,1	15,2	20,0	1,18	0,56	1,41	0,82	1,32	0,82
	8	18,5	20,1	4,4	5,4	12,6	12,7	1,09	0,82	1,23	0,22	1,01	0,52
	9	11,5	15,6	16,7	20,4	17,5	20,2	1,35	0,64	1,22	0,83	1,15	0,82
	10	12,0	13,4	20,2	22,9	3,0	3,4	1,12	0,55	1,14	0,94	1,11	0,14
	11	15,4	17,9	11,5	16,4	6,7	8,8	1,16	0,73	1,43	0,67	1,30	0,36
	12	16,6	19,1	20,6	22,9	11,0	15,5	1,15	0,78	1,11	0,93	1,41	0,63
	13	12,7	15,1	15,4	17,5	23,0	23,8	1,19	0,62	1,14	0,71	1,03	0,97
	14	19,0	21,3	21,1	22,7	18,8	22,9	1,12	0,87	1,08	0,93	1,22	0,94
	15	9,9	13,4	13,4	15,9	11,7	13,0	1,35	0,55	1,19	0,65	1,11	0,53
	16	14,2	16,2	19,8	23,3	17,4	21,5	1,14	0,66	1,18	0,95	1,23	0,88
	17	15,6	22,3	8,4	9,5	15,3	17,4	1,43	0,91	1,14	0,39	1,14	0,71
	18	12,3	15,6	15,2	18,8	23,6	23,9	1,27	0,64	1,23	0,77	1,01	0,97
	19	18,2	19,6	13,3	17,8	20,0	18,7	1,08	0,80	1,33	0,72	0,94	0,76
	20	13,2	16,3	20,6	23,5	16,4	3,9	1,23	0,67	1,14	0,96	0,24	0,16
	21	16,5	20,2	14,7	14,0	7,0	0,0	1,22	0,82	0,95	0,57	0,0	0,0
	22	17,6	19,8	16,6	18,4	13,9	16,1	1,12	0,81	1,11	0,75	1,16	0,66
	23	17,7	20,6	5,4	5,1	19,4	23,7	1,16	0,84	0,94	0,21	1,22	0,97
	24	14,4	18,9	18,2	20,6	1,9	2,5	1,32	0,77	1,14	0,84	1,35	0,10
	25	19,0	21,6	12,5	14,9	17,0	18,9	1,14	0,88	1,19	0,61	1,11	0,77
	26	15,5	17,3	12,6	14,4	20,6	23,6	1,11	0,70	1,15	0,59	1,15	0,96
	27	17,2	20,0	7,7	10,0	19,1	21,5	1,16	0,81	1,30	0,41	1,12	0,88
	28	11,8	14,3	8,5	8,5	18,2	20,9	1,20	0,58	1,00	0,35	1,15	0,85
	29	18,8	22,9	12,0	14,8	19,8	23,3	1,22	0,93	1,23	0,60	1,18	0,95
	30	13,3	16,4	12,2	13,0	5,5	7,1	1,23	0,67	1,06	0,53	1,30	0,29

Таблица 3.12 - Средние суточные значения часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициенты выполнения работ и реализации технического потенциала трех экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ, единицы измерения производительности м³/ч

Месяц	Число	ПЭп до 5 лет	ПЭф до 5 лет	ПЭп от 5 до 10 лет	ПЭф от 5 до 10 лет	ПЭп более 10 лет	ПЭф более 10 лет	К _{врдо} 5 лет	К _{ртпдо} 5 лет	К _{вр} от 5 до 10 лет	К _{ртп} от 5 до 10 лет	К _{вр} более 10 лет	К _{ртп} более 10 лет
Июль	1	14,0	15,4	14,5	16,8	8,3	0,0	1,10	0,65	1,16	0,72	0,0	0,0
	2	12,0	14,3	17,5	17,9	9,4	11,0	1,19	0,61	1,02	0,76	1,18	0,47
	3	14,5	17,6	18,4	20,6	17,6	19,6	1,22	0,75	1,12	0,88	1,11	0,83
	4	12,4	15,1	17,5	19,9	8,0	7,6	1,22	0,64	1,14	0,85	0,95	0,32
	5	18,3	21,1	12,1	14,1	10,0	11,9	1,15	0,90	1,16	0,60	1,19	0,51
	6	17,8	21,0	16,0	19,8	12,0	13,4	1,18	0,89	1,23	0,84	1,11	0,57
	7	16,7	20,7	12,4	11,9	13,8	15,9	1,23	0,88	0,96	0,51	1,15	0,68
	8	4,2	4,8	11,2	12,9	10,1	13,3	1,12	0,20	1,15	0,55	1,32	0,56
	9	16,9	16,0	14,1	17,0	17,3	21,1	0,94	0,68	1,20	0,72	1,22	0,90
	10	13,2	16,3	18,5	22,8	18,7	22,8	1,23	0,69	1,23	0,97	1,22	0,97
	11	13,8	15,7	13,4	14,9	16,5	19,0	1,14	0,67	1,11	0,64	1,15	0,81
	12	15,0	21,1	11,3	13,8	1,2	1,4	1,41	0,90	1,22	0,59	1,15	0,06
	13	14,0	15,7	13,7	18,8	16,7	19,6	1,12	0,67	1,37	0,80	1,18	0,84
	14	13,7	19,0	13,7	16,1	14,8	20,3	1,39	0,81	1,18	0,68	1,37	0,87
	15	15,5	18,5	15,2	18,1	17,1	20,6	1,19	0,79	1,19	0,77	1,20	0,88
	16	4,6	5,4	3,7	4,8	19,4	18,9	1,16	0,23	1,30	0,20	0,97	0,80
	17	13,3	16,0	22,9	21,0	11,4	15,6	1,20	0,68	0,92	0,90	1,37	0,66
	18	10,8	12,8	14,9	16,9	14,5	17,5	1,19	0,55	1,14	0,72	1,20	0,74
	19	15,7	17,8	12,8	16,4	15,5	22,1	1,14	0,76	1,28	0,70	1,43	0,94
	20	16,3	22,1	12,2	14,2	2,1	2,0	1,35	0,94	1,16	0,60	0,97	0,09
	21	17,3	19,9	21,0	20,4	3,0	3,6	1,15	0,85	0,97	0,87	1,20	0,15
	22	9,9	12,3	9,4	11,4	14,1	16,8	1,23	0,52	1,20	0,48	1,19	0,71
	23	16,3	20,3	6,7	7,6	10,7	12,3	1,25	0,87	1,14	0,32	1,15	0,52
	24	18,5	19,3	12,2	16,5	12,5	15,2	1,04	0,82	1,35	0,70	1,22	0,65
	25	17,9	17,7	5,2	6,0	14,8	17,1	0,99	0,75	1,15	0,26	1,15	0,73
	26	19,7	21,9	17,1	16,8	9,2	11,3	1,11	0,93	0,98	0,71	1,22	0,48
	27	20,1	22,6	14,2	17,1	17,8	22,0	1,12	0,96	1,20	0,73	1,23	0,94
	28	6,3	8,1	18,1	12,4	8,4	11,9	1,30	0,35	0,69	0,53	1,41	0,51
	29	17,8	21,2	1,3	0,0	15,8	15,9	1,19	0,90	0,0	0,0	1,01	0,68
	30	20,6	22,9	16,0	18,6	17,8	18,5	1,11	0,97	1,16	0,79	1,04	0,79
	31	19,4	21,0	13,8	15,7	16,5	19,0	1,09	0,90	1,14	0,67	1,15	0,81

Таблица 3.13 - Средние суточные значения часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициенты выполнения работ и реализации технического потенциала трех экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ, единицы измерения производительности м³/ч

Месяц	Число	ПЭп до 5 лет	ПЭф до 5 лет	ПЭп от 5 до 10 лет	ПЭф от 5 до 10 лет	ПЭп более 10 лет	ПЭф более 10 лет	Кврдо 5 лет	Кртпдо 5 лет	Квр от 5 до 10 лет	Кртп от 5 до 10 лет	Кврболее 10 лет	Кртпболее 10 лет
Август	1	18,1	17,5	13,8	16,4	6,6	8,1	0,97	0,75	1,19	0,70	1,23	0,35
	2	15,5	21,9	14,2	17,1	16,3	22,6	1,41	0,93	1,20	0,73	1,39	0,96
	3	21,8	20,2	18,6	22,9	19,6	22,0	0,93	0,86	1,23	0,98	1,12	0,94
	4	17,5	21,6	17,3	21,1	16,4	21,0	1,23	0,92	1,22	0,90	1,28	0,89
	5	5,2	6,1	10,9	13,8	20,6	21,2	1,18	0,26	1,27	0,59	1,03	0,90
	6	13,7	15,7	17,0	18,3	12,4	15,3	1,15	0,67	1,08	0,78	1,23	0,65
	7	10,6	13,1	13,1	15,0	14,1	16,9	1,23	0,56	1,15	0,64	1,20	0,72
	8	4,5	5,3	17,8	20,0	8,1	9,1	1,18	0,22	1,12	0,85	1,12	0,39
	9	11,7	13,9	19,2	21,4	15,4	17,5	1,19	0,59	1,11	0,91	1,14	0,74
	10	21,2	22,3	15,0	19,2	17,2	20,8	1,05	0,95	1,28	0,82	1,20	0,88
	11	18,6	22,7	12,5	17,4	11,4	15,5	1,22	0,96	1,39	0,74	1,35	0,66
	12	15,8	22,2	10,2	12,6	18,0	22,0	1,41	0,94	1,23	0,54	1,22	0,94
	13	10,3	12,0	12,5	14,3	14,1	15,1	1,16	0,51	1,15	0,61	1,08	0,64
	14	10,4	11,8	16,2	18,0	11,7	13,5	1,14	0,50	1,11	0,77	1,15	0,57
	15	16,4	18,4	13,8	16,3	16,1	18,7	1,12	0,78	1,18	0,69	1,16	0,80
	16	12,1	17,3	15,1	17,6	18,8	21,1	1,43	0,74	1,16	0,75	1,12	0,90
	17	20,8	18,9	15,2	17,5	12,7	15,3	0,91	0,80	1,15	0,74	1,20	0,65
	18	17,4	19,8	10,4	11,7	19,0	22,6	1,14	0,84	1,12	0,50	1,19	0,96
	19	16,6	18,9	13,1	15,8	14,1	16,1	1,14	0,80	1,20	0,67	1,14	0,68
	20	18,6	22,6	16,2	22,0	11,6	14,1	1,22	0,96	1,35	0,93	1,22	0,60
	21	13,0	14,0	3,8	4,5	11,1	12,6	1,08	0,60	1,18	0,19	1,14	0,54
	22	14,0	16,9	17,6	9,9	17,8	22,9	1,20	0,72	0,56	0,42	1,28	0,97
	23	15,9	18,3	1,5	0,0	16,6	19,5	1,15	0,78	0,0	0,0	1,18	0,83
	24	12,0	17,2	20,0	22,2	21,9	20,6	1,43	0,73	1,11	0,95	0,94	0,88
	25	16,5	21,7	18,2	21,9	18,3	22,9	1,32	0,92	1,20	0,93	1,25	0,97
	26	14,8	17,0	14,7	18,3	17,9	18,3	1,15	0,72	1,25	0,78	1,02	0,78
	27	16,6	19,8	12,2	11,8	17,1	16,6	1,19	0,84	0,97	0,50	0,97	0,71
	28	9,7	12,0	4,7	5,6	18,4	10,4	1,23	0,51	1,19	0,24	0,56	0,44
	29	12,8	15,6	4,8	5,8	4,1	0,0	1,22	0,66	1,19	0,24	0,0	0,0
	30	10,6	12,6	18,4	19,6	11,7	14,5	1,19	0,54	1,06	0,83	1,23	0,62
	31	17,6	20,7	16,5	20,4	14,2	16,5	1,18	0,88	1,23	0,87	1,16	0,70

Таблица 3.14 - Средние суточные значения часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициенты выполнения работ и реализации технического потенциала трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820С, единицы измерения производительности м²/ч

Месяц	Число	ПЭп до 5 лет	ПЭф до 5 лет	ПЭп от 5 до 10 лет	ПЭф от 5 до 10 лет	ПЭп более 10 лет	ПЭф более 10 лет	К _{вр} до 5 лет	К _{ртп} до 5 лет	К _{вр} от 5 до 10 лет	К _{ртп} от 5 до 10 лет	К _{вр} более 10 лет	К _{ртп} более 10 лет
Июнь	1	187,3	231,3	158,5	172,3	122,3	167,5	1,23	0,93	1,09	0,69	1,37	0,67
	2	191,6	228,1	78,2	93,1	0,0	0,0	1,19	0,91	1,19	0,37	0,0	0,0
	3	171,0	237,5	195,9	217,6	190,9	244,8	1,39	0,95	1,11	0,87	1,28	0,98
	4	172,8	218,8	146,3	162,5	167,3	232,3	1,27	0,88	1,11	0,65	1,39	0,93
	5	177,4	206,3	125,1	178,7	186,3	175,8	1,16	0,83	1,43	0,71	0,94	0,70
	6	148,6	181,3	148,3	203,1	69,5	81,8	1,22	0,73	1,37	0,81	1,18	0,33
	7	150,5	175,0	120,3	162,6	157,8	204,9	1,16	0,70	1,35	0,65	1,30	0,82
	8	177,0	184,4	127,1	144,4	174,6	205,4	1,04	0,74	1,14	0,58	1,18	0,82
	9	178,5	212,5	205,4	233,4	218,5	245,5	1,19	0,85	1,14	0,93	1,12	0,98
	10	205,8	231,3	194,7	234,6	128,8	127,5	1,12	0,93	1,20	0,94	0,99	0,51
	11	156,9	193,8	111,3	132,5	143,2	168,5	1,23	0,78	1,19	0,53	1,18	0,67
	12	132,3	181,3	113,0	128,4	132,1	157,3	1,37	0,73	1,14	0,51	1,19	0,63
	13	170,0	200,0	224,7	224,7	175,4	213,9	1,18	0,80	1,00	0,90	1,22	0,86
	14	196,9	218,8	225,9	211,2	105,7	118,8	1,11	0,88	0,93	0,84	1,12	0,48
	15	204,3	237,5	203,8	242,6	169,5	204,3	1,16	0,95	1,19	0,97	1,20	0,82
	16	163,1	187,5	0,0	0,0	206,4	231,9	1,15	0,75	0,0	0,0	1,12	0,93
	17	236,0	245,8	193,0	244,3	182,2	222,3	1,04	0,98	1,27	0,98	1,22	0,89
	18	143,4	193,8	163,3	192,1	207,2	195,5	1,35	0,78	1,18	0,77	0,94	0,78
	19	201,5	193,8	161,5	181,4	187,6	210,8	0,96	0,78	1,12	0,73	1,12	0,84
	20	188,1	218,8	152,9	173,8	164,7	185,1	1,16	0,88	1,14	0,70	1,12	0,74
	21	139,5	193,8	191,4	220,0	175,0	198,9	1,39	0,78	1,15	0,88	1,14	0,80
	22	155,9	181,3	148,4	170,6	184,1	227,3	1,16	0,73	1,15	0,68	1,23	0,91
	23	204,0	229,2	193,7	184,4	167,6	197,1	1,12	0,92	0,95	0,74	1,18	0,79
	24	226,6	231,3	169,4	188,3	177,9	206,9	1,02	0,93	1,11	0,75	1,16	0,83
	25	188,4	209,4	141,2	172,2	183,0	196,8	1,11	0,84	1,22	0,69	1,08	0,79
	26	0,0	0,0	107,9	147,8	142,6	133,3	0,0	0,0	1,37	0,59	0,93	0,53
	27	178,9	220,8	108,6	113,1	143,7	175,2	1,23	0,88	1,04	0,45	1,22	0,70
	28	209,0	237,5	174,8	200,9	185,9	226,7	1,14	0,95	1,15	0,80	1,22	0,91
	29	203,5	231,3	189,2	210,2	140,6	200,8	1,14	0,93	1,11	0,84	1,43	0,80
	30	189,3	228,1	180,1	202,3	193,7	222,6	1,20	0,91	1,12	0,81	1,15	0,89

Таблица 3.15 - Средние суточные значения часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициенты выполнения работ и реализации технического потенциала трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820С, единицы измерения производительности м²/ч

Месяц	Число	ПЭп до 5 лет	ПЭф до 5 лет	ПЭп от 5 до 10 лет	ПЭф от 5 до 10 лет	ПЭп более 10 лет	ПЭф более 10 лет	К _{ВР} ДО 5 лет	К _{РТП} ДО 5 лет	К _{ВР} от 5 до 10 лет	К _{РТП} от 5 до 10 лет	К _{ВР} более 10 лет	К _{РТП} более 10 лет
Июль	1	121,6	141,4	205,1	227,9	52,6	59,1	1,16	0,57	1,11	0,91	1,12	0,24
	2	91,6	111,8	119,3	140,3	87,4	100,5	1,22	0,45	1,18	0,56	1,15	0,40
	3	159,0	148,6	139,1	165,6	160,6	188,9	0,93	0,59	1,19	0,66	1,18	0,76
	4	186,8	217,2	103,7	142,0	145,7	169,4	1,16	0,87	1,37	0,57	1,16	0,68
	5	169,7	223,3	162,4	193,4	153,3	174,2	1,32	0,89	1,19	0,77	1,14	0,70
	6	161,0	209,1	178,9	210,5	102,2	127,8	1,30	0,84	1,18	0,84	1,25	0,51
	7	147,2	179,5	141,2	174,3	159,8	197,3	1,22	0,72	1,23	0,70	1,23	0,79
	8	230,8	240,4	101,6	133,6	201,4	248,6	1,04	0,96	1,32	0,53	1,23	0,99
	9	95,4	119,3	145,6	177,5	21,8	22,0	1,25	0,48	1,22	0,71	1,01	0,09
	10	179,1	218,4	110,5	153,5	192,2	194,1	1,22	0,87	1,39	0,61	1,01	0,78
	11	208,2	242,1	162,4	200,5	157,6	187,7	1,16	0,97	1,23	0,80	1,19	0,75
	12	98,2	132,8	138,3	170,8	134,9	182,3	1,35	0,53	1,23	0,68	1,35	0,73
	13	163,8	184,0	168,6	189,5	155,0	138,6	1,12	0,74	1,12	0,76	0,89	0,55
	14	190,5	235,1	157,4	187,4	248,5	176,4	1,23	0,94	1,19	0,75	0,71	0,71
	15	153,9	190,0	160,5	222,9	112,4	0,0	1,23	0,76	1,39	0,89	0,0	0,0
	16	191,5	230,8	186,1	211,5	141,2	176,5	1,20	0,92	1,14	0,85	1,25	0,71
	17	160,7	196,0	112,6	126,5	58,6	68,1	1,22	0,78	1,12	0,51	1,16	0,27
	18	196,3	242,4	191,5	197,5	136,6	157,1	1,23	0,97	1,03	0,79	1,15	0,63
	19	123,8	152,8	254,6	244,8	119,8	171,2	1,23	0,61	0,96	0,98	1,43	0,68
	20	187,4	213,0	193,6	245,1	188,1	175,8	1,14	0,85	1,27	0,98	0,93	0,70
	21	30,2	36,9	153,2	180,2	129,5	147,2	1,22	0,15	1,18	0,72	1,14	0,59
	22	191,3	233,3	166,7	200,8	60,6	68,9	1,22	0,93	1,20	0,80	1,14	0,28
	23	117,8	159,1	183,1	212,9	159,6	197,1	1,35	0,64	1,16	0,85	1,23	0,79
	24	200,9	242,0	257,8	247,9	170,4	205,3	1,20	0,97	0,96	0,99	1,20	0,82
	25	186,7	217,0	185,4	153,5	230,0	239,6	1,16	0,87	0,83	0,61	1,04	0,96
	26	181,4	164,9	107,5	0,0	131,7	146,4	0,91	0,66	0,0	0,0	1,11	0,59
	27	18,4	17,9	77,0	95,0	76,7	90,3	0,97	0,07	1,23	0,38	1,18	0,36
	28	202,4	230,0	245,0	224,8	166,4	198,1	1,14	0,92	0,92	0,90	1,19	0,79
	29	151,4	184,6	203,3	201,3	144,9	176,7	1,22	0,74	0,99	0,81	1,22	0,71
	30	192,7	221,5	162,2	182,2	183,9	209,0	1,15	0,89	1,12	0,73	1,14	0,84
	31	186,8	196,6	194,9	232,0	223,4	248,2	1,05	0,79	1,19	0,93	1,11	0,99

Таблица 3.16 - Средние суточные значения часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициенты выполнения работ и реализации технического потенциала трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820С, единицы измерения производительности м²/ч

Месяц	Число	П _п до 5 лет	П _ф до 5 лет	П _п от 5 до 10 лет	П _ф от 5 до 10 лет	П _п более 10 лет	П _ф более 10 лет	К _{вр} до 5 лет	К _{рпп} до 5 лет	К _{вр} от 5 до 10 лет	К _{рпп} от 5 до 10 лет	К _{вр} более 10 лет	К _{рпп} более 10 лет
Август	1	163,2	189,8	211,0	248,2	141,2	133,3	1,16	0,76	1,18	0,99	0,94	0,53
	2	198,9	226,1	213,8	243,0	230,3	228,0	1,14	0,90	1,14	0,97	0,99	0,91
	3	15,0	16,9	60,8	73,3	188,0	226,5	1,12	0,07	1,20	0,29	1,20	0,91
	4	270,9	248,5	161,7	210,0	199,8	235,0	0,92	0,99	1,30	0,84	1,18	0,94
	5	222,5	247,3	42,7	40,3	211,5	245,9	1,11	0,99	0,94	0,16	1,16	0,98
	6	144,2	148,6	145,6	179,8	42,2	49,6	1,03	0,59	1,23	0,72	1,18	0,20
	7	128,6	158,8	162,0	202,4	118,3	168,9	1,23	0,64	1,25	0,81	1,43	0,68
	8	144,8	149,3	180,4	209,8	155,9	126,2	1,03	0,60	1,16	0,84	0,81	0,50
	9	178,2	225,6	160,0	190,4	158,1	122,8	1,27	0,90	1,19	0,76	0,78	0,49
	10	176,6	198,4	268,3	243,9	173,5	0,0	1,12	0,79	0,91	0,98	0,0	0,0
	11	18,5	22,3	195,7	177,9	92,4	130,1	1,20	0,09	0,91	0,71	1,41	0,52
	12	111,0	140,5	157,0	176,5	93,4	127,9	1,27	0,56	1,12	0,71	1,37	0,51
	13	213,2	236,8	152,3	203,1	156,5	177,8	1,11	0,95	1,33	0,81	1,14	0,71
	14	149,0	173,3	68,4	75,1	131,1	147,3	1,16	0,69	1,10	0,30	1,12	0,59
	15	124,5	120,9	130,6	145,1	191,9	225,8	0,97	0,48	1,11	0,58	1,18	0,90
	16	178,9	223,6	88,5	109,3	192,6	226,6	1,25	0,89	1,23	0,44	1,18	0,91
	17	201,2	218,7	139,8	166,4	158,2	184,0	1,09	0,87	1,19	0,67	1,16	0,74
	18	132,1	186,1	177,4	216,3	114,2	158,6	1,41	0,74	1,22	0,87	1,39	0,63
	19	179,2	210,9	143,1	160,8	104,8	117,8	1,18	0,84	1,12	0,64	1,12	0,47
	20	106,4	126,6	62,4	71,8	190,8	235,5	1,19	0,51	1,15	0,29	1,23	0,94
	21	193,0	244,3	198,4	233,4	192,8	192,8	1,27	0,98	1,18	0,93	1,00	0,77
	22	182,8	225,7	189,9	223,4	59,7	67,9	1,23	0,90	1,18	0,89	1,14	0,27
	23	120,0	136,4	168,2	205,1	139,7	172,4	1,14	0,55	1,22	0,82	1,23	0,69
	24	54,0	65,9	115,0	147,4	177,0	190,4	1,22	0,26	1,28	0,59	1,08	0,76
	25	201,4	228,8	245,1	245,1	142,1	175,5	1,14	0,92	1,00	0,98	1,23	0,70
	26	132,6	163,8	69,3	83,5	157,4	199,3	1,23	0,66	1,20	0,33	1,27	0,80
	27	171,2	190,3	168,2	205,1	93,7	105,3	1,11	0,76	1,22	0,82	1,12	0,42
	28	167,4	186,0	200,2	244,2	89,3	102,6	1,11	0,74	1,22	0,98	1,15	0,41
	29	150,7	173,3	116,2	140,0	200,7	228,1	1,15	0,69	1,20	0,56	1,14	0,91
	30	11,7	14,1	192,4	213,8	168,6	187,3	1,20	0,06	1,11	0,86	1,11	0,75
	31	198,1	244,6	152,7	190,9	165,4	179,8	1,23	0,98	1,25	0,76	1,09	0,72

Таблица 3.17 - Средние суточные значения часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициенты выполнения работ и реализации технического потенциала трех КДМ марки КамАЗ 65115, единицы измерения производительности м²/ч · 1000

Месяц	Число	П _{Эп} до 5 лет	П _{Эф} до 5 лет	П _{Эп} от 5 до 10 лет	П _{Эф} от 5 до 10 лет	П _{Эп} более 10 лет	П _{Эф} более 10 лет	К _{ВР} до 5 лет	К _{РТП} до 5 лет	К _{ВР} от 5 до 10 лет	К _{РТП} от 5 до 10 лет	К _{ВР} более 10 лет	К _{РТП} более 10 лет
Июнь	1	63,0	70,8	66,0	81,4	61,2	72,0	1,12	0,79	1,23	0,90	1,18	0,80
	2	15,5	17,6	28,2	35,8	54,4	41,7	1,14	0,20	1,27	0,40	0,77	0,46
	3	40,3	57,5	32,0	36,0	72,6	42,9	1,43	0,64	1,12	0,40	0,59	0,48
	4	42,6	53,3	44,5	50,6	39,0	0,0	1,25	0,59	1,14	0,56	0,0	0,0
	5	60,0	73,1	73,7	86,8	72,0	82,7	1,22	0,81	1,18	0,96	1,15	0,92
	6	63,2	76,1	64,9	75,5	31,2	35,0	1,20	0,85	1,16	0,84	1,12	0,39
	7	54,2	76,3	17,8	20,3	79,4	89,2	1,41	0,85	1,14	0,23	1,12	0,99
	8	49,9	59,4	53,0	50,9	44,5	51,8	1,19	0,66	0,96	0,57	1,16	0,58
	9	66,5	67,1	32,5	42,3	45,7	55,7	1,01	0,75	1,30	0,47	1,22	0,62
	10	83,5	75,9	66,6	82,3	74,7	86,9	0,91	0,84	1,23	0,91	1,16	0,97
	11	66,6	81,3	59,8	73,9	56,0	61,5	1,22	0,90	1,23	0,82	1,10	0,68
	12	73,3	89,3	58,2	71,0	73,3	83,3	1,22	0,99	1,22	0,79	1,14	0,93
	13	60,3	67,0	0,0	0,0	53,4	65,9	1,11	0,74	0,0	0,0	1,23	0,73
	14	73,3	87,3	65,4	77,9	45,0	42,9	1,19	0,97	1,19	0,87	0,95	0,48
	15	21,2	25,5	55,9	68,2	37,9	42,1	1,20	0,28	1,22	0,76	1,11	0,47
	16	58,4	72,1	67,3	66,6	65,0	80,2	1,23	0,80	0,99	0,74	1,23	0,89
	17	51,2	47,8	70,3	86,8	45,5	54,9	0,93	0,53	1,23	0,96	1,20	0,61
	18	73,7	89,9	73,7	69,5	58,9	67,7	1,22	1,00	0,94	0,77	1,15	0,75
	19	57,0	65,5	41,6	52,0	39,9	50,5	1,15	0,73	1,25	0,58	1,27	0,56
	20	67,9	88,1	67,1	82,9	29,1	35,5	1,30	0,98	1,23	0,92	1,22	0,39
	21	40,4	49,9	48,4	65,4	49,5	68,8	1,23	0,55	1,35	0,73	1,39	0,76
	22	45,3	49,3	51,2	56,9	57,6	60,6	1,09	0,55	1,11	0,63	1,05	0,67
	23	0,0	0,0	55,3	65,9	29,0	37,1	0,0	0,0	1,19	0,73	1,28	0,41
	24	8,1	9,9	63,9	78,9	64,5	73,3	1,22	0,11	1,23	0,88	1,14	0,81
	25	73,5	82,6	78,0	83,9	60,3	82,6	1,12	0,92	1,08	0,93	1,37	0,92
	26	49,9	58,8	70,1	84,5	74,9	87,0	1,18	0,65	1,20	0,94	1,16	0,97
	27	51,8	62,5	23,1	33,0	38,3	46,8	1,20	0,69	1,43	0,37	1,22	0,52
	28	68,2	85,3	63,3	73,6	45,6	56,3	1,25	0,95	1,16	0,82	1,23	0,63
	29	67,2	78,2	45,1	50,1	0,0	0,0	1,16	0,87	1,11	0,56	0,0	0,0
	30	76,5	82,3	34,2	41,3	79,1	79,9	1,08	0,91	1,20	0,46	1,01	0,89

Таблица 3.18 - Средние суточные значения часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициенты выполнения работ и реализации технического потенциала трех КДМ марки КамАЗ 65115, единицы измерения производительности м²/ч · 1000

Месяц	Число	ПЭп до 5 лет	ПЭф до 5 лет	ПЭп от 5 до 10 лет	ПЭф от 5 до 10 лет	ПЭп более 10 лет	ПЭф более 10 лет	Квр до 5 лет	Крп до 5 лет	Квр от 5 до 10 лет	Крп от 5 до 10 лет	Квр более 10 лет	Крп более 10 лет
Июль	1	41,9	59,0	58,9	66,2	42,8	50,4	1,41	0,66	1,12	0,74	1,18	0,56
	2	74,3	81,6	31,3	43,5	41,2	49,6	1,10	0,91	1,39	0,48	1,20	0,55
	3	65,8	81,3	39,1	36,5	47,7	56,8	1,23	0,90	0,93	0,41	1,19	0,63
	4	38,6	46,0	57,6	65,4	50,5	60,1	1,19	0,51	1,14	0,73	1,19	0,67
	5	51,0	57,3	52,0	70,3	37,7	53,1	1,12	0,64	1,35	0,78	1,41	0,59
	6	56,9	73,8	18,1	21,8	60,4	77,4	1,30	0,82	1,20	0,24	1,28	0,86
	7	53,4	52,4	73,6	89,7	58,8	58,8	0,98	0,58	1,22	1,00	1,00	0,65
	8	62,6	61,9	17,5	20,6	53,4	65,1	0,99	0,69	1,18	0,23	1,22	0,72
	9	56,3	67,8	67,8	73,7	54,8	64,4	1,20	0,75	1,09	0,82	1,18	0,72
	10	72,9	88,9	50,1	57,6	49,0	55,0	1,22	0,99	1,15	0,64	1,12	0,61
	11	72,0	80,9	66,4	65,1	67,2	80,9	1,12	0,90	0,98	0,72	1,20	0,90
	12	60,9	85,8	39,0	47,0	75,2	50,9	1,41	0,95	1,20	0,52	0,68	0,57
	13	42,0	59,9	58,7	65,3	48,0	43,9	1,43	0,67	1,11	0,73	0,91	0,49
	14	56,7	67,5	68,3	72,6	17,1	0,0	1,19	0,75	1,06	0,81	0,0	0,0
	15	50,4	71,0	42,0	47,8	69,2	79,5	1,41	0,79	1,14	0,53	1,15	0,88
	16	19,6	23,0	53,1	64,8	74,8	84,0	1,18	0,26	1,22	0,72	1,12	0,93
	17	39,0	45,4	62,4	82,1	67,5	59,2	1,16	0,50	1,32	0,91	0,88	0,66
	18	43,3	48,1	57,9	59,5	51,1	42,6	1,11	0,53	1,03	0,66	0,83	0,47
	19	70,1	77,9	61,2	51,7	18,9	0,0	1,11	0,87	0,85	0,57	0,0	0,0
	20	64,2	74,7	12,1	0,0	69,0	81,1	1,16	0,83	0,0	0,0	1,18	0,90
	21	60,2	68,5	73,4	88,4	58,1	64,5	1,14	0,76	1,20	0,98	1,11	0,72
	22	68,1	66,1	75,5	86,8	65,4	67,4	0,97	0,73	1,15	0,96	1,03	0,75
	23	48,9	56,2	51,7	63,9	34,2	41,3	1,15	0,62	1,23	0,71	1,20	0,46
	24	54,4	65,5	52,7	63,5	67,0	89,4	1,20	0,73	1,20	0,71	1,33	0,99
	25	65,5	69,0	70,7	86,3	50,9	58,6	1,05	0,77	1,22	0,96	1,15	0,65
	26	64,3	72,3	34,6	42,3	74,8	88,0	1,12	0,80	1,22	0,47	1,18	0,98
	27	23,0	27,0	66,9	79,6	42,6	52,0	1,18	0,30	1,19	0,88	1,22	0,58
	28	72,9	84,8	31,9	34,3	59,0	70,2	1,16	0,94	1,08	0,38	1,19	0,78
	29	78,8	87,5	51,7	63,0	57,2	53,4	1,11	0,97	1,22	0,70	0,93	0,59
	30	29,9	34,8	55,4	66,0	18,8	18,6	1,16	0,39	1,19	0,73	0,99	0,21
	31	35,2	39,5	25,9	32,4	50,6	69,3	1,12	0,44	1,25	0,36	1,37	0,77

Таблица 3.19 - Средние суточные значения часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей, а также коэффициенты выполнения работ и реализации технического потенциала трех КДМ марки КамАЗ 65115, единицы измерения производительности м²/ч ·1000

Месяц	Число	ПЭп до 5 лет	ПЭф до 5 лет	ПЭп от 5 до 10 лет	ПЭф от 5 до 10 лет	ПЭп более 10 лет	ПЭф более 10 лет	КвР до 5 лет	КРТП до 5 лет	КвР от 5 до 10 лет	КРТП от 5 до 10 лет	КвР более 10 лет	КРТП более 10 лет
Август	1	83,6	88,9	41,8	50,4	9,9	12,1	1,06	0,99	1,20	0,56	1,22	0,13
	2	55,9	65,0	63,5	60,4	35,5	49,3	1,16	0,72	0,95	0,67	1,39	0,55
	3	65,4	88,3	71,0	85,6	49,1	54,6	1,35	0,98	1,20	0,95	1,11	0,61
	4	89,6	89,6	59,7	70,3	52,2	64,4	1,00	1,00	1,18	0,78	1,23	0,72
	5	45,5	52,9	74,3	89,5	73,0	76,1	1,16	0,59	1,20	0,99	1,04	0,85
	6	57,1	64,1	73,2	84,2	11,7	13,9	1,12	0,71	1,15	0,94	1,19	0,15
	7	42,2	52,8	53,8	64,0	38,3	47,3	1,25	0,59	1,19	0,71	1,23	0,53
	8	13,8	16,3	76,3	88,8	58,2	69,3	1,18	0,18	1,16	0,99	1,19	0,77
	9	41,9	48,8	18,9	26,6	34,7	46,9	1,16	0,54	1,41	0,30	1,35	0,52
	10	56,6	63,6	76,4	88,8	36,9	52,0	1,12	0,71	1,16	0,99	1,41	0,58
	11	62,0	72,1	57,8	65,6	57,7	70,4	1,16	0,80	1,14	0,73	1,22	0,78
	12	57,6	77,8	49,2	58,6	41,9	45,5	1,35	0,86	1,19	0,65	1,09	0,51
	13	72,8	82,7	67,6	83,4	65,8	77,5	1,14	0,92	1,23	0,93	1,18	0,86
	14	58,2	64,7	65,7	83,1	68,7	83,8	1,11	0,72	1,27	0,92	1,22	0,93
	15	71,9	83,6	61,1	59,9	54,7	66,7	1,16	0,93	0,98	0,67	1,22	0,74
	16	48,2	57,4	30,4	33,8	60,1	70,7	1,19	0,64	1,11	0,38	1,18	0,79
	17	74,1	83,2	54,6	71,9	10,8	14,3	1,12	0,92	1,32	0,80	1,32	0,16
	18	60,1	78,0	32,9	37,0	56,4	74,3	1,30	0,87	1,12	0,41	1,32	0,83
	19	40,8	45,8	65,6	66,3	63,6	77,6	1,12	0,51	1,01	0,74	1,22	0,86
	20	51,6	67,0	62,4	57,8	27,1	30,5	1,30	0,74	0,93	0,64	1,12	0,34
	21	65,6	78,0	61,9	44,6	55,0	67,9	1,19	0,87	0,72	0,50	1,23	0,75
	22	61,6	70,8	9,4	0,0	74,1	83,3	1,15	0,79	0,0	0,0	1,12	0,93
	23	48,7	54,1	54,3	60,3	67,5	82,4	1,11	0,60	1,11	0,67	1,22	0,92
	24	73,4	82,5	56,8	70,1	56,3	68,7	1,12	0,92	1,23	0,78	1,22	0,76
	25	69,5	84,8	47,6	46,3	69,8	78,4	1,22	0,94	0,97	0,51	1,12	0,87
	26	77,6	61,2	57,2	63,6	44,4	52,2	0,79	0,68	1,11	0,71	1,18	0,58
	27	41,0	0,0	58,4	74,9	65,6	73,8	0,0	0,0	1,28	0,83	1,12	0,82
	28	58,3	69,4	50,5	60,8	63,6	64,3	1,19	0,77	1,20	0,68	1,01	0,71
	29	66,1	66,1	78,0	89,7	54,5	44,9	1,00	0,73	1,15	1,00	0,82	0,50
	30	71,8	71,8	19,5	22,4	50,8	33,5	1,00	0,80	1,15	0,25	0,66	0,37
	31	48,4	55,6	64,1	72,0	10,3	0,0	1,15	0,62	1,12	0,80	0,0	0,0

3.6. Определение эксплуатационной производительности выбранных НТТМ по известным расчетным зависимостям (эксплуатационной расчетной производительности). Оценка эффективности экспериментального и расчетного методов определения эксплуатационной производительности

В предыдущем разделе был рассмотрен вопрос об определении средней часовой производительности НТТМ за сутки в течение рассматриваемого периода [34] времени через плановые и фактические объемы работ. Были определены фактические коэффициенты выполнения объемов работ ($K_{ВР}$), и коэффициенты реализации технического потенциала ($K_{ТГ}$) выбранных НТТМ.

Анализ проделанной работы показал актуальность исследований, так как в рамках эксперимента удалось получить объективные данные по работе НТТМ на конкретных объектах. Также была оценена «эффективность и объективность полученных результатов путем анализа (сравнения) с одноименными результатами, полученными расчетным способом» [41], а именно сравнить данные эксплуатационной фактической производительности, полученные экспериментальным путем с данными эксплуатационной производительности, полученными путем расчета по известным зависимостям. Назовем данную производительность – эксплуатационная расчетная производительность. Для достижения поставленной цели необходимо поставить и решить следующие задачи:

1. «Проанализировать работу выбранных НТТМ на конкретных объектах для выбора правильного пути расчета эксплуатационной производительности, что обусловлено различным принципом действия НТТМ (циклический, непрерывный). Проводимое исследование опирается, прежде всего, на работу выбранных НТТМ на конкретных дорожных объектах, что, в свою очередь, требует максимального внимания для учета

обстоятельств, которые влияют или могут влиять на работу НТТМ» [41].

2. «Обосновать установленные расчетные зависимости эксплуатационной производительности, наибольшим образом отражающие работу выбранных НТТМ на объектах» [41].

3. «Определить по выбранным расчетным зависимостям среднюю часовую эксплуатационную производительность за одни сутки в течение одного года для выбранных НТТМ в рассматриваемый период» [41].

4. «Проанализировать полученные рассчитанные значения средней часовой эксплуатационной производительности за одни сутки в рассматриваемый период для выбранных НТТМ и сравнить их с полученными ранее в результате эксперимента аналогичными значениями средней часовой эксплуатационной фактической производительности» [41].

5. «Дать оценку эффективности каждого способа определения эксплуатационной производительности выбранных НТТМ с помощью коэффициента сходимости выбранных НТТМ» [41].

По первой задаче: «экскаваторы-погрузчики, экскаваторы бульдозеры, автогрейдеры, автокраны, автовышки работали по циклическому принципу действия, остальные выбранные НТТМ – по непрерывному принципу действия.

Практический опыт доказал ранее, что некоторые НТТМ могут работать как по циклическому принципу действия, так и по непрерывному принципу действия, коим является автогрейдер. Если рассматривать работу автогрейдера на нулевых циклах, то он больше используется как бульдозер, то есть как машина циклического принципа действия, на других этапах, когда осуществляется профилирование основания или откосов дороги, то автогрейдер больше работает как НТТМ непрерывного действия. При этом возможны переходные режимы» [41].

«Опытным путем также выявлено, что независимо от того, по какому принципу работает НТТМ, ее техническая производительность не может

превышать значения, определенного для конкретных условий эксплуатации. Это объясняется техническими характеристиками конкретной НТТМ, одинаковыми условиями работы (разрыхлением грунта и т.д.). С технической точки зрения это означает, что при работе НТТМ на разных объектах техническая производительность может отличаться» [41].

По второй задаче: проанализируем известные зависимости определения эксплуатационной производительностей НТТМ. Эксплуатационная расчетная производительность для машин для земляных работ, а также для грузоподъемных машин определялась как для машин циклического действия [45,53,55]. Эксплуатационная расчетная производительность для машин асфальтовой группы (дорожные фрезы, асфальтоукладчики, автогудронаторы); для машин для уплотнения поверхностей комбинированных и грунтовых катков); для машин для содержания АД, а также для машин для нанесения горизонтальной дорожной разметки определялась как для машин непрерывного действия [41]. Выбранные зависимости для определения эксплуатационной расчетной производительности выбранных НТТМ приведены в табл. 3.20.

После того, как были выбраны расчетные зависимости эксплуатационной производительности выбранных НТТМ по данным зависимостям, был осуществлен для них расчет средних значений часовой эксплуатационной производительности за одни сутки в течение рассматриваемого периода.

Таблица 3.20 - Зависимости, позволяющие определить часовую эксплуатационную расчетную производительность [35] выбранных дорожных машин

№ п/п	Наименование НТТМ	Формула	Обозначение
1	Экскаватор-погрузчик, экскаватор	$П_{Эр} = \frac{3600 \cdot q \cdot k_n \cdot k_c \cdot k_e}{T_{ц} \cdot k_p}, [M^3 / ч]$	<p>q – вместимость ковша, M^3; k_n – коэффициент наполнения ковша (0,8...1,2); k_c – коэффициент совмещения операций (1,0...1,2); k_b – коэффициент использования рабочего времени, $k_b=(0,75...0,80)$; k_p – коэффициент разрыхления материала (1,1...1,3); $T_{ц}$ – время цикла, с.</p>
2	Грейдер, бульдозер	$П_{Эр} = \frac{3600 \cdot V_r \cdot k_{п} \cdot k_e}{T_{ц} \cdot k_p}, [M^3 / ч]$ $T_{ц} = \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_{п}}{V_{п}} + \frac{l_0}{V_0} + t + t_{п} + t_0$ $k_{п} = 1 - (0,003...0,006)l_{п}$ $V_r = \frac{L \cdot H^2}{2} \cdot k_{np}$	<p>V_r – объем грунта перед отвалом в призме волочения, перемещаемый грейдером, бульдозером за один цикл, M^3; $k_{п}$ – коэффициент потери грунта, зависящий от расстояния перемещения ($l_{п}$, м); k_b – коэффициент использования рабочего времени, $k_b=(0,85...0,90)$; $T_{ц}$ – время цикла, с; $l_p, l_{п}, l_0$ – длина пути резания, перемещения и обратного хода, м; $t, t_{п}, t_0$ – продолжительность одного поворота, переключения передач и опустошения отвала, с; $V_p, V_{п}, V_0$ – скорость движения при резании, перемещении и обратном ходе, м/с; L – длина отвала, м; H – высота отвала, м; k_{np} – коэффициент пропорциональности $k_{np}=(1,3...1,2)$ для связных и $k_{np}=(0,9...0,7)$ для несвязных грунтов</p>

Таблица 3.20 продолжение

№ п/п	Наименование НТТМ	Формула	Обозначение
3	Автокран/авто-вышка	$П_{\text{Эр}} = Q \cdot n \cdot k_r \cdot k_g, [m / \text{ч}]$	Q – грузоподъемность, т; n – число циклов совершаемых за 1 час; k_r – коэффициент использования по грузоподъемности; k_g – коэффициент использования по времени в течение смены, (0,75-0,85)
4	Дорожная фреза	$П_{\text{Эр}} = 60 \cdot H_{\text{ф}} \cdot V_{\text{ф}} \cdot k_g, [M^2 / \text{ч}]$	$H_{\text{ф}}$ – машинная ширина фрезерования, м; $V_{\text{ф}}$ – скорость фрезерования, м/мин; k_g – коэффициент использования по времени, ($k_g = 0,75-0,85$)
5	Асфальтоукладчик	$П_{\text{Эр}} = V_p \cdot b_{\text{min}} \cdot k_{\text{зy}} \cdot k_{\text{сл}} \cdot k_g, [M^2 / \text{ч}]$	V_p – рабочая скорость укладки смеси, м/ч; b_{min} – минимальная ширина полосы укладки; $k_{\text{зy}}$ – коэффициент запаса на уплотнение $k_{\text{зy}}=1,25$ $k_{\text{сл}}$ – коэффициент, учитывающий толщину укладки слоя, $k_{\text{сл}}=0,7$; $k_g=0,75$ – коэффициент использования по времени.
6	Автогудронатор	$П_{\text{Эр}} = b_{\text{ш}} \cdot k_g \cdot V_{\text{раб}}, [M^2 / \text{ч}]$	$b_{\text{ш}}$ – рабочая ширина обрабатываемого участка, м; $V_{\text{раб}}$ – рабочая скорость движения, м/ч; k_g – коэффициент использования по времени $k_g=0,75-0,85$.
7	Дорожные катки (комбинированные, грунтовые)	$П_{\text{Эр}} = \frac{L \cdot (B - A) \cdot k_g}{\left(\frac{L}{V} + t\right)} \cdot n, [M^2 / \text{ч}]$	L – длина захвата, м; B – ширина вальца, м; A – величина перекрытия слоев, м; $A=0,2$ м; k_g – коэффициент использования по времени, $k_g=0,8$; V – скорость движения катка, м/ч; t – время маневрирования ($t=0,02$); n – число проходов катка по одному следу, необходимое для уплотнения.

Таблица 3.20 окончание

№ п/п	Наименование НТТМ	Формула	Обозначение
8	Коммунальная дорожная машина для содержания автомобильных дорог	$P_{\text{Эр}} = 3600 \cdot b_{\text{ш}} \cdot V_{\text{раб}} \cdot k_{\text{в}}, [M^2 / \text{ч}]$	$b_{\text{ш}}$ – ширина полосы дороги, обрабатываемой за один проход, м; $V_{\text{раб}}$ – рабочая скорость движения, м/ч; $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования по времени $k_{\text{в}}=0,75-0,85$.
9	Машины для нанесения горизонтальной дорожной разметки	$P_{\text{Эр}} = 1000 \cdot V_{\text{раб}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{тг}}, [M / \text{ч}]$	$V_{\text{раб}}$ – рабочая скорость движения, км/ч; $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования по времени $k_{\text{в}}=0,75, k_{\text{в}}=0,75$; $k_{\text{тг}}$ – коэффициент технической готовности, $k_{\text{тг}}=0,75 [35,41]$

Назовем полученные значения – средняя часовая эксплуатационная расчетная производительность за сутки в течение рассматриваемого периода (за один год с ноября 2019 года до ноября 2020 года, см. выше). Для примера в табл.3.21 приведены полученные значения средней часовой эксплуатационной производительности за сутки в течение первых семи дней июля 2020 года работы на объектах только девяти НТТМ разных функциональных и возрастных групп.

Для удобства анализа полученных экспериментальных значения были построены графические зависимости, на которых пунктирно-точеными линиями, соответственно, зеленого, синего и красного цветов показаны изменения средних значений часовой эксплуатационной расчетной производительности за сутки в течение одного месяца (по месяцам) для выбранных машин.

Сплошными линиями, соответственно зеленого, синего и красного цветов изображены изменения средних значений часовой эксплуатационной фактической производительности, полученных ранее при проведении эксперимента для машин трех возрастных групп [41].

Таблица 3.21 - Средние значения часовой эксплуатационной расчетной производительности выбранных девяти дорожных машин за первые семь дней июля месяца [41]

Число	П _т	ПЭп до 5 лет	ПЭф до 5 лет	ПЭр до 5 лет	ПЭп от 5 до 10 лет	ПЭф от 5 до 10 лет	ПЭр от 5 до 10 лет	ПЭп 10 лети старше	ПЭф 10 лети старше	ПЭр 10 лети старше
ЖСВ 3СХ, м³/ч										
1	23,5	13,99	15,38	14,80	14,46	16,81	15,84	8,25	0,00	14,36
2	23,5	11,97	14,25	14,80	17,52	17,88	15,84	9,35	11,00	14,36
3	23,5	14,45	17,63	14,80	18,36	20,63	15,84	17,61	19,56	14,36
4	23,5	12,40	15,13	15,54	17,49	19,88	13,47	8,01	7,63	14,65
5	23,5	18,34	21,08	15,54	12,15	14,13	13,47	9,98	11,88	14,65
6	23,5	17,81	20,96	15,54	16,00	19,75	13,47	12,04	13,38	14,65
7	23,5	16,74	20,67	13,32	12,42	11,94	13,62	13,85	15,92	16,28
Volvo ABG P6820С, м²/ч										
1	250	121,58	141,38	148,50	205,13	227,92	178,20	52,62	59,13	165,00
2	250	91,64	111,75	148,50	119,27	140,31	178,20	87,44	100,50	176,55
3	250	158,96	148,56	148,50	139,07	165,56	178,20	160,58	188,92	176,55
4	250	186,78	217,19	153,45	103,66	142,00	169,95	145,72	169,44	176,55
5	250	169,70	223,29	153,45	162,44	193,38	169,95	153,30	174,21	173,25
6	250	161,03	209,13	153,45	178,93	210,50	169,95	102,20	127,75	173,25
7	250	147,19	179,50	181,50	141,21	174,33	173,25	159,77	197,25	173,25
КамАЗ 65115, м²/ч ·1000										
1	90	41,89	59,00	64,54	58,89	66,17	74,58	42,82	50,38	76,01
2	90	74,28	81,63	64,54	31,32	43,50	72,43	41,19	49,63	76,01
3	90	65,85	81,29	64,54	39,06	36,50	72,43	47,72	56,81	69,56
4	90	38,64	46,00	64,54	57,59	65,44	72,43	50,47	60,08	69,56
5	90	51,01	57,31	64,54	52,05	70,33	73,15	37,67	53,06	69,56
6	90	56,85	73,83	64,54	18,05	21,75	73,15	60,40	77,44	74,58
7	90	53,42	52,38	73,86	73,56	89,71	73,15	58,81	58,81	74,58

Линии зеленого цвета – это машины до 5 лет; линии синего цвета – это машины от 5 до 10 лет и линии красного цвета – это машины 10 лет и старше [47]. Техническая производительность выбранных машин

обозначена на графиках линией коричневого цвета [41]. Вышеуказанные зависимости в данном разделе представлены на рис. 3.1, 3.2, 3.3 для трех НТТМ разных функциональных групп.

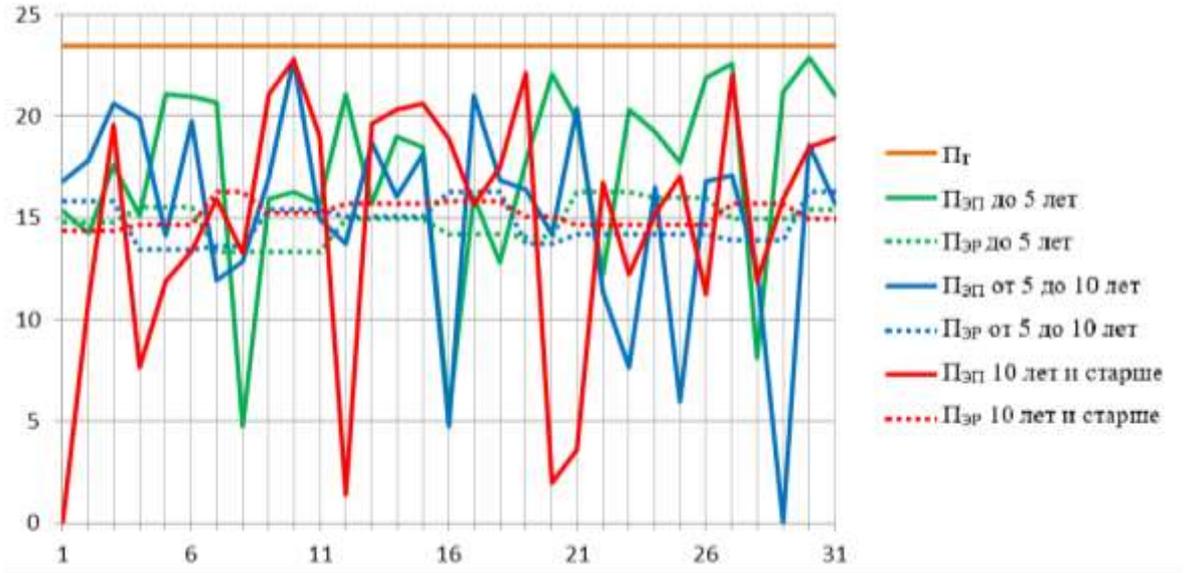


Рисунок 3.1 - График изменения средних значений часовой эксплуатационной расчетной (ПЭР) и фактической производительностей (ПЭФ) трех экскаваторов-погрузчиков марки JSV 3СХ по дням в течение июля 2020 г. [41]

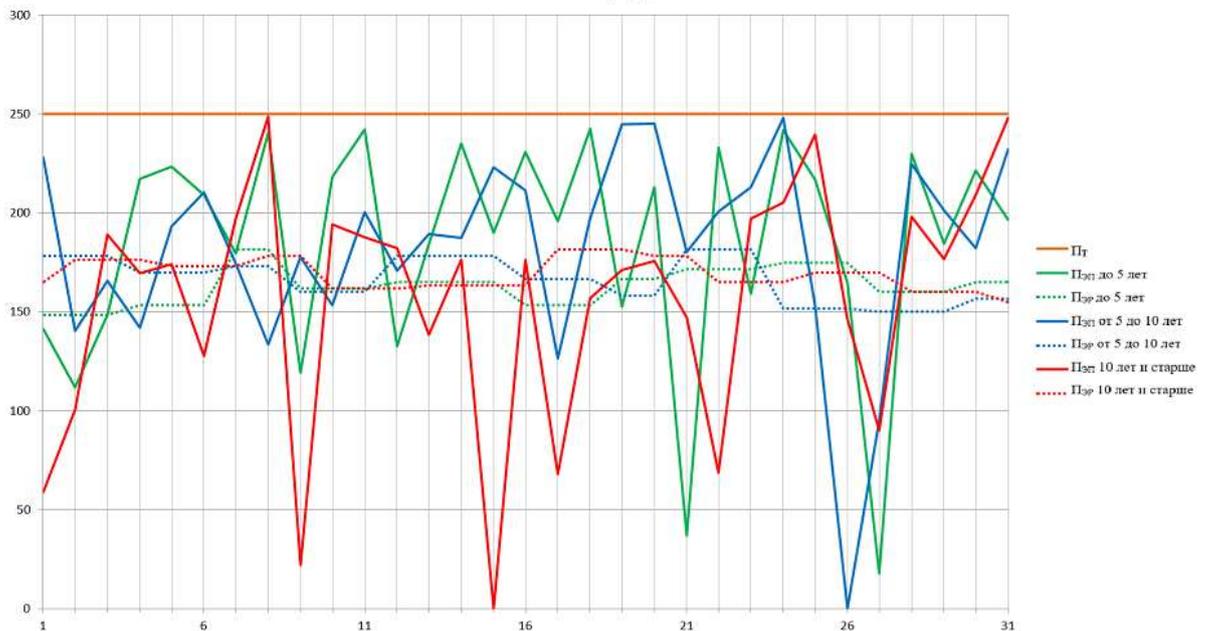


Рисунок 3.2 - График изменения средних значений часовой эксплуатационной расчетной и фактической производительностей трех асфальтоукладчиков Volvo ABG P6820С по дням в течение июля 2020 г. [41]



Рисунок 3.3 - График изменения средних значений часовой эксплуатационной расчетной и фактической производительностей трех машин на базе КамАЗ 65115 для содержания дорог по дням в течение июля 2020 г. [41]

После того, как были получены результаты решения первых трех поставленных задач. Можно перейти к решению двух последних поставленных задач – это проанализировать полученные значения и дать им оценку.

Для этого рассмотрим исходный для анализа материал. Мы имеем дело со средними значениями часовой эксплуатационной производительности за одни сутки в течение рассматриваемого периода (см. выше) для выбранных [41] НТТМ определенными экспериментальным и расчетном путями (или способами). Главной целью данного анализа является увидеть и показать эффективность и объективность каждого подхода к одному и тому же вопросу.

Распространенным вариантом решения ввиду простоты, отсутствия значительных временных затрат и высокой квалификации исполнителя является определение эксплуатационной производительности НТТМ по известным расчетным зависимостям. При этом недостатком считается высокая вероятность расхождения полученных расчетных значений и фактических значений эксплуатационной производительности (большая погрешность расчетов)» [35,41].

«Повысить точность определяемых значений возможно определением эксплуатационной производительности НТТМ через объемы работ (плановые, фактические), что позволяет непосредственно получить плановые и фактические значения эксплуатационной производительности в течение разных необходимых периодов времени» [35,41].

Для того чтобы дать количественную оценку двух разных подходов решения одной задачи – это определения эксплуатационной производительности выбранных НТТМ можно определить коэффициент выбора метода расчета по эксплуатационной расчетной и фактической производительностей выбранных НТТМ за рассматриваемый период и проанализировать полученные значения. Коэффициент выбора метода между эксплуатационной расчетной и фактической производительностей выбранных НТТМ за рассматриваемый период (k_{BMj}) может быть определен по следующей зависимости:

$$k_{BMj} = \frac{\Pi_{\text{ЭР}j}}{\Pi_{\text{ЭФ}j}}, \quad (3.6)$$

где $\Pi_{\text{ЭР}j}/\Pi_{\text{ЭФ}j}$ – среднее значения часовой эксплуатационной, соответственно, расчетной и фактической производительностей для каждой j -й выбранной дорожной машины за одни сутки ее работы в рассматриваемый период времени [38,44].

Полученные значения k_{BMj} для выбранных девяти НТТМ были сведены в табл.3.22.

«Анализ полученных значений коэффициента выбора метода k_{BMj} выбранных девяти НТТМ за один месяц их работы позволил сделать следующие выводы:

1. Если значение коэффициента выбора метода k_{BMj} , меньше единицы, то значение $\Pi_{\text{ЭР}}$ меньше, чем значение $\Pi_{\text{ЭФ}}$ [41]. Это, с технической точки зрения, означает, что если подходить к решению главной задачи, то есть к определению эксплуатационной производительности

расчетным путем по известным зависимостям, то в конкретный день работы будет с высокой степенью вероятности невыполнение плана работ конкретной НТТМ и перерасход топливо-эксплуатационных материалов и строительных материалов [41].

Таблица 3.22 - Значения коэффициента выбора метода k_{BMj} выбранных девяти дорожных машин за первые семь дней июля месяца [41]

Число	k_{BMj} до 5 лет	k_{BMj} от 5 до 10 лет	k_{BMj} 10 лет и старше
JCB 3CX			
1	0,96	0,94	0,00
2	1,04	0,89	1,31
3	0,84	0,77	0,73
4	1,03	0,68	1,92
5	0,74	0,95	1,23
6	0,74	0,68	1,10
7	0,64	1,14	1,02
Volvo ABG P682OC			
1	1,05	0,78	2,79
2	1,33	1,27	1,76
3	1,00	1,08	0,93
4	0,71	1,20	1,04
5	0,69	0,88	0,99
6	0,73	0,81	1,36
7	1,01	0,99	0,88
КамАЗ 65115			
1	1,09	1,13	1,51
2	0,79	1,67	1,53
3	0,79	1,98	1,22
4	1,40	1,11	1,16
5	1,13	1,04	1,31
6	0,87	3,36	0,96
7	1,41	0,82	1,27

2. Если значение коэффициента выбора метода k_{BMj} больше единицы, то значение $\Pi_{ЭР}$ больше, чем значение $\Pi_{ЭФ}$. Это, с технической точки зрения означает, что если опять же подходить к решению главной задачи, то есть к определению эксплуатационной производительности расчетным путем по известным зависимостям, то в конкретный день работы

будет с высокой степенью вероятности выполнение плана работ конкретной НТТМ и недоиспользование строительных и топливо-эксплуатационных материалов, так как их количество будет рассчитано на большое значение эксплуатационной производительности.

3. Если значение коэффициента выбора метода $k_{ВМj}$ равно единице, то мы имеем дело с идеальной ситуацией сходимости, когда значения $П_{ЭР}$ равно значению $П_{ЭФ}$. В этой ситуации, с технической точки зрения, мы имеем дело с высокой вероятностью выполнения плана работ, при этом перерасход или недоиспользование имеющихся производственных ресурсов будут отсутствовать или будут незначительными [41].

4. Чем ближе значение коэффициента выбора метода $k_{ВМj}$ к единице, тем сходимость эксплуатационных производительностей, полученных расчетным и экспериментальным путями, будет выше. Причем значение может быть как больше, так и меньше единицы (см. выше). В данном случае при любом исходе минимизируется разница между двумя подходами при решении одной задачи, а значит, чем выше сходимость, тем эффективность способа определения эксплуатационной производительности расчетным путем выше и, соответственно, наоборот» [35,41].

Таким образом, экспериментальный путь определения эксплуатационной производительности более эффективен. Он заключается в определении эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ через объемы плановых и фактических работ и более точно отражает работу НТТМ на объектах. Имея свои небольшие недостатки, Определение эксплуатационной производительности по известным расчетным зависимостям широко применяется при планировании работ, поэтому представляется целесообразным применять способ определения эксплуатационной расчетной производительности при предварительных оценках объемов работ, при выборе НТТМ при

формировании парка НТТМ.

При обеспечении рабочего процесса НТТМ на конкретных объектах целесообразно применять способ определения эксплуатационной фактической производительности через плановые и фактические объемы работ, так как он более точно отражает сам рабочий процесс» [41] из-за привязанности к конкретным производственным объектам.

3.7. Построение годового банка данных работы выбранных НТТМ по их производительности. Анализ полученных результатов

«После того, как в результате интегрирования значений плановых и фактических объемов работ по времени были получены средние часовые значения эксплуатационной плановой и фактической производительностей рассматриваемых» [40] НТТМ по дням в течение рассматриваемого периода по месяцам, был осуществлен анализ полученных результатов [40]. Полученные зависимости (рис. 3.4., 3.5., 3.6.) представляют собой большой научный интерес и являются графическим отображением (частью банка данных) работы выбранных НТТМ на конкретных объектах, при этом данные, на основании которых построены графики, в общем виде включая накопленные данные по фактическому применению выбранных функциональных и возрастных групп НТТМ по назначению при их непрерывном мониторинге (сборе, анализе, накоплении, сохранении и передаче), формально уже являются цифровой тенью производственной эксплуатации [45,51,52]. Полученные данные позволяют исследовать связь по объемам работ через производительность.

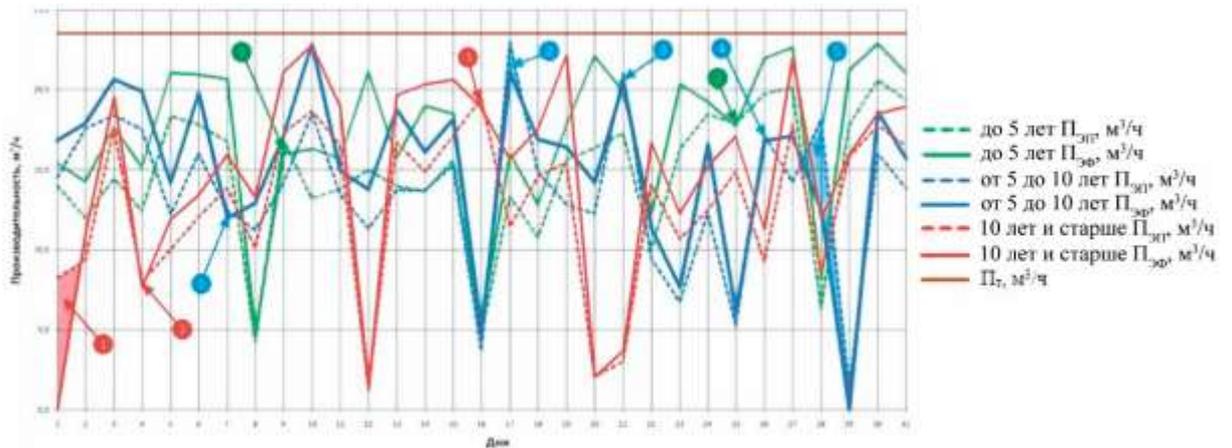


Рисунок 3.4 - График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей трех экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ по дням в течение июля 2020 года [41]

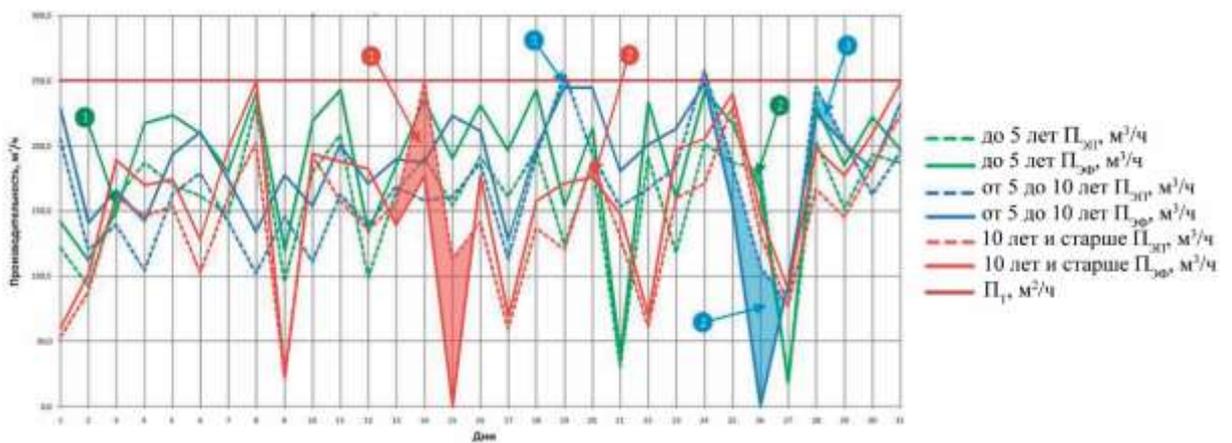


Рисунок 3.5 - График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P682OC по дням в течение июля 2020 года [41]

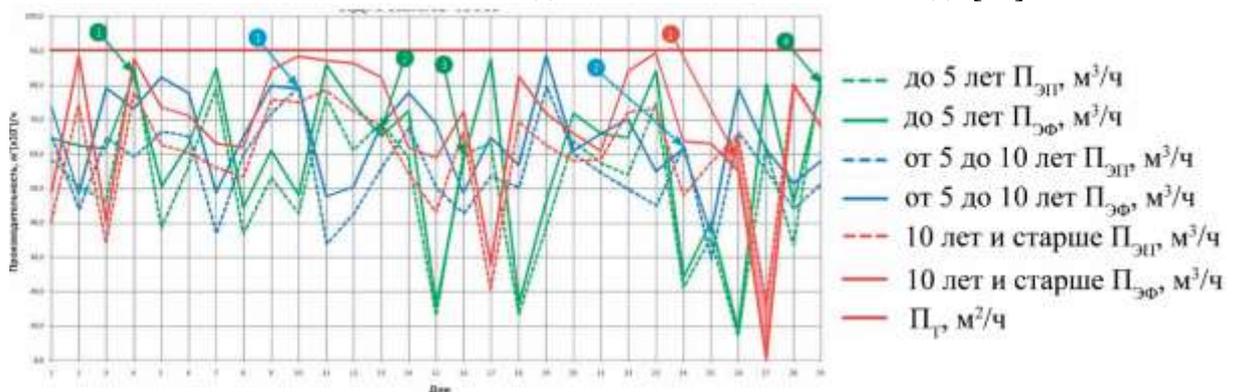


Рисунок 3.6 - График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей трех машин для содержания автомобильных дорог на базе КамАЗ 65115 по дням [41] в течение февраля 2020 года

Исследование полученных данных позволяет решить следующие

основные задачи:

1. «Увидеть и оценить применение НТТМ по назначению на объектах посредством сравнительного анализа определенных расчетным и экспериментальным путями технической, эксплуатационных плановой и фактической производительностей. На рис. 3.4, 3.5, 3.6 техническая производительность НТТМ, характеризующая этап проектирования и производства дорожной машины [40], показана сплошной линией коричневого цвета. Далее на каждом из указанных выше рисунков пунктирными (штриховыми) линиями показаны эксплуатационная плановая производительность, соответственно, зеленого цвета – машины до пяти лет; синего цвета от пяти до десяти лет и красного цвета машины десяти лет и старше. По тому же принципу сплошными линиями показаны эксплуатационные фактические производительности НТТМ трех возрастных групп [41,56,57]. В перспективе, а именно в условиях ПИВ и непрерывного мониторинга на КФИ, при накоплении данных в цифровой тени по каждой из полученных зависимостей можно увидеть все этапы жизненного цикла дорожной машины одной марки в ее динамике перехода между возрастными группами» [40].

2. «Установить места и участки выполнения (не выполнения) производственного плана каждой исследуемой НТТМ посуточно в рассматриваемый период [40]. Нормальной работой НТТМ при этом будет являться ситуация, когда среднее значение часовой эксплуатационной фактической производительности за сутки выше или равно аналогичному значению эксплуатационной плановой производительности, при этом не должно быть значительного превышения фактического значения по отношению к плановому значению [40,43,53]. Конкретный день и время суток, когда произошло критическое падение эксплуатационной фактической производительности дорожной машины ниже планового значения, считается местом невыполнения производственного плана»

[40]. Такие места определяются на графиках (см. выше рис. 3.4, 3.5, 3.6) пересечением сплошных и пунктирных линий одного цвета, когда, в большинстве случаев, динамика сплошной линии направлена вниз, а динамика пунктирной линии направлена вверх. Также возможны ситуации, когда динамика сплошной и пунктирной линии совпадают, то есть обе линии направлены вниз или вверх [40,43,53]. Образование подобных участков происходит при выходе из зон невыполнения производственного плана. Общим в данных ситуациях является тот факт, что сплошная линия соответствующего цвета должна находиться выше пунктирной линии также соответствующего цвета в местах их пересечения, при этом площадь зоны, образуемой их пересечением, и есть невыполненная фактическая производительность НТТМ. На рис. 3.4, 3.5, 3.6 можно увидеть нормальную (штатную) работу НТТМ, а также места и участки, когда эксплуатационная фактическая производительность НТТМ имеет значение ниже значения эксплуатационной плановой производительности НТТМ. Такие места на графиках показаны условными обозначениями в виде кружков со стрелочками соответствующего цвета для машин одной марки разных возрастных групп. Цифрами в кружках обозначается последовательность событий по факту критического снижения эксплуатационной фактической производительности по отношению к эксплуатационной плановой производительности рассматриваемых [34] НТТМ в течение рассматриваемого месяца. Кроме того, на графиках зоны, образуемые пересечением сплошных и пунктирных линий одного цвета, когда в начале таких зон динамика сплошной линии направлена вниз, а динамика пунктирной линии направлена вверх, наполнены заливкой соответствующего цвета для лучшего восприятия информации [40,41].

3. «Выявить причины и не допустить снижения или значительного превышения эксплуатационной фактической производительности в конкретных местах [40] посредством СММ НТТМ. Исключением в этой

ситуации может быть возникновение одного или нескольких отказов в работе НТТМ. Опять же, СММ НТТМ может в большинстве случаев эффективно способствовать предупреждению возникновению отказа (отказов) в работе НТТМ» [40]. Например, в результате мониторинга НТТМ и построения линии эксплуатационной фактической производительности несложно спрогнозировать высокую вероятность пересечения пунктирной и сплошной линии одного цвета еще до наступления данного события, что является сигналом и серьезным поводом усиления мониторинга конкретной НТТМ для изменения динамики эксплуатационной фактической производительности НТТМ [53]. Возможно, в такой ситуации необходима замена конкретной НТТМ другой или принятие иных оперативных решений. В этом и заключается смысл предупреждения и недопущения снижения эксплуатационной фактической производительности ниже планового значения. Необходимое и достаточное условие выполнения плановых объемов работ конкретной дорожной машины может быть выражено [40] следующим неравенством (равенством):

$$P_{ЭФ} \geq P_{ЭП}, \quad (3.7)$$

где $P_{ЭФ}$ и $P_{ЭП}$ – см выше

Значительное превышение эксплуатационной фактической производительности может привести к перерасходу имеющихся ресурсов, что, несмотря на выполнение производственного плана, может сильно повлиять на бюджет работ.

4. Определить фактические коэффициенты выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) и коэффициент реализации технического потенциала ($K_{РТП}$) выбранных НТТМ (см. п. 3.5).

В данном конкретном случае, если значение фактического коэффициента технического выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) больше единицы, то это свидетельствует о факте выполнения плана конкретной НТТМ за определенный день работы и, соответственно, наоборот, если

значение данного коэффициента меньше единицы. Кроме того, коэффициент выполнения объемов работ позволяет определить на сколько имело место переиспользование или недоиспользование технических производственных ресурсов при производстве работ на АД. Например, если для конкретной НТТМ $K_{ВР} = 1,2$, то это говорит о выполнении производственного плана конкретной НТТМ в течение рассматриваемого дня месяца, а также о переиспользовании необходимых производственных ресурсов на 20%. Речь идет о том, что на практике крайне редко бывает ситуация, когда коэффициент выполнения объемов работ НТТМ будет равен единице. Это идеальная ситуация. Поэтому переиспользование или недоиспользование имеющихся ресурсов является обычной рабочей ситуации при работе НТТМ на объектах, которую можно оценить с помощью коэффициента технического использования. Коэффициент реализации технического потенциала ($K_{РТП}$) в данном конкретном случае позволяет оценить количественно насколько реализуется технический потенциал конкретной НТТМ, заложенный в нее на этапах проектирования и производства, при работе на объектах. Например, если для конкретной НТТМ значение коэффициента технической готовности $K_{РТП}$ будет составлять 0,8, то это, с технической точки зрения, означает, что потенциал, заложенный в конкретную НТТМ в рассматриваемый день месяца, реализуется на 80%. Для примера на рис. 3.7–3.9 на гистограммах показаны значения $K_{ВР}$ и $K_{РТП}$ для экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ, асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820С и машин для содержания автомобильных дорог марки КамАЗ 65115 за июль 2020 года.

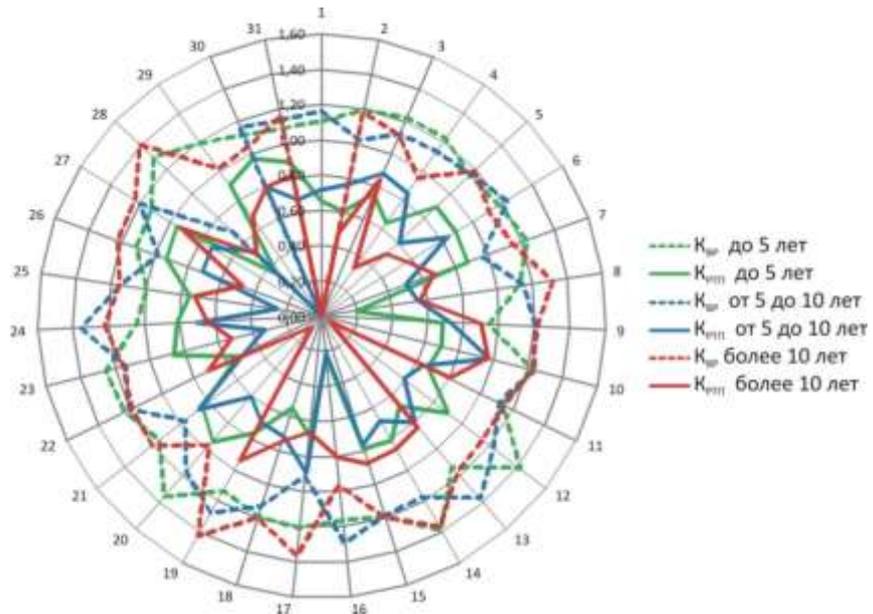


Рисунок 3.7 - Гистограмма значений $K_{вр}$ и $K_{ртп}$ для экскаватора-погрузчика марки JCB 3CX за июль 2020 года

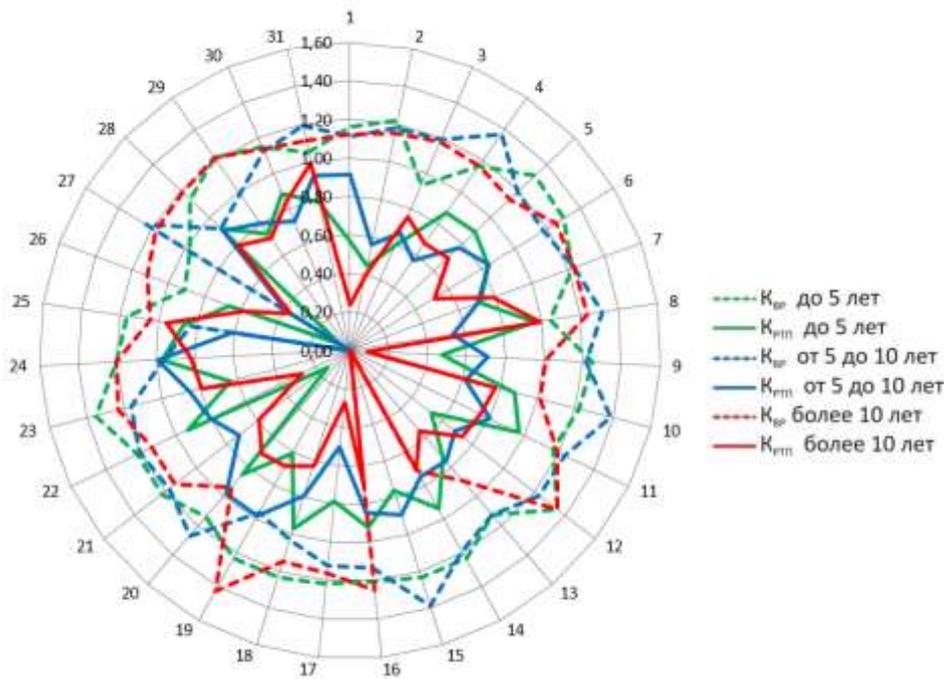


Рисунок 3.8 - Гистограмма значений $K_{вр}$ и $K_{ртп}$ для асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820C за июль 2020 года

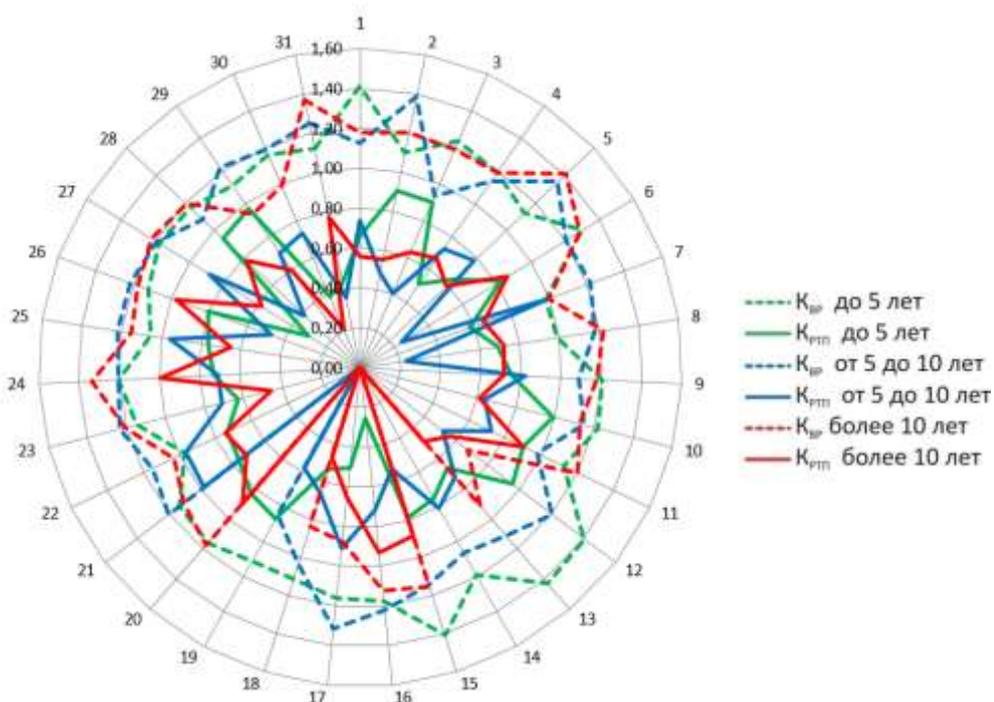


Рисунок 3.9 - Гистограмма значений $K_{вр}$ и $K_{рп}$ для машин для содержания автомобильных дорог марки КамАЗ 65115 3СХ за июль 2020 года

3.8. Выводы по Главе 3

Анализируя изложенный материал можно сделать вывод, что исследование связи между объемами работ и этапом эксплуатации в ЖЦ НТТМ через производительность, позволяет продолжить дальнейшую работу над вопросом обеспечения эффективности производства работ НТТМ, в том числе над вопросами прогнозирования производительности НТТМ, коэффициента сходимости [40,53], определения уровней состояния системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ и управлением (воздействием) на эту систему. Задачи, которые были решены в третьей главе, с одной стороны, позволили разработать концептуальный подход, который имея накопленную о работе НТТМ информацию, давал бы возможность прогнозировать наиболее важные (основные) параметры системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ, то есть позволял бы

прогнозировать работу НТТМ на конкретных объектах еще до начала ее работы. Для этого необходимо поэтапно решить следующие задачи:

1. Уметь быстро определять места критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ. Рассмотреть все возможные варианты и дать им оценку.

2. Выявить причины критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ.

3. Выбрать и обосновать способ и для прогнозирования критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ.

4. Определить показатели надежности выбранных НТТМ. Определить коэффициент технической готовности, технического использования и оперативной технической готовности выбранных НТТМ разными способами и дать им оценку.

5. Выбрать и обосновать параметры и критерии оценки системы обеспечения ЖЦ НТТМ.

6. Выбрать и обосновать математический аппарат для прогнозирования основных параметров системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ.

7. Применить выбранный математический аппарат и определить прогнозируемые параметры системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ, а также уровни состояния этой системы.

8. Оценить полученные результаты и определиться с направлением дальнейших исследований.

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЭПЭ НТТМ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ФАКТИЧЕСКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НТТМ И ЕЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

4.1. Графоаналитический метод выявления мест и участков критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности НТТМ

Ранее была установлена и доказана возможность обнаружения невыполнение плановых объемов работ, выбранных НТТМ в рассматриваемый период, как минимум, графическим и математическим способами [43]. В целях решения задачи прогнозирования вышеуказанных событий автором вводятся понятия «критического снижения и критического превышения фактической эксплуатационной производительности НТТМ» [43].

Критическое снижение фактической эксплуатационной производительности НТТМ – такое состояние системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации (СОЭПЭ), при котором суточное среднее часовое значение фактической эксплуатационной производительности становится ниже суточного среднего часового значения плановой эксплуатационной производительности дорожно-строительной машины (ДСМ)» [43]. Процесс перехода из рабочих ситуаций в критическую, когда фактическая и плановая эксплуатационные производительности максимально близки друг к другу (равны) и вызывает особый научный интерес. Несмотря на то, что критическое снижение фактической эксплуатационной производительности уже является фактом невыполнения плановых объемов работ в течение одних суток» [43], главной задачей остается дальнейшая коррекция работы конкретной ДСМ,

т.е. задача оперативного управления. Принимая во внимание отсутствие фактов недоиспользования или переиспользования имеющихся производственных ресурсов, что в практической эксплуатации не происходит или происходит в исключительных случаях, по оценке времени процесса – мгновенно, подобная ситуация с равновесием фактической и плановой эксплуатационной производительностями ДСМ считается идеальной [43].

«Анализируя полученные данные исследований выявлено, как минимум, три возможные ситуации критического снижения фактической эксплуатационной производительности на практике при работе ДСМ» [43]. «Объединяющим фактором является пересечение линий фактической и плановой производительностей, после которого линия плановой эксплуатационной производительности находится над линией фактической эксплуатационной производительности дорожно-строительных машин. Главное отличие – динамика линий. На рис.4.1 представлены ситуации пересечений линий фактических и плановых значений эксплуатационных производительностей ДСМ с разной динамикой при критическом снижении значений фактической эксплуатационной производительности» [43,47].

Переходим к критическому повышению фактической эксплуатационной производительности ДСМ, представляющему собой такое состояние СОЭПЭ, когда суточное среднее часовое значение фактической эксплуатационной производительности ДСМ становится выше суточного среднего часового значения плановой эксплуатационной производительности ДСМ на 25% и более» [43].

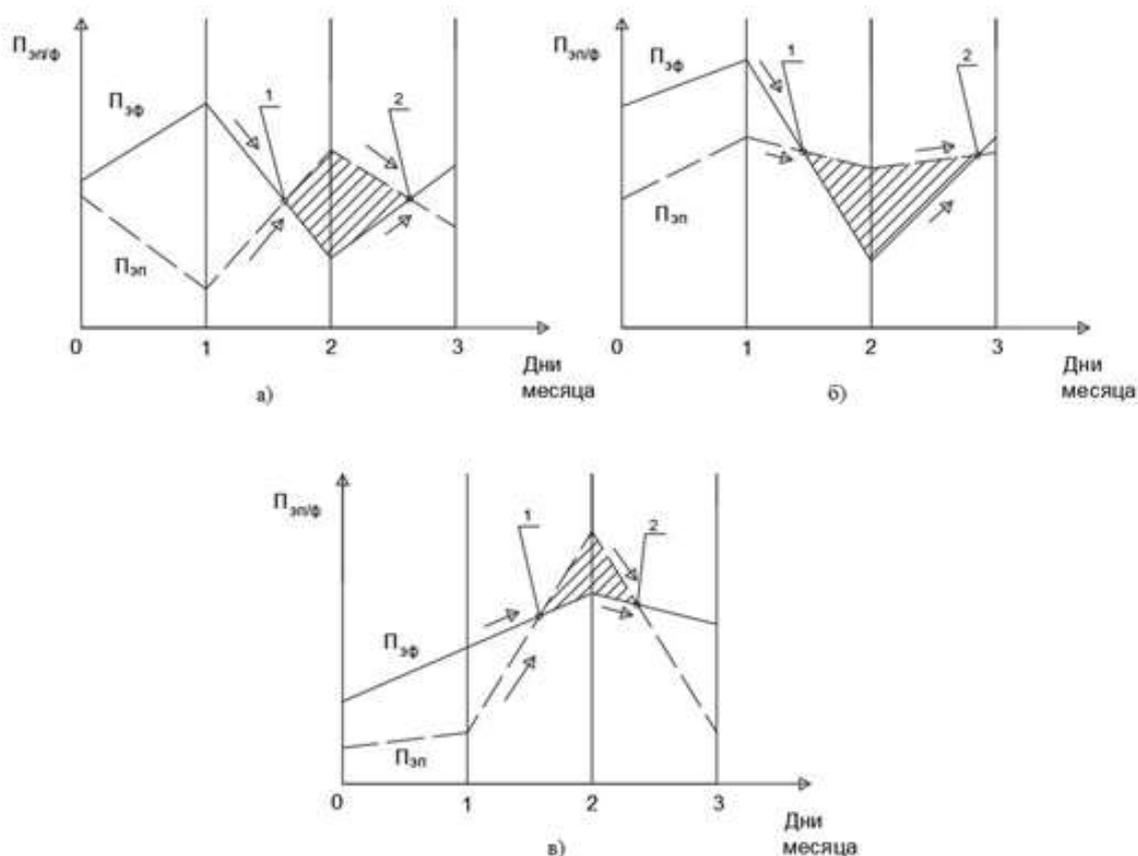


Рисунок 4.1 - Ситуации пересечений линий фактических и плановых значений эксплуатационных производительностей дорожно-строительных машин с разной динамикой при критическом снижении значений фактической эксплуатационной производительности:

а) динамика $P_{ЭП}$ вверх, $P_{ЭФ}$ вниз;

б) динамика $P_{ЭП}$ вниз, $P_{ЭФ}$ вниз;

в) динамика $P_{ЭП}$ вверх, $P_{ЭФ}$ вверх.

 – невыполненная эксплуатационная производительность дорожно-строительных машин;

1 и 2 – соответственно, начало и конец участков невыполнения требуемых объемов работ

«Первое, что необходимо отметить, при критическом повышении фактической эксплуатационной производительности ДСМ уже рассматривается ситуация, когда имеет место выполнение плановых объемов работ. Поэтому подобная ситуация уже не всегда реально рассматривается на производстве, так как в борьбе за выполнение плановых объемов работ, данная ситуация перемещается на второй план» [43].

«Во-вторых, важно обосновать 25%-й рубеж значения фактической эксплуатационной производительности. В условиях современного производства, где имеющийся потенциал позволяет вести анализ работы

ДСМ в онлайн режиме, отказываться от контроля над ситуацией на производстве просто не представляется возможным и допустимым. При этом критическое повышение фактической эксплуатационной производительности рассматриваемых ДСМ в меньшей степени оказывает негативное влияние на производственный процесс, чем критическое снижение фактической эксплуатационной производительности рассматриваемых ДСМ» [43,47]. Проявляется рассматриваемым факт не сразу, как при критическом снижении фактической эксплуатационной производительности [43,47], что связано с недоиспользованием и, соответственно, с переиспользованием имеющихся производственных ресурсов. Переиспользование ресурсов связано, прежде всего с упомянутым ранее недостижимым даже в течение непродолжительного времени на практике равновесием между фактическими и плановыми значениями эксплуатационных производительностей. В связи с этим процесс необходимо оценить количественно, что представляется возможным с помощью анализа фактических значений коэффициента выполнения объемов работ ($K_{ВР}$), который в случаях критического повышения фактической эксплуатационной производительности рассматриваемых ДСМ будет всегда иметь значение больше единицы (табл.3.9.1 – 3.9.9 и рис.3.11–3.13) [43]. Останется определить границу, выше которой будет считаться повышение фактической эксплуатационной производительности рассматриваемых ДСМ критическим. В ходе практических (натурных) наблюдений (в рамках заключенных договоров на исследования) установлено, что данный рубеж должен составлять не ниже 25%, что продиктовано прежде всего большим количеством случайных факторов при работе ДСМ и сложностью, даже невозможностью, удержать повышение значений фактической эксплуатационной производительности ниже 25% от нормы – планового значения в конкретный момент времени в условиях реального производства в течение длительного периода. Таким образом, целесообразно считать, критическое повышения фактической эксплуатационной производительности рассматриваемых машин при значении коэффициента реализации технического потенциала ($K_{РТП}$) от 1,25 и выше» [43].

«Как было упомянуто ранее, анализ полученных результатов позволил выявить как минимум три возможных ситуации критического повышения фактической эксплуатационной производительности на

практике при работе ДСМ. Объединяющим фактором является пересечение линий фактической и плановой производительностей, после которого линия плановой эксплуатационной производительности находится над линией фактической эксплуатационной производительности дорожно-строительных машин. Главное отличие – динамика линий. На рис. 4.2 представлена ситуация пересечения линий фактических и плановых значений эксплуатационной производительностей ДСМ с разной динамикой при критическом повышении значений фактической эксплуатационной производительности» [43,47].

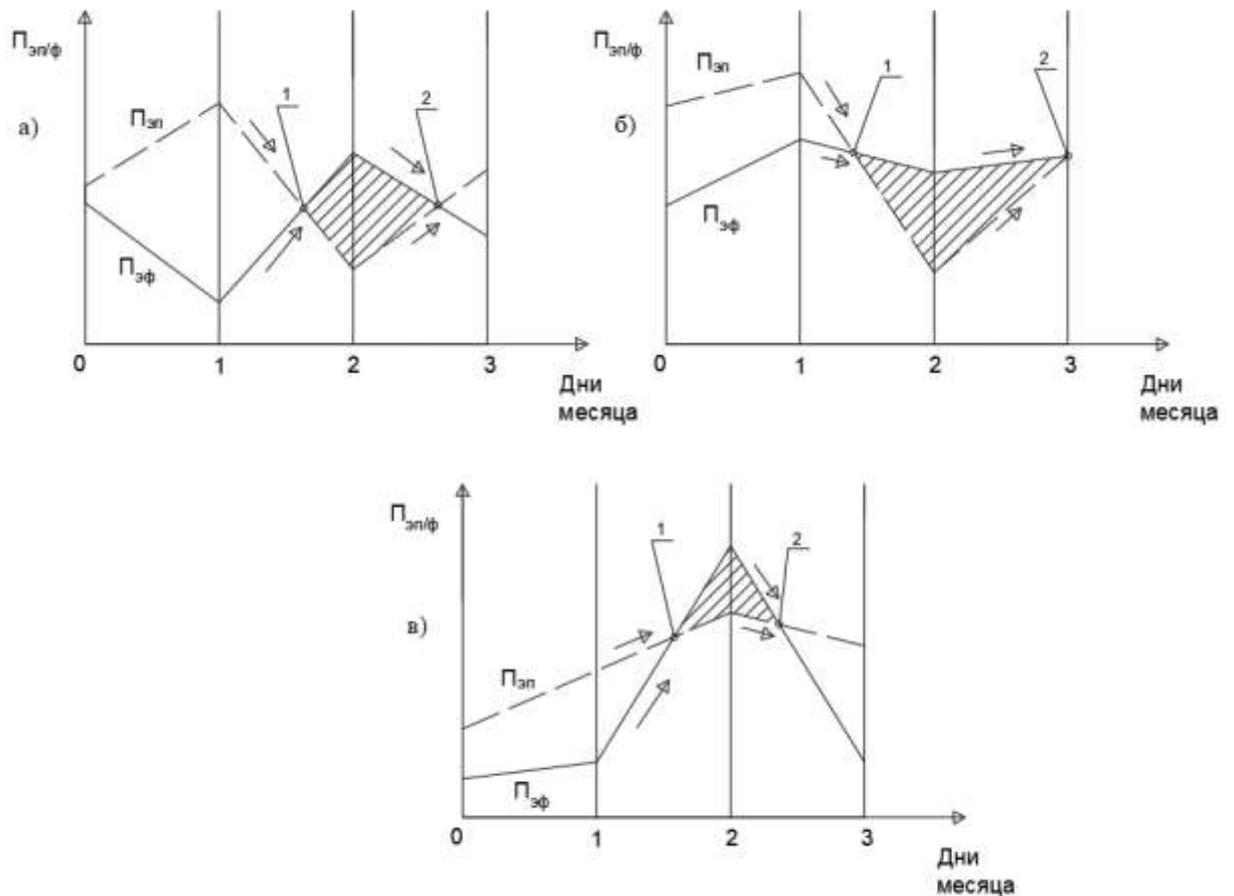


Рисунок 4.2 - Ситуации пересечений линий фактических и плановых значений эксплуатационных производительностей дорожно-строительных машин с разной динамикой при критическом повышении значений фактической эксплуатационной производительности:

а) динамика $P_{эф}$ вверх, $P_{эп}$ вниз;

б) динамика $P_{эф}$ вниз, $P_{эп}$ вниз;

в) динамика $P_{эф}$ вверх, $P_{эп}$ вверх.

 - перевыполненная эксплуатационная производительность дорожно-строительных машин;

1 и 2 – соответственно, начало и конец участков перевыполнения требуемых объемов работ

Вкупе вышеизложенное, позволяет обобщить следующие научные результаты.

1. Вне зависимости от места работы ДСМ в комплексе СРКРРиС АД может быть три состояния баланса системы фактической и плановой эксплуатационной производительности машин:

- нормальная рабочая ситуация, когда происходит выполнение планируемых объемов работ, тогда значение коэффициента выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) находится в диапазоне $K_{ВР} = 1,0 \dots 1,25$;
- критическое снижение
- критическое повышение значений фактической эксплуатационной производительности ДСМ.

В обоих случаях значение коэффициента технического выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) будут иметь значение меньше единицы или, соответственно, от 1,25 и выше» [43].

2. «Предлагаемая методика позволяет опытным путем выявлять места и дни работы ДСМ, со случаями выявления критического снижения или превышения фактической эксплуатационной производительности» [43].

3. «Предлагаемая методика позволяет предупреждать и не допускать факты критического снижения или превышения фактической эксплуатационной производительности ДСМ путем постоянного мониторинга и анализа получаемой информации по ПИВ» [43].

4. «В случае возникновения случаев критического снижения или повышения фактической эксплуатационной производительности предлагаемая методика предусматривает коррекционные действия в работе ДСМ посредством изменения тактики производственного процесса и принятием соответствующих объективных решений, направленных на изменение критической ситуации» [43].

«При любом виде работ комплекса СРКРРиС АД неизбежно в рабочем порядке осуществляются производственные контрольные операции, необходимые для реализации данного подхода.

Проведенное исследование доказало, что данный подход в условиях любого конкретного производства, где осуществляется эксплуатация ДСМ, применим и требует дальнейшего развития» [43].

4.2. Установление причин критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ

На базе данных, полученных в ходе непрерывного мониторинга производственной эксплуатации НТТМ, в рамках заключенных договоров на выполнение исследований, на обследуемых предприятиях методом экспертных оценок было установлено два основных вида «причин критического снижения эксплуатационной фактической производительности» [40]: это производственные и эксплуатационные причины. К производственным причинам можно отнести ошибки при планировании объемов работ и возникновение нештатных ситуаций. Между указанными причинами есть много общего, но есть вещи, которые четко ставят границу между ними. По ошибкам планирования это, прежде всего:

1. недостаточное предварительное геодезическое исследование;
2. неправильная оценка имеющей инфраструктуры объекта работы;
3. неправильно оценка расхода строительных материалов (не учитывается влажность, разрыхление строительных материалов, грунта и т.д.).

К нештатным ситуациям при планировании объемов работ можно отнести:

1. обнаружение больших камней – валунов, посторонних предметов, несанкционированной свалки мусора, подводных течений при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования;

2. неблагоприятные погодные изменения на объекте и т. д.

К эксплуатационным причинам можно отнести все вопросы связанные с технической эксплуатацией НТТМ при работе на конкретных объектах. Главным образом, это связано с несоблюдением основных

принципов по формированию парков НТТМ при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования, для устранения эксплуатационных причин следует рекомендовать следующие меры:

1. Необходимо стремиться к тому, чтобы НТТМ как можно больше были привязаны и работали на однотипных рабочих объектах дороги, т.е. находились в примерно равных условиях производственной среды;

2. Необходимо стремиться закупать НТТМ или машины функциональной группы одной марки, одного типа и одного принципа действия;

3. Необходимо на работы большого объема по возможности ставить либо новые НТТМ или НТТМ, который недавно прошли ТО и ремонт;

4. Необходимо на работы малого и среднего объема ставить НТТМ средней (второй) и старшей возрастных групп (см. выше) или НТТМ, ожидающие ТО и ремонт;

5. Необходимо закупать НТТМ (или стремиться к этому) с увеличенными межсервисным интервалом;

6. Необходимо закупать НТТМ с максимальной автоматизацией рабочих процессов с возможностью перехода на ручной режим и обратно;

7. Несмотря на предыдущий пункт, необходимо также закупать и машины без систем автоматизации рабочих процессов, но обязательно в требуемых количествах;

8. Необходимо вводить поэтапно или полностью гибкую систему ТО и ремонта НТТМ в зависимости от конкретных условий эксплуатации, получаемых от КФИ по ПИВ, в том числе с учетом ЦД НТТМ;

9. Необходимо искать объекты работа в максимальной близости друг от друга. Это позволит уменьшить затраты на перебазировку НТТМ с одной стороны и с другой стороны сохраняются особенности региона, где работает НТТМ;

10. Необходимо постоянно вести мониторинг технического состояния НТТМ по ПИВ. Это позволит в итоге объективно определять дальнейшую стратегию по всем жизненно важным вопросам работы НТТМ на объектах;

11. Необходимо постоянно по ПИВ передавать данные о техническом состоянии НТТМ дилеру или его представителю. При отсутствии такой возможности необходимо формировать цифровую тень эксплуатации НТТМ. Это, с одной стороны, позволит создать новую или улучшенную конструкцию существующий НТТМ, а также, с другой стороны, обеспечить крайне необходимую связь между всеми этапами ЖЦ НТТМ, особенно, при проектировании и производстве НТТМ;

12. Необходимо более тщательно подходить к вопросу утилизации НТТМ. Сегодня на производстве процесс утилизации НТТМ означает принятие практического решения по факту прекращения эксплуатации конкретной НТТМ. Необходимо решать вопрос об утилизации НТТМ исходя из объективных данных о техническом состоянии НТТМ, то есть, учитывая фактическое техническое состояние НТТМ, а не списывать НТТМ при достижении наработки НТТМ до соответствующего значения.

Далее рассмотрим причины критического превышения эксплуатационный фактической производительности выбранных НТТМ. На практике данный вопрос возникает, как правило, редко так как, в основном, занимаются причинами критического снижения эксплуатационной фактической производительности. Это происходит, главным образом, из-за того, что приоритетной задачей является и остается выполнение плана работы «любой ценой». Кроме того, на производстве, как правило, отсутствует время на решение данных вопросов, но есть еще одна очень важная причина. Данная причина выражается в том, что вопрос критического превышения эксплуатационной фактической производительности больше лежит в плоскости технической эксплуатации, а на объектах работ больше находятся специалисты – «дорожники», не

имеющие необходимые специальные познания в области технической эксплуатации НТТМ. И машинисты, и операторы НТТМ либо не заинтересованы и не имеют время на решение данных вопросов или их уровень недостаточен для грамотного и полноценного анализа. Решение данной задачи возможно только на научном уровне.

Таким образом, можно выделить две основные причины критического превышения эксплуатационной фактической производительности НТТМ: это производственные и эксплуатационные:

– к производственным причинам можно отнести ошибки при планировании работ, которые выражаются в переоценки трудностей выполняемых НТТМ работ. Проще говоря, в «перестраховке» и закладывании большего запаса объемов работ.

– к эксплуатационным причинам можно отнести управление НТТМ при производстве работ. Машинист или оператор машины, пытаясь выполнить и перевыполнить план работы перерабатывает несколько больший объем, чем это запланировано в конечном итоге. Это может привести к критическому превышению эксплуатационной фактической производительности.

Здесь очень важно понимать тонкую грань, между перевыполнением плана работы и критическим перевыполнением эксплуатационной фактической производительности. Это разные вещи. Под перевыполнением плана работ следует понимать процессы выполнения необходимого объема работ в более сжатые короткие сроки, то есть, проще говоря, быстрее, но не больше, чем надо, при сохранении качества работ. Это непременно является положительным обстоятельством и приветствуется. Под критическим превышением эксплуатационной фактической производительности следует понимать перевыполнение поставленного объема работ на 25% и выше, чем это необходимо. Например, для землеройных машин – это переработка большего объема грунта, чем это необходимо по плану или производство

котлована большей глубины, чем это необходимо. Для грузоподъемных машин – это лишняя перестановка грузов. Для асфальтоукладчиков - это увеличение толщины укладываемого слоя асфальтобетонной смеси. Для катков – это лишний проход по одному и тому же месту при уплотнении поверхности. Для машин для содержания дорог – это лишняя обработка поверхности дороги. Для маркировочных машин – это перерасход краски или термопластика при нанесении горизонтальной дорожной разметки. Критическое превышение эксплуатационной фактической производительности, прежде всего, приводит к изменению стоимости работ по расходу строительных материалов, топливо-эксплуатационных материалов и другим, а также к снижению ресурса самих НТТМ.

Вышеизложенное позволяет выявить факты и установить причины критического снижения или перевыполнения эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ при работе на объектах. Как хорошо известно, лучше всегда предупреждать и не допускать, чем выявлять и устранять факты критического снижения или перевыполнения эксплуатационной фактической производительности НТТМ.

.

4. 3. Прогнозирование критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ

Решить задачу прогнозирования возможно, например, путем исследования скорости возрастания или убывания функции полученных ранее средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей [40,53] за одни сутки в течение рассматриваемого периода. Данное действие называется – дифференцирование функции первой производной по времени.

«Автором в рамках исследования, задачу по исследованию первой производной функций плановой и фактической производительностей выбранных НТТМ с целью прогнозирования выполнения требуемых объемов работ предлагается решить двумя способами:

– определение и исследование первой производной от функции разницы между фактическими и плановыми значениями эксплуатационных производительностей выбранных НТТМ» [47].

– определение и исследование первой производной от двух функций – функций значений плановой и фактической эксплуатационных производительностей выбранных НТТМ» [47].

В целях оценки эффективности выбранных способов необходимо поставить и решить несколько задач. Рассмотрим эти способы на примере трех выбранных асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820C за один месяц их работы - июль 2020 года, для этого решим следующие задачи:

1. «Высчитаем разницу между фактическими и плановыми значениями эксплуатационных производительностей для трех выбранных асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820C за один месяц их работы - июль 2020 года» [47];

2. «Вычислим и построим графически первую производную функции разницы значений фактических и плановых эксплуатационных производительностей за один месяц их работы - июль 2020 года для трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P682OC» [47];

3. «Проанализируем полученные при выполнении двух вышеуказанных пунктов результаты, с точки зрения предупреждения и недопущения невыполнения или перевыполнения требуемых объемов работ для трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P682OC» [47];

4. «Вычислим и построим графически первую производную двух функций – функции значений плановой и фактической эксплуатационных производительностей для трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P682OC 3 за один месяц их работы июль 2020 года» [47];

5. «Проанализируем полученные при выполнении предыдущего пункта результаты с точки зрения предупреждения и недопущения невыполнения или перевыполнения требуемых объемов работ для трех асфальтоукладчиков Volvo ABG P682OC» [47];

6. «Предоставим оценку полученным результатам по двум разным способам и создадим рекомендации по их использованию на производстве» [47].

«Выполнение вышеставленных задач методом экспертного и статического математического анализа было достигнуто за счет следующих действий:

1. Составлена таблица (табл. 4.1), в которой систематично в течение июля 2020 указаны значения разницы (Δ) между фактическими ($\Pi_{\text{ЭФ}}$) и плановыми ($\Pi_{\text{ЭП}}$) значениями эксплуатационных производительностей трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P682OC посуточно в течение первых семи дней одного июля месяца 2020 года. Рассмотренные в табл. 4.1. (см. ниже) три асфальтоукладчика Volvo ABG P682OC принадлежали трем возрастным группам: это до 5 лет, от 5 до 10 лет и 10 лет и старше.

2. Были определены построены графически значения первой производной от функции дельта - (Δ), разницы между фактическими и плановыми значениями эксплуатационных производительностей трех выбранных асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P682OC» [47] за один месяц работы - июль 2020 года. В табл. 4.2. представлены значения только за семь дней работы асфальтоукладчика из-за ограниченности объема исследований (см. табл. 4.1.). На рис. 4.3 представлены графические зависимости разницы значений фактической и плановых эксплуатационных производительностей, выбранных трех асфальтоукладчиков Volvo ABG P682OC, а также значение первой производной от данной функции [47] за один месяц работы - июль 2020 года

Таблица 4.1 - Значения разницы (Δ) между фактическими ($P_{Эф}$) и плановыми ($P_{Эп}$) значениями эксплуатационных производительностей, а также значения первой производной от их функций для трех асфальтоукладчиков Volvo ABG P682OC в течение первых семи дней июля месяца 2020 года

Число месяца	До 5 лет		От 5 до 10 лет		10 лет и старше	
	$\Delta=(P_{Эф}-P_{Эп}), м^2/ч$	Первая производная от $\Delta, м^2/ч/дн$	$\Delta=(P_{Эф}-P_{Эп}), м^2/ч$	Первая производная от $\Delta, м^2/ч/дн$	$\Delta=(P_{Эф}-P_{Эп}), м^2/ч$	Первая производная от $\Delta, м^2/ч/дн$
1	19,8	-9,3	22,8	-0,6	6,5	-7,9
2	20,1	-15,1	21,0	1,8	13,1	10,9
3	-10,4	5,1	26,5	8,6	28,3	5,3
4	30,4	32,0	38,3	2,2	23,7	-3,7
5	53,6	8,8	30,9	-3,4	20,9	0,9
6	48,1	-10,6	31,6	1,1	25,6	8,3
7	32,3	-19,2	33,1	0,2	37,5	10,8

«На рис.4.3 сплошными линиями показаны значение разницы – дельта (Δ) между фактическими и плановыми значениями эксплуатационных производительностей выбранных трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P682OC. Цвет линии, соответственно, обозначает возрастную группу дорожных машин: зеленый - до 5 лет, синий от 5 до 10 лет и красный цвет - старше 10 лет [47]. Пунктирными линиями соответствующего цвета показаны первые производные от вышеуказанной функции дельта (Δ)» [47].

3. «В табл.4.2, в который показано за июль 2020 года указаны значения

первых производных от функций плановых ($P_{ЭП}$) и фактических ($P_{ЭФ}$) производительностей для трех выборных асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820C посуточно в течение первых семи дней одного июля месяца 2020 года. Также в табл.4.2 продублированы сами значения плановой ($P_{ЭП}$) и фактической ($P_{ЭФ}$) производительностей выбранных трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820C для удобства воспринимаемой информации» [47].

4. «В табл. 4.2, в которой показано за июль 2020 года указаны значения первых производных от функций плановых ($P_{ЭП}$) и фактических ($P_{ЭФ}$) производительностей для трех выборных асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820C посуточно в течение первых семи дней одного июля месяца 2020 года. Также в табл. 4.2 приведены значения плановой ($P_{ЭП}$) и фактической ($P_{ЭФ}$) производительностей выбранных трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820C» [47].

5. Были построены графические значение первых производных от функций плановых ($P_{ЭП}$) и фактических ($P_{ЭФ}$) производительностей для трех выбранных асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820C за один месяц работы - июль 2020 года (рис.4.4, 4.5, 4.6). Так же на данных рисунках для удобства последующего анализа графически показаны функции плановых ($P_{ЭП}$) и фактических ($P_{ЭФ}$) производительностей выбранных асфальтоукладчиков Volvo ABG P6820C сплошными линиями.

Таблица 4.2 - Значения первых производных от функций плановых ($P_{ЭП}$) и фактических ($P_{ЭФ}$) эксплуатационных производительностей для трех выбранных асфальтоукладчиков Volvo ABG P6820C в течение первых семи дней июля месяца 2020 года.

	До 5 лет				От 5 до 10 лет				10 лет и старше			
	$P_{ЭП}$, м ² /ч	$P'_{ЭП}$, м ² /ч/дн	$P_{ЭФ}$, м ² /ч	$P'_{ЭФ}$, м ² /ч/дн	$P_{ЭП}$, м ² /ч	$P'_{ЭП}$, м ² /ч/дн	$P_{ЭФ}$, м ² /ч	$P'_{ЭФ}$, м ² /ч/дн	$P_{ЭП}$, м ² /ч	$P'_{ЭП}$, м ² /ч/дн	$P_{ЭФ}$, м ² /ч	$P'_{ЭФ}$, м ² /ч/дн
1	121,6	-48,9	141,4	-58,2	205,1	-30,4	227,9	-31,0	52,6	-53,1	59,1	-61,1
2	91,6	18,7	111,8	3,6	119,3	-33,0	140,3	-31,2	87,4	54,0	100,5	64,9
3	159,0	47,6	148,6	52,7	139,1	-7,8	165,6	0,8	160,6	29,1	188,9	34,5
4	186,8	5,4	217,2	37,4	103,7	11,7	142,0	13,9	145,7	-3,6	169,4	-7,4
5	169,7	-12,9	223,3	-4,0	162,4	37,6	193,4	34,3	153,3	-21,8	174,2	-20,8
6	161,0	-11,3	209,1	-21,9	178,9	-10,6	210,5	-9,5	102,2	3,2	127,8	11,5
7	147,2	34,9	179,5	15,6	141,2	-38,7	174,3	-38,4	159,8	49,6	197,3	60,4

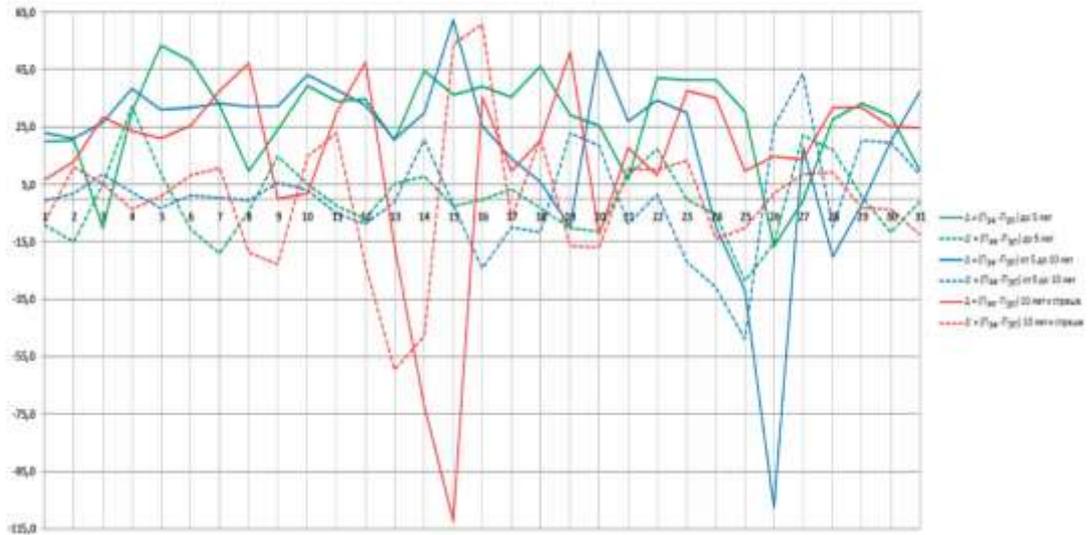


Рисунок 4.3 - Зависимость разницы значений фактической и плановой эксплуатационных производительностей выбранных трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820C, а также значение первой производной от данной функции за один месяц работы - июль 2020 года

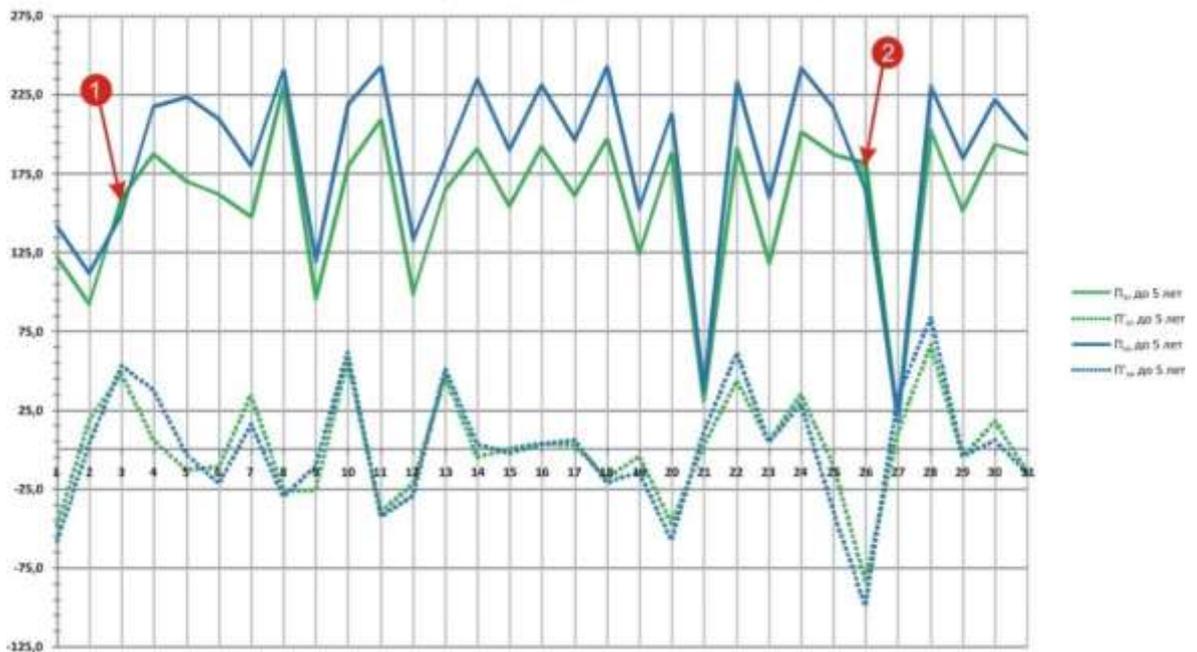


Рисунок 4.4 - Зависимость значений первых производных от функций плановой ($\Pi_{\text{пл}}$) и фактической ($\Pi_{\text{ф}}$) эксплуатационных производительностей для асфальтоукладчика марки Volvo ABG P6820C до 5 лет за один месяц работы – июль 2020 года [41]

Соответственно, зеленым цветом, плановые и синим цветом фактические значения. Места, где имели место невыполнения требуемых объемов работ отмечены кружками. Цифрами внутри кружков (рис.4.4, 4.5,

4.6) обозначены очередности фактов невыполнения требуемых объемов работ выбранными асфальтоукладчиками марки Volvo ABG P6820C.

Невыполненная эксплуатационная производительность обозначена на данных рисунках заливкой зеленого цвета на участках пересечения сплошных линий.

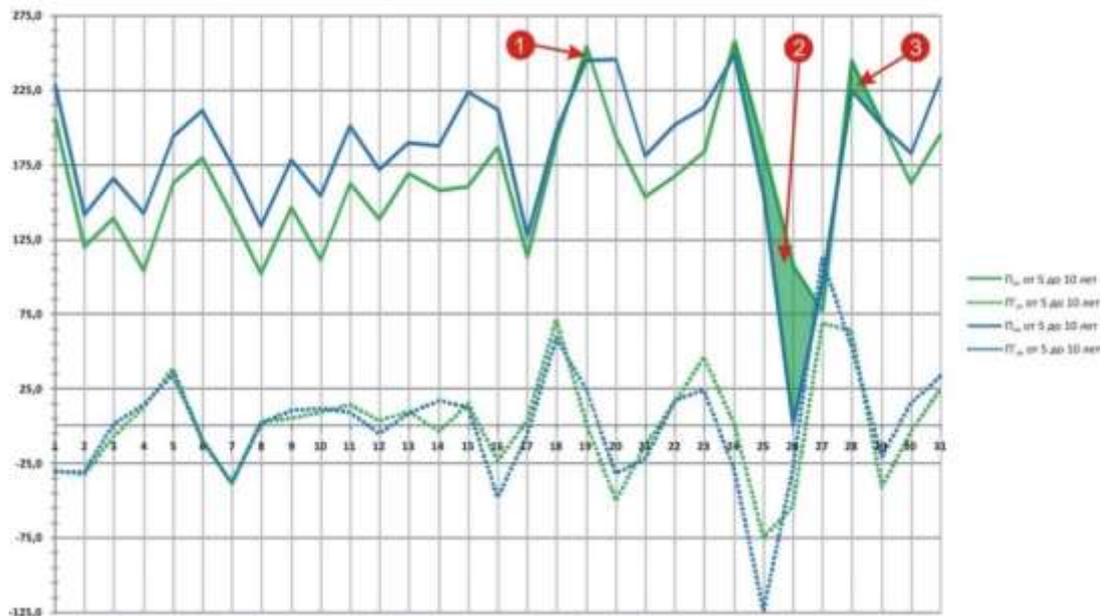


Рисунок 4.5 - Зависимость значений первых производных от функций плановой ($P_{\text{пл}}$) и фактической ($P_{\text{эф}}$) эксплуатационных производительностей для асфальтоукладчика марки Volvo ABG P6820C от 5 до 10 лет за один месяц работы – июль 2020 года [41]

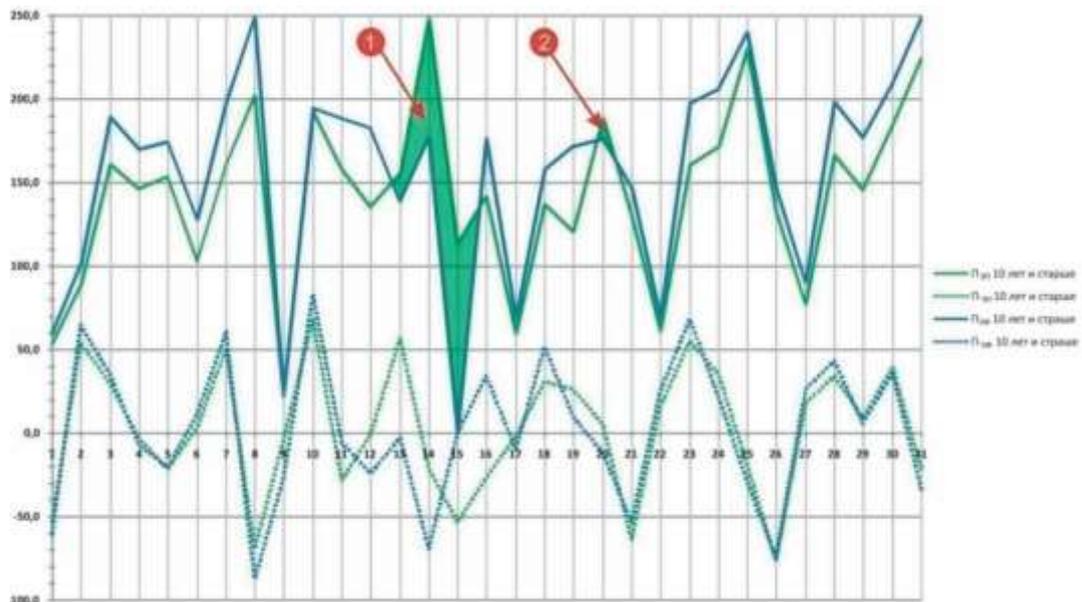


Рисунок 4.6 - Зависимость значений первых производных от функций плановой ($P_{\text{пл}}$) и фактической ($P_{\text{эф}}$) эксплуатационных производительностей для асфальтоукладчика марки Volvo ABG P6820C старше 10 лет за один месяц работы – июль 2020 года [41]

«Пунктирными линиями на рисунках 4.4, 4.5, 4.6 графически показаны значения первых производных от функций плановой ($P_{ЭП}$) и фактической ($P_{ЭФ}$) производительностей для трех выбранных асфальтоукладчиков Volvo ABG P6820C, соответственно, зеленым цветом - плановые и синим цветом - фактические значения» [47].

«Проанализировав полученные статистические данные и графические зависимости еще раз отмечено, что рассматриваются два разных способа подхода к решению одной задачи [43,47], поэтому целесообразно рассмотреть и провести оценку первого способа, который обозначим как «метод разницы фактической и плановой эксплуатационных производительностей», а после второго способа – «метод двух производных» [43,47], так как в этом случае рассматриваются и анализируются значения двух первых производных, соответственно, плановых и фактических значений эксплуатационных производительностей ДСМ» [47].

«Результаты, полученные при практическом применении «метода разницы фактической и плановой эксплуатационных производительностей» [43,47]:

1. Установлены дни месяца, когда имело место невыполнение требуемых объемов работ. Такие дни месяца определяется нахождением сплошных линий соответствующего цвета ниже нулевой горизонтальной оси координат, то есть, когда значение дельта (Δ), имеет отрицательные значения. Площадь зоны образуемой пересечением сплошной линии и нулевой горизонтальной оси координат, является невыполненной производительностью дорожных машин. Дни месяца, где имело место перевыполнение требуемых объемов работ, находились выше нулевой горизонтальной оси координат, то есть, когда значение (Δ), имеет положительное максимальное или близкое к этому значение, при этом значения коэффициента технического выполнения объемов работ

(K_{BP})НТТМ составляли более 1,25. В этом случае, площадь зоны образуемой пересечением сплошной линии и нулевой горизонтальной оси координат, является перевыполненной производительностью НТТМ.

2. Невыполнениям требуемых объемов работ всегда предшествовала ситуация, когда значения первой производной от функции дельта (Δ), (см. выше) находились в отрицательной зоне, то есть ниже нулевой горизонтальной оси координат за один – два дня до факта наступления события (рис.4.3) [47]. Перевыполнению требуемых объемов работ всегда предшествовала ситуация, когда значения первой производной от функции дельта (Δ), (см. выше), находясь в положительной зоне, то есть выше нулевой горизонтальной оси координат за один – два дня до факта наступления события, стремительно скачкообразно возрастали (см. выше рис. 4.3), при этом динамика значений коэффициента выполнения объемов работ НТТМ приближалась к значению 1,25»[47].

Результаты, полученные аналогичным путем при практическом применении «метода двух производных»:

1. Установлены дни месяца, когда имело место невыполнение требуемых объемов работ. Такие дни месяца определяются пересечением сплошных линий зеленого и синего цвета, после которого линия зеленого цвета ($P_{ЭП}$) находится над линией синего цвета ($P_{ЭФ}$), (рис.4.4, 4.5, 4.6). Дни месяца, где имело место перевыполнение требуемых объемов работ, определялись пересечением сплошных линий зеленого и синего цвета, после которого линия синего цвета ($P_{ЭП}$) находится над линией зеленого цвета ($P_{ЭФ}$), (рис.4.4, 4.5, 4.6), при этом значения коэффициента технического использования НТТМ составляли более 1,25.

2. Невыполнениям требуемых объемов работ всегда предшествовала ситуация, когда линии графических зависимостей первых производных от функции плановых и фактических значений эксплуатационных производительностей дорожных машин пересекались за один – два дня до

факта наступления события. При этом, после их пересечения пунктирная линия зеленого цвета всегда находилась над пунктирной линией синего цвета (рис.4.4, 4.5, 4.6). Перевыполнению требуемых объемов работ всегда предшествовала ситуация, когда динамика линии графической зависимости первых производных от функции фактических значений эксплуатационных производительностей стремительно скачкообразно возрастала (рис.4.4, 4.5, 4.6), при этом динамика значений коэффициента технического использования НТТМ приближалась к значению 1,25.

3. Динамика пунктирных линий во многом повторяет динамику сплошных линий (ПЭп, ПЭф) за один – два дня до факта наступления события (рис.4.4, 4.5, 4.6) [43, 47].

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. «Оба рассмотренных метода (см. выше) позволяют предупреждать факты невыполнения или перевыполнения требуемых объемов работ за один-два дня до факта наступления события с достаточной достоверностью» [47].

2. «Наступление факта события по невыполнению или перевыполнению требуемых объемов работ зависит, главным образом, от оперативности действий компетентных лиц, эксплуатирующих и отвечающих за эксплуатацию НТТМ в части принятия быстрого, гибкого и объективного решения в течение одно-двух дней после предупреждения о данном факте, которое может основываться только на технологиях ПИВ» [47].

3. «Оба предлагаемых метода практически в равной степени применимы на производстве в современных условиях» [47].

4. «Для применения вышеуказанных методов при прогнозировании работы НТТМ не требуется каких-либо дополнительных ресурсов» [47].

5. «Проведенные эксперименты доказали состоятельность и работоспособность двух рассматриваемых методов, при этом их

использование не ограничивается только областью эксплуатации НТТМ. Возможно их применение и на других видах ДСМ» [47].

4.4. Определение и оценка надежности выбранных НТТМ с учетом неплановых ремонтов

С целью определения технико-экономических показателей и показателей надежности работы НТТМ с учетом НР, применим методику, изложенную в работе [203], в частности для выбранных НТТМ и на примере трех экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ трех возрастных групп определим их технико-экономические показатели (ТЭП) и показатели надежности. В табл.4.3 представлена динамика ТЭП экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ.

Таблица 4.3 - Динамика ТЭП экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ

№ п/п	Год службы	Суммарная наработка за срок службы, маш×час	Наработка в год, маш×час	Рыночная цена, тыс. руб.	Цена машино-часа, тыс. руб.
1	2	3950	2100	7500	1,3
2	6	10200	1800	5300	1,3
3	11	15400	1550	3950	1,3

На рис. 4.7,4.8 представлены графические представления зависимости изменения наработки в год и рыночной цены (в ценах 2020 года) экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ в течение срока службы.

Анализируя накопленные фактические данные, использованные при построении рис. 4.7 было установлено, что снижение наработки экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ в течение срока службы описывается экспоненциальным законом распределения с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,951$, следующего вида:

$$H=2367,7e^{-0,0448x}, \quad (4.1)$$

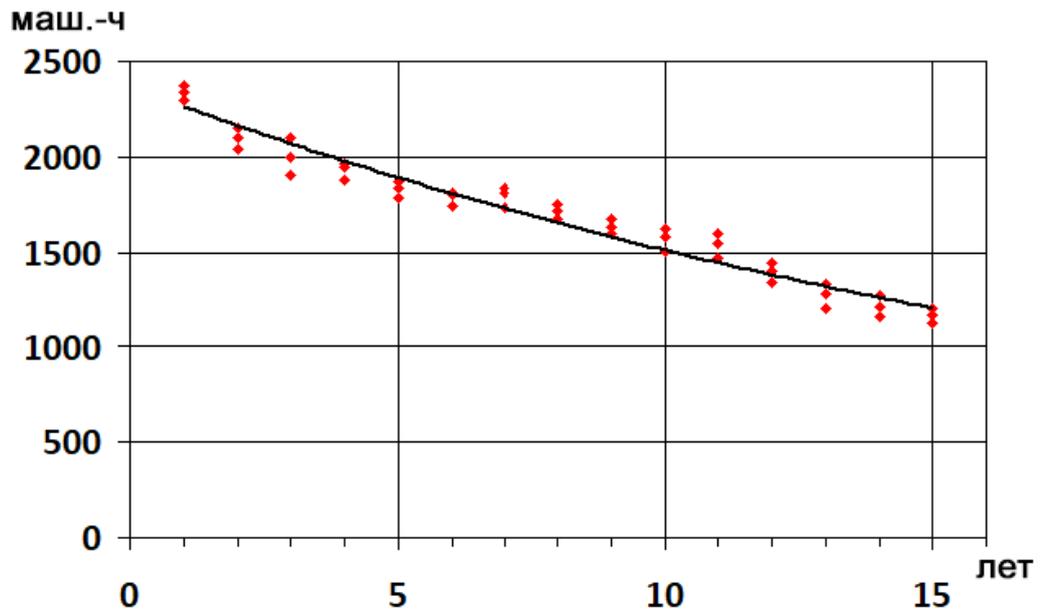


Рисунок 4.7 - Графическая зависимость изменения наработки в год экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3CX в течение срока службы

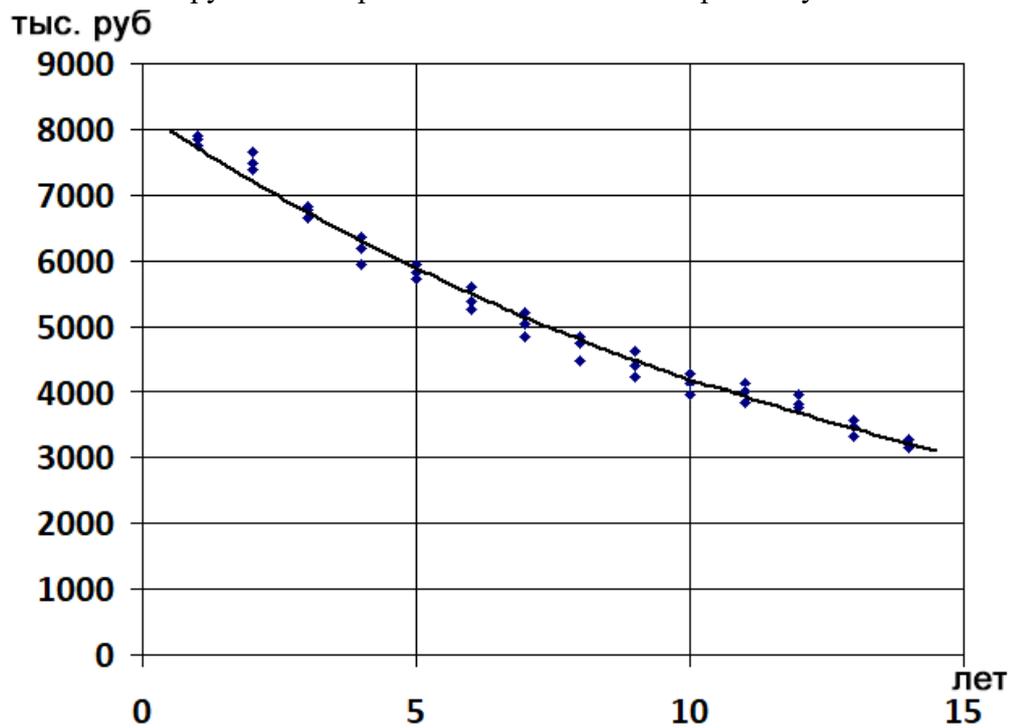


Рисунок 4.8 - Графическая зависимость изменения рыночной цены экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3CX в течение срока службы

Аналогично, анализируя накопленные фактические данные, использованные при построении рис.4.8 можно увидеть, что изменение рыночной цены экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3CX в течение срока

службы также описывается экспоненциальным законом распределения с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,987$, следующего вида:

$$Ц = 8259e^{-0,0676x}, \quad (4.2)$$

При этом полученная зависимость (4.1) позволяет определить коэффициент готовности ($K_{Г'}$), который в нашем случае составляет:

$K_{Г'} = e^{-0,0448x}$, где « $-0,0448$ » – коэффициент старения экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ по их наработке, а « x » – год эксплуатации машины.

Далее из МДС 12-8.2007[202] в табл. 4.4. представлены периодичность, трудоемкость, продолжительность ТО плановых ремонтных воздействий экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ. Экскаватор-погрузчик марки JCB 3СХ. Экскаватор-погрузчик марки JCB 3СХ является экскаватором 2-й размерной группы согласно МДС 12-8.2007[202].

Таблица 4.4 - Периодичность, трудоемкость, продолжительность ТО и плановых ремонтных воздействий экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ

Вид ТО и Р	Периодичность выполнения То и Р, ч	Трудоемкость выполнения одного ТО и Р, чел.-ч				Продолжительность выполнения, ч
		Всего	В том числе по видам работ			
			Диагностических	Слесарных	Прочих	
ТО-1	50	3	0,5	2,5	-	1,5
ТО-2	250	6	1,5	4,5	-	3
СО	2 раза в год	20	-	20	-	8
Т	1000	400	4	296	100	40
В том числе ТО-3	-	20	4	16	-	-
К	6000	570	-	400	170	80

Далее перейдем к расчету простоев в ТО и ремонтах, а также к определению показателей надежности экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ.

Расчет осуществим по зависимостям (4.3-4.6), уточненными и предложенными Репиным С.В. и Зызыкиным А.В., учитывающими НР [28,201,203]:

$$K'_Г = \frac{T_{PP}}{T_{PP} + T_{PHH}}, \quad (4.3)$$

где $K'_Г$ – коэффициент технической готовности НТТМ;

T_{PP} – время пребывания НТТМ в работоспособном состоянии в рассматриваемый период (см. ниже);

T_{PHH} – время пребывания НТТМ в НР в рассматриваемый период (см. ниже).

$$K'_{ТИ} = \frac{T_{PP}}{T_{PP} + T_{PHH} + T_{PHП}} \quad (4.4)$$

где $K'_{ТИ}$ – коэффициент технического использования НТТМ;

T_{PP}, T_{PHH} – (см. выше);

$T_{PHП}$ – расчетное время простоев НТТМ в плановых ТО и ремонтах в рассматриваемый период (см. ниже).

Под рассматриваемым периодом времени следует понимать в данном случае период исследования выбранных НТТМ: с 01 ноября 2019 года до 01 ноября 2020 года (см. выше).

$$K_{ОГ} = K'_Г \cdot P(t, \Delta t), \quad (4.5)$$

где $K_{ОГ}$ – коэффициент оперативной технической готовности НТТМ;

$K'_Г$ – (см. выше);

$P(t, \dots T)$ – вероятность безотказной работы НТТМ по внезапным отказам.

$$P(t, \Delta t) = \exp^{-\lambda t} \quad (4.6)$$

где $P(t, \dots T)$ – (см. выше);

« λ » – интенсивность отказов, час⁻¹;

t – время работы НТТМ, $t = \langle \Delta \rangle T$: 1 смена – 8 час.; 2 смены – 16 час.; 3 смены – 24 час.

Расчет показателей надежности экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ по указанным выше зависимостям (4.1–4.4) был осуществлен с помощью экспорта таблиц (4.5.–4.7) из среды MSOfficeExcel в модуль анализа данных из пакета MatLAB. Необходимые для расчета данные были приняты из проведенных выше исследований определенных НТТМ [36-55].

Таблица 4.5 - Показатели надежности экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3CX

№ п/п	год службы	Общий годовой фонд рабочего времени; T_p , час	Расчетное время простоев в плановых ТОиР; $T_{рпн}$, час	Годовой фонд рабочего времени; $T_{г}=(T_p-T_{рпн})$, час	$T_{рн}$ время НР, час	Время пребывания в работоспособном состоянии; $T_{рр}=(T_p-T_{рпн}-T_{рн})$, час	$K_{г}$	$K_{ти}$	$K_{ог}$		
									1 см	2 см	3 см
1	2	5848	24	5824	24	5800	0,9958791	0,991792	0,919	0,849	0,7834
2	6	5696	24	5672	48	5624	0,9915374	0,98736	0,872	0,768	0,6754
3	11	5560	24	5536	80	5456	0,9855491	0,981295	0,813	0,671	0,554

В табл.4.5 общий годовой фонд рабочего времени (T_p) определялся для каждой НТТМ с учетом всех плановых ТОиР, а также НР. Расчетное время простоев в плановых ТОиР ($T_{рпн}$) определялось для каждой НТТМ. Годовой фонд рабочего времени ($T_{г}$) определялся разницей между годовым фондом рабочего времени (T_p) и расчетным временем простоев в плановых ТОиР ($T_{рпн}$). Время пребывания НТТМ в НР ($T_{рн}$) определялось для каждой НТТМ. Время пребывания в работоспособном состоянии определялось разницей между общим годовым фондом рабочего времени (T_p) и расчетным временем простоев в плановых ТОиР ($T_{рпн}$) и временем пребывания НТТМ в НР ($T_{рн}$).

Таблица 4.6 - Расчет интенсивности отказов («λ») и приведенной интенсивности отказов («λпр») экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ

№ п/п	Год службы	λ(t) интенсивность отказов	ΔТ, час	P (t, ΔТ)
1	2	0,010	8	0,923116346
2	6	0,016	8	0,879853379
3	11	0,024	8	0,825306868
4	2	0,010	16	0,852143789
5	6	0,016	16	0,774141969
6	11	0,024	16	0,681131427
7	2	0,010	24	0,786627861
8	6	0,016	24	0,681131427
9	11	0,024	24	0,562142445

Таблица 4.7 - Расчет вероятности безотказной работы по внезапным отказам экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ

№ п/п	Год службы	Наработка	Время восстан, час (Тв)	Интервал отказов, час-1	Привед. интенсив. отказов, час-1
1	2	100	24	0,010	0,008
2	6	64	24	0,016	0,011
3	11	41	24	0,024	0,015

На рисунках 4.9 и 4.10 представлены графические зависимости времени пребывания в НР ($T_{РНН}$) и времени пребывания в работоспособном состоянии ($T_{РР}$) экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ в течение срока службы.

Анализируя накопленные фактические данные, использованные при построении рис.4.9 было установлено, что изменение времени пребывания в НР экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ в течение срока службы описывается степенным законом распределения с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,958$, следующего вида:

$$T_{РНН} = 8,1172x^{0,9772}, \quad (4.7)$$

Соответственно, анализируя накопленные фактические данные, использованные при построении рис.4.10 было установлено, что изменение времени пребывания в работоспособном состоянии экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ в течение срока службы описывается

степенным законом распределения с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,966$, следующего вида:

$$T_{PP} = 6037,8x^{-0,0439}, \quad (4.8)$$

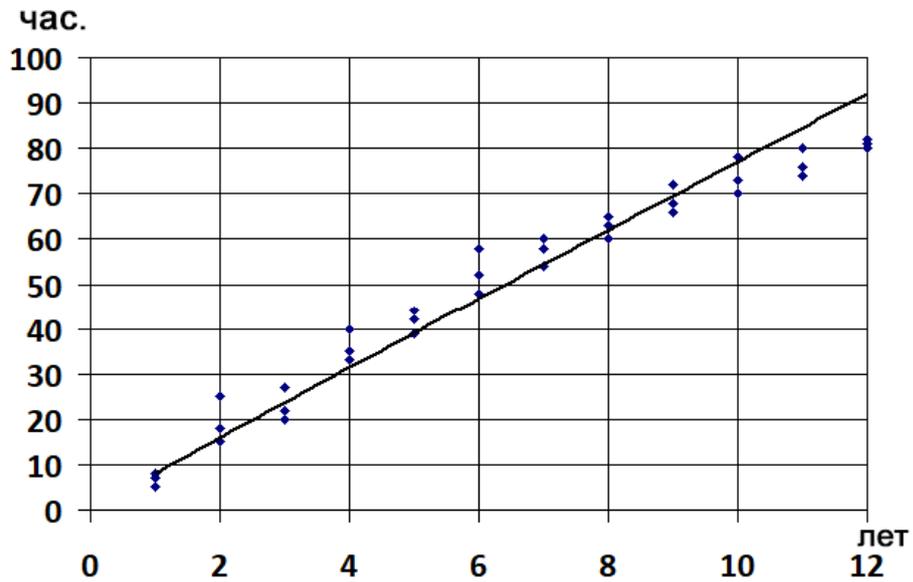


Рисунок 4.9 - Графическая зависимость времени пребывания в НР (T_{PP}) экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3CX в течение срока службы

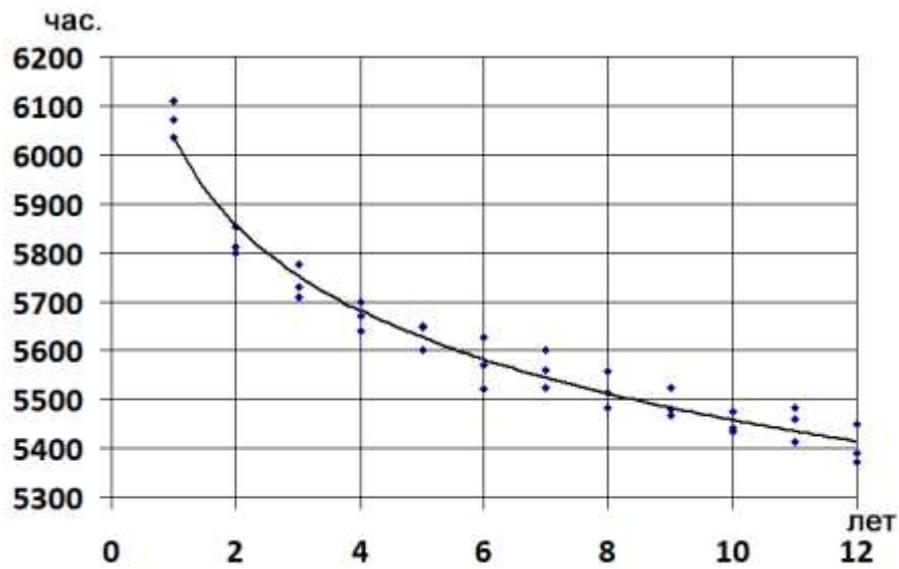


Рисунок 4.10- Графическая зависимость времени пребывания в работоспособном состоянии (T_{PP}) экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3CX в течение срока службы

Целью данного расчета является определение коэффициента технической готовности (K'_T), коэффициента технического использования ($K'_{ТИ}$), коэффициента оперативной технической готовности ($K_{ОГ}$) экскаваторов-

погрузчиков марки JCB 3CX по методике, разработанной доктором технических наук, профессором Репиным С.В. и кандидатом технических наук, доцентом Зазыкиным А.В., которая позволяет определить технико-экономические показатели и показатели надежности работы НТТМ с учетом НР. При этом, коэффициент технической готовности (K'_T) был определен двумя способами, это: первый способ, по наработке НТТМ в течение срока службы вместе с коэффициентом старения графически-математическим способом и, второй способ, по уточненным математическим зависимостям. Определенный выше коэффициент оперативной технической готовности ($K_{ог}$) определяет безотказную работу НТТМ в заданный интервал времени с учетом НР (см. ниже).

4.5. Определение коэффициента оперативной технической готовности через эксплуатационную фактическую и техническую производительности НТТМ. Сравнительный анализ существующих способов определения коэффициента оперативной технической готовности НТТМ

В настоящее время техническое состояние НТТМ обеспечивается системой ППР. Основными документами, регламентирующими плановые воздействия по ТОиР НТТМ, является [45]: МДС 12-8.2007 [202] и ГОСТ 25646-95 [204]. Согласно [28,162,201,203] «предусмотрено шесть стратегий организации ТОиР НТТМ: по факту отказа (аварийно-восстановительная), по наработке, по техническому состоянию, превентивная, комбинированная и индивидуальная. Действующие нормативные документы в данной области изучения вопроса носят рекомендательный характер, что объясняется сложностью включения вышеуказанных стратегий ТОиР НТТМ в реальный производственный процесс работы машин. Особенно данный факт проявляется в тяжелых условиях работы НТТМ. Также

существующая нормативно-техническая документация не учитывает НР, представляющие собой отказы при работе НТТМ. Кроме того, нельзя забывать о главном предназначении НТТМ – это качественное выполнение требуемых объемов работ» [45].

Коэффициент технической готовности КТГ ($K_{ТГ}$) представляет собой вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается [28,162,201,203].

«Таким образом, время или его интервал, в течение которого рассматриваемая НТТМ должна работать безотказно, коэффициент технической готовности ($K_{ТГ}$) не определяет. Данный подход к организации работы НТТМ не всегда устраивает специалистов-производственников, из-за возникновения непредвиденных обстоятельств, с которыми НТТМ может не справиться. Поэтому при формировании парка НТТМ чаще применяют другой коэффициент – это коэффициент оперативной технической готовности ($K_{ОГ}$)» [45].

Коэффициент оперативной технической готовности КОТГ ($K_{ОГ}$) определяет вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени [28,162,201,203]. КОТГ ($K_{ОГ}$) в общем виде можно определить по следующей формуле:

$$K_{ОГ} = K_{ТГ} \cdot P(t) \quad (4.9)$$

где $K_{ТГ}$ – коэффициент технической готовности НТТМ, определенный в данном случае разными рассматриваемыми способами;

$P(t)$ – вероятность возникновения отказа в определяемый интервал времени.

Объективность определения КОТГ ($K_{ог}$) во многом зависит от точности определения КТГ ($K_{тг}$), в связи с чем необходимо разобраться, как на практике определяется КТГ ($K_{тг}$) НТТМ, а также вероятность возникновения отказа в заданный интервал времени в современных условиях [45].

КТГ можно определить, как минимум, тремя способами. Первые два способа ранее были рассмотрены в разделе 4.4 настоящей работы.

Первый способ заключается в определении КТГ ($K_{тг}$) через наработку НТТМ в течение всего срока службы или его периода. Известно, что с увеличением срока службы машины ее наработка снижается по экспоненциальному закону [201,203]. Это обусловлено процессом старения НТТМ. Как правило, данный способ применяется тогда, когда необходимо определить $K_{тг}$ за длительный период или за весь срок службы НТТМ и когда для этого есть необходимые статистические данные. Данный способ позволяет количественно оценить уровень использования конкретной НТТМ в течение всего периода эксплуатации или длительного периода времени [45]. Его недостатком является опять же то, что наработка НТТМ не может быть качественным показателем выполнения необходимых объемов работ. В плане применения данный способ не имеет массового характера, так как на протяжении всего срока службы или в течение длительного периода НТТМ может принадлежать разным организациям работать на многих объектах, что значительно усложняет сбор объективных статистических данных. В табл. 4.8 в качестве примера приведены основные ТЭП (срок службы, наработка в год, рыночная цена, цена машино-часа) бульдозера марки ДСТ Урал ТМ 10 ГСТ 10 для расчета $K_{тг}$ [45].

Второй способ заключается в определении КТГ через время пребывания машины в работоспособном состоянии в рабочее время и через рабочее время, в течение которого машина находилась в НР [45].

Таблица 4.8 - Основные технико-экономические показатели (срок службы, наработках в год, рыночная цена, цена машино-часа) бульдозера марки ДСТ Урал ТМ 10 ГСТ 10

Срок службы, год	Нарботка в год, час	Рыночная цена, тыс. руб.	Цена машино-часа, тыс. руб
1	2000	6200	1,2
2	1950	5600	1,2
3	1900	4500	1,2
4	1850	4000	1,2
5	1800	3000	1,2
6	1750	2750	1,2
7	1700	2500	1,2
8	1650	2000	1,2
9	1600	1500	1,2
10	1550	910	1,2

Далее были построены график и выведена регрессионная зависимость снижения рыночной годовой наработки бульдозера марки ДСТ Урал ТМ 10 ГСТ 10 за весь срок службы машины (рис. 4.11).

Анализируя накопленные фактические данные, использованные при построении рис. 4.11 было установлено, что зависимость снижения рыночной годовой наработки бульдозера марки ДСТ Урал ТМ 10 ГСТ 10 в течение всего срока службы описывается экспоненциальным законом распределения с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,972$, следующего вида:

$$N_{\Gamma} = 2074,9e^{-0,0289x}, \quad (4.10)$$

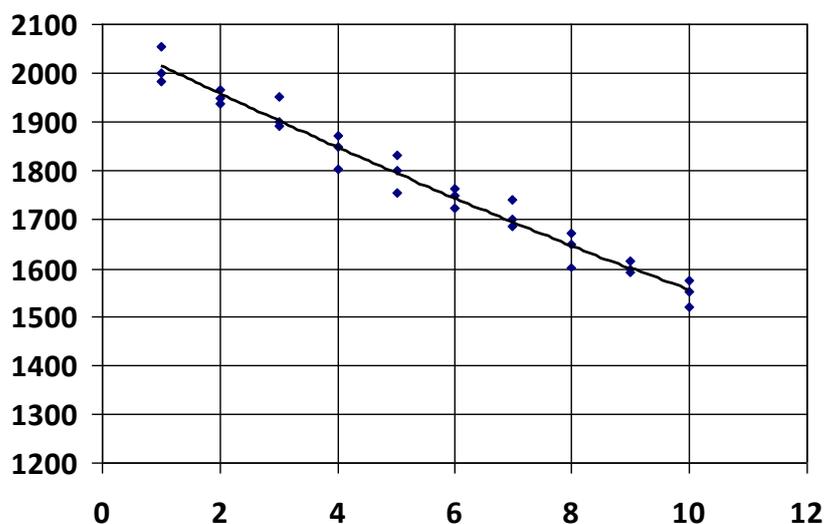


Рисунок 4.11 - График снижения годовой наработки бульдозера марки ДСТ Урал ТМ 10 ГСТ 10 от срока службы машины (лет)

Из полученной зависимости (4.10) коэффициент технической готовности представляет собой следующее значение – $K_{ТГ} = e^{-0,0289}$, при этом число «-0,0289» является коэффициентом старения (K_c) конкретной машины в течение ее срока службы [28,162,201,203].

«Третий способ определения $K_{ТГ}$ – через фактическую эксплуатационную и техническую производительности НТТМ, при этом фактическая эксплуатационная производительность ($П_{ЭФ}$) может быть определена путем интегрирования фактических объемов работ, выполняемых ДСМ» [45].

Техническая производительность ДСМ ($П_T$) может быть определена с учетом ее технических характеристик, а также факта, что в каждом случае работы НТТМ, необходимо определять ее техническую производительность. Связано это с тем, что техническая производительность даже для машины одной марки, прямым образом зависит от условий ее работы и в каждом отдельном случае будет отличаться. В табл. 4.9 представлены значения фактической эксплуатационной и технической производительностей, а также рассчитанные по зависимости (4.9) коэффициенты технической готовности ($K_{ТГ}$) для трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P682OC трех возрастных групп: до 5 лет, от 5 до 10 лет и старше 10 лет в течение первых семи дней одного месяца работы - июля 2020 года [45].

Таким образом, рассчитанная по зависимости (4.6) вероятность возникновения отказа по первому и третьему способам будет составлять порядка $P(t) = 0,37$. При этом, в расчете за заданный период времени эксплуатации НТТМ (t), по первому способу применялась годовая наработка машины (табл. 4.8), а по третьему способу применялось время работы машины в одну смену, то есть восемь часов [45].

Таблица 4.9 - Значения фактической эксплуатационной и технической производительностей, а также рассчитанные по зависимости 4 (см. выше) коэффициенты технической готовности ($K_{ТГ}$) для трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820С трех возрастных групп: до 5 лет, от 5 до 10 лет и старше 10 лет в течение первых семи дней одного месяца работы - июля 2020 года

Дни	Июль 2020 года								
	Асфальтоукладчики Volvo ABG P6820С								
	до 5 лет			от 5 до 10 лет			10 лет и старше		
	ПЭф, м ² /ч	Пт, м ² /ч	$K_{ТГ}$	ПЭф, м ² /ч	Пт, м ² /ч	$K_{ТГ}$	ПЭф, м ² /ч	Пт, м ² /ч	$K_{ТГ}$
1	141,4	250	0,57	227,9	250	0,91	59,1	250	0,24
2	111,8		0,45	140,3		0,56	100,5		0,40
3	148,6		0,59	165,6		0,66	188,9		0,76
4	217,2		0,87	142,0		0,57	169,4		0,68
5	223,3		0,89	193,4		0,77	174,2		0,70
6	209,1		0,84	210,5		0,84	127,8		0,51
7	179,5		0,72	174,3		0,70	197,3		0,79

В табл.4.10 приведены значения оперативной технической готовности ($K_{ОГ}$) и коэффициента старения по наработке ($K_{С}$) для бульдозера марки ДСТ Урал ТМ 10 ГСТ 10, определенные с учетом первого способа и значения оперативной технической готовности ($K_{ОГ}$) для асфальтоукладчика марки Volvo ABG P6820С, определенные с учетом третьего способа. Необходимо отметить, что третий способ, указанный выше, не предусматривает исследование наработки машин. Поэтому по третьему способу коэффициент старения НТТМ определить не представляется возможным [45].

Таблица 4.10 - Значения $K_{ОГ}$ и $K_{С}$ для бульдозера марки ДСТ Урал ТМ 10 ГСТ 10, определенные с учетом первого способа и значения $K_{ОГ}$ для асфальтоукладчика марки Volvo ABG P6820С, определенные с учетом третьего способа

Первый способ. Бульдозер ДСТ Урал ТМ10ГСТ10					
$K_{ТГ}=0,98$		$K_{ОГ}=0,36$		$K_{С}=0,024$	
Третий способ. Асфальтоукладчик марки Volvo ABG P6820С					
до 5 лет		от 5 до 10 лет		10 лет и старше	
$K_{ТГ}$	$K_{ОГ}$	$K_{ТГ}$	$K_{ОГ}$	$K_{ТГ}$	$K_{ОГ}$
0,72	0,27	0,82	0,30	0,54	0,20

Анализируя полученные значения коэффициентов технической готовности и оперативной технической готовности по первому способу, а также коэффициент старения по наработке ($K_{С}$) по первому способу можно

сделать определенные выводы. Перед этим необходимо отметить, что по второму способу значения коэффициентов технической готовности и оперативной технической готовности определялись для экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ в п.4.4.

По первому способу необходимо отметить следующее:

1. «Способ позволяет оценить количественное снижение годовой наработки НТТМ за весь срок ее службы или за другой достаточно длительный период времени, что дает возможность определить закономерность и осуществить прогнозирование данного процесса. Снижение наработки НТТМ в течение срока службы происходит по экспоненциальному закону [45,203,205], что определяется коэффициентом старения машины по наработке (K_c)», см. выше [45].

2. «Полученные КОТГ НТТМ с достаточной точностью позволяют определить ресурс безотказной работы НТТМ по годам в течение всего срока службы» [45].

3. «Полученные коэффициенты не отражают выполнение требуемых объемов работ – главного предназначения НТТМ» [45].

4. «Для осуществления первого способа необходимо наличие большого количества статистических данных по наработке за весь период эксплуатации ДСМ, что на практике выполнить возможно только при использовании КФИ, интегрированных в ПИВ» [45].

5. «Рассматриваемый минимальный период времени по второму способу – один год является достаточно длительным периодом, что при применении этого способа делает невозможным текущий оперативный анализ в течение суток» [45].

По второму способу можно сделать главный вывод, что определение КТГ и КОТГ осуществляется с учетом времени работы и времени нахождения НТТМ в НР. При этом можно рассматривать разные периоды времени, как значительно протяженные, так и самые минимальные.

«Данный способ имеет больше количественный характер, так как не отражает работу НТТМ на объекте» [45]. Главным достоинством данного способа является возможность учесть простой НТТМ в НР.

По третьему способу определения КТГ и КОТГ НТТМ машин через их фактическую эксплуатационную и техническую производительности можно сделать следующие основные выводы:

1. «Позволяет объективно оценить использование технического потенциала НТТМ при работе на конкретных объектах» [45].

2. «Рассматривать различные периоды времени работы НТТМ от одних суток до одного года и более» [45].

3. «Учитывать выполнение или невыполнение требуемых объемов работ на конкретных объектах» [45].

4. «Планировать и прогнозировать поведение НТТМ при их работе в конкретный день и даже в конкретное время.

5. Определять недоиспользование или переиспользование имеющихся в производстве ресурсов.

При определении КТГ и КОТГ третьим способом определяют фактические значения данных коэффициентов» [45]. Необходимо отметить, что третий способ в рамках проводимого исследования не позволяет определять коэффициент старения по наработке НТТМ, что является недостатком данного способа по сравнению с первым [45].

«Подводя итоги анализа результатов по трем вышеуказанным способам определения $K_{ТГ}$ и оперативной технической готовности $K_{ОГ}$ важно отметить следующее» [45].

«Первый способ больше подходит при оценке ТЭП работы НТТМ на предприятиях, то есть при решении задач по приобретению машин со сроком службы или при списании машин и так далее. Первый и второй способы не рассматривают и не оценивают выполнение требуемых объемов

работ, при этом первый способ позволяет определять коэффициент старения НТТМ по наработке, что значительно увеличивает его возможности» [45].

«Второй способ имеет больший смысл в применении для предприятий, осуществляющих эксплуатацию НТТМ путем сдачи их в аренду. В этом случае уровнем технического состояния НТТМ, находящихся на балансе, оценивается эффективность работы предприятия, в том числе с точки зрения получения прибыли» [45].

«Третий способ (см. выше) является универсальным, он применим как, для предприятий сдающих НТТМ в аренду, так и для подрядных организаций, осуществляющих эксплуатацию НТТМ на конкретных объектах. Поэтому, можно говорить о рассматриваемых коэффициентах, определенных по третьему способу, как о фактических, самых близких к реальности» [39].

4.6. Прогнозирование основных параметров состояния СОЭПЭ НТТМ.

Определение уровней состояния СОЭПЭ НТТМ

4.6.1. Обоснование параметров и критериев прогнозирования СОЭПЭ НТТМ

Ранее было указано, что под системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ в данном случае следует понимать комплекс методик и мер, позволяющих осуществить необходимые воздействия, направленные на выполнение НТТМ требуемых объемов работ в соответствии с техническими требованиями конкретного проекта работ (контракта на строительство, ремонт, реконструкцию или содержание АД общего пользования) и в срок на реальных объектах.

Данная задача является сложной и многокритериальной и для ее решения необходимо вначале определить параметры системы и критерии оценки параметров системы.

Решение данной задачи в перспективе полного внедрения ПИВ позволит получить цифровые двойники работы НТТМ еще до начала ее работы, что дает возможность долгосрочного планирования работы НТТМ при работе на конкретных объектах на совершенно другом более высоком уровне. На текущий момент рассмотрим и обоснуем основные производственные параметры, которые определяют работу НТТМ при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования, а также критерии их оценки с учетом проведенного выше исследования. К таким параметрам можно отнести:

1. Фактические объемы выполняемых НТТМ работ за сутки (Q_{Φ});
2. Часовое значение эксплуатационной фактической производительности НТТМ за сутки (P_{Φ});
3. Коэффициент выполнения объемов работ НТТМ ($K_{ВР}$);
4. Коэффициент реализации технического потенциала НТТМ ($K_{РТП}$);
5. Коэффициент выбора метода ($K_{ВМ}$).

Вышеперечисленные параметры позволяют оптимально оценить работу НТТМ на конкретных объектах.

Первый параметр - фактические объемы выполняемых НТТМ работ за сутки (Q_{Φ}). Прогнозирование данного параметра позволяет увидеть фактический реальный объем работ, который может выполнить конкретная НТТМ за одни сутки. Особенно это важно при планировании суточных объемов работ, а также на более длительный период времени.

Второй параметр - часовое значение эксплуатационной фактической производительности НТТМ за сутки (P_{Φ}). Прогнозирование данного параметра позволяет увидеть связь между выполненными НТТМ фактическими объемами работ и самой НТТМ через время выполнения технологических операций. Проще говоря, скорость выполнения требуемых объемов работ, что значительно упрощает задачу при выборе той или иной НТТМ при планировании работ на объекте.

Третий параметр - коэффициент выполнения объемов работ ($K_{ВР}$). Прогнозирование данного параметра позволяет определить выполнение или невыполнение требуемых объемов работ при конкретном подходе к выполнению работ, а также это позволит определить критическое снижение или превышение эксплуатационной фактической производительности выбранных НТТМ. Если значение коэффициента технического выполнения объемов работ НТТМ ($K_{ВР}$) в конкретный день работы при прогнозировании окажется менее единицы, то будут иметь место невыполнение требуемых объемов работ и критическое снижение эксплуатационной фактической производительности [55]. Если значение коэффициента технического использования НТТМ в конкретный день работы при прогнозировании будет иметь значение в диапазоне от единицы до 1,25, то будет иметь место выполнение требуемых объемов работ. При этом не будет переиспользования ресурсов по топливо-эксплуатационным и строительным материалам. В том случае, если при прогнозировании коэффициента технического выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) НТТМ в конкретный день работы будет значение составлять более 1,25, то будет иметь место выполнение требуемых объемов работ. При этом будет переиспользование ресурсов по топливо-эксплуатационным и строительным материалам. Данная информация является необходимой при планировании работ на объектах, так как помогает распланировать необходимые объемы работ по дням в течение месяца.

Четвертый параметр – коэффициент реализации технического потенциала ($K_{РТП}$). Прогнозирование данного параметра позволяет оценить возможный потенциал НТТМ при работе на конкретном объекте в определенные дни, что дает возможность максимально реализовать работу НТТМ на объектах и оценить работу НТТМ, с точки зрения этапов ЖЦ проектирования и производства. Также, это очень помогает при выборе той

или иной НТТМ для выполнения определенных объемов работ. Например, при выборе одной из двух и более НТТМ [45,55].

Пятый параметр - коэффициент вариации (K_v). Прогнозирование данного параметра позволяет быстро и правильно выбрать метод определения эксплуатационной производительности, расчетным по уточным автором зависимостям или экспериментальным путями, что значительно экономит время при планировании работ и при анализе работы НТТМ.

Далее рассмотрим и обоснуем основные критерии оценки параметров прогнозирования системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ. Подойдем к данному вопросу с практической точки зрения и выберем только те критерии, которые связаны с решением практических задач при обеспечении производственного процесса работы НТТМ на объектах при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования. Рассмотрим критерии в порядке их значимости по мере решения задач, связанных с ними прямым образом на производстве.

Первый критерий – выполнение объемов работ в сутки. Выбор данного критерия обоснован главным предназначением НТТМ – выполнением объемов работ.

Второй критерий – государственная приемка работ за сутки. Выбор данного критерия обоснованы тем, что выполнение требуемых объемов работ (предыдущий критерий) является количественным, но не качественным показателем. В случае приемки на государственном уровне работ по выполнению требуемых объемов можно считать выполнение производственного плана в полном смысле этого слова «качественным».

Третий критерий – влияние погодных условий на выполнение планов работ. Выбор данного критерия обоснован тем, что трудно переоценить влияние погоды на график производства работ, особенно в зимний период.

В летний период погодные условия также могут влиять на выполнение работ. Например, при укладке асфальтобетонных смесей в сильный дождь и так далее.

Четвертый критерий – вероятность безотказной работы. Выбор данного критерия обоснован тем, что невозможно рассматривать работу НТТМ без вопросов обеспечения их надежности и безопасности.

Пятый критерий – наличие отказов за сутки. Выбор данного критерия имеет тесную связь с предыдущим четвертым критерием, но его выбор обоснован, прежде всего тем, что при планировании работы НТТМ необходимо рассчитывать на возникновение отказов в работе НТТМ, как неизбежный факт, с целью их прогнозирования, в смысле предупреждения и недопущения. Не лишним будет отметить, что существующая нормативная база по планированию системы ТО и плановых ремонтов НТТМ не рассматривает и не учитывает НР (см. выше разделы 4.4, 4.5).

Шестой критерий – время устранения отказов. Выбор данного критерия продиктован самой жизнью, так как, если имеют место факты отказов в работе НТТМ по техническим причинам, то необходимо их устранять. От времени устранения отказов в работе НТТМ зависит прямым образом выполнение производственного плана.

Седьмой критерий – время работы НТТМ за сутки. Выбор данного критерия обоснован социальным ресурсом увеличения объемов и темпов строительства. На сегодняшний день политика государства направлена на увеличение объемов и темпов по строительству, ремонту, реконструкции и содержанию АД общего пользования. Это, в свою очередь, вынуждает организовывать работу НТТМ с максимально загрузкой, позволяющей максимально реализовывать возможности НТТМ, то есть в две и три смены.

Восьмой критерий – наработка машины за сутки. Выбор данного критерия обоснован, прежде всего, эффективностью работы НТТМ, которая выражается в тенденции увеличить наработку НТТМ, с целью ее

приближения к времени работы НТТМ. Проще говоря, уменьшить время простоев и лучше организовать работу НТТМ.

Девятый критерий – возрастная группа. Выбор данного критерия связан с тем, что НТТМ является дорогостоящим продуктом, исчерпать ресурс которого является непростой, с технической точки зрения, задачей. Поэтому, вопрос о целесообразности использования НТТМ второй и третьей возрастными группами на сегодняшний день является актуальным.

Десятый критерий – сезонные изменения. Выбор данного критерия обоснован тем, что в зависимости от зимнего и летнего периода, меняются нормы расходов топливно-эксплуатационных материалов, меняются и условия работы и ограничения на определенные виды работ при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования.

Выбранные и обоснованные критерии оптимально отражают работу НТТМ при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования и затрагивают практически все вопросы, связанные с их производственной и технической эксплуатации.

Рассматривать другие критерии, определяющие параметры системы ЖЦ НТТМ не имеет смысла, так как определяемые ими вопросы будут накладываться друг на друга и повторяться, при этом восприятие информации будет усложняться. Кроме того, будет значительно усложняться обработка статистических данных из-за значительного увеличения экспериментов.

Значения параметров и критерии их оценки были сведены в специальные таблицы-матрицы на примере экскаватора-погрузчика JCB 3СХ за зимние месяцы 2019–2020 гг., асфальтоукладчика Volvo АВG Р6820С за летние месяцы 2020 года и КДМ КамАЗ 65115 месяцы 2019-2020 гг. представлены в приложении В.

4.6.2. Выбор и обоснование метода прогнозирования параметров СОЭПЭ НТТМ

Выполнение требуемых объемов работ в условиях выработки ресурса НТТМ при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования не может быть обеспечена применением жестко регламентированных системой планово-предупредительных ТО и ремонтов, не учитывающей НР (см. раздел 4.4, 4.5). Это связано, как уже было сказано выше, с возникновением отказов в работе НТТМ и значительными затратами на выполнение НР. Кроме того, технически исправное состояние НТТМ при работе на объектах не является достаточным условием выполнения требуемых объемов работ. Об этом более подробно было изложено выше. Указанные обстоятельства ограничивают применение традиционных методов [201, 203] для определения и прогнозирования параметров системы обеспечения ЖЦ НТТМ. В основном, это связано с тем, что, при рассмотрении моделей работы НТТМ (см. раздел 3.7) приходится иметь дело с длинными временными рядами с большим количеством случайных переменных, которые плохо или вообще не поддаются классическому регрессионному анализу.

Поэтому, в данной ситуации для прогнозирования параметров системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ целесообразно применять методы, позволяющие агрегировать и обрабатывать не только данные, накапливаемые в процессе работы НТТМ на объекте, но и получаемые в реальном времени по ПИВ.

Определение параметров СОЭПЭ НТТМ является задачей трудно формализуемой и многофакторной. Поэтому для установления связи между параметрами системы обеспечения эффективности производства работ НТТМ и ее критериями (см. выше подраздел 4.6.1) целесообразно

использовать методы, основанные на нечетком логическом выводе [205–226], что позволит совместно использовать разнородные данные для получения достоверного результата. В этом случае прогнозирование параметров системы обеспечения эффективности производства работ НТТМ сводится к построению системы нечеткого логического вывода (НЛВ) на базе существующей информации [205–226].



Рисунок 4.12 - Концептуальная схема экспериментально-статистической оценки определения интегральных параметров системы обеспечения эффективности производства работ НТТМ с применением методов НЛВ

Методы использующие НЛВ позволяют осуществить типизацию основных задач, решаемых при прогнозировании основных параметров системы обеспечения эффективности производства работ НТТМ, особенно при интегральных показателях [53–55, 205–226], которыми являются все рассматриваемые в данном случае (см. подраздел 4.6.1) с необходимой достоверностью.

На рис. 4.12 приведена концептуальная схема экспериментально-статистической оценки определения интегральных параметров СОЭПЭ НТТМ с применением методов НЛВ.

4.6.3. Определение основных параметров прогнозирования СОЭПЭ НТТМ. Определение уровней состояния СОЭПЭ НТТМ

Алгоритм Мамдани [209–211, 214, 215], основанный на НЛВ позволяет избежать большого объема вычислений на основе правил, при этом, необходимая дефазификация выходной переменной выполняется по методу центра тяжести. Фазификатор отображает точное значение переменной X в нечеткие множества из t . В свою очередь дефазификатор отображает нечеткие множества из p в четкое значение выхода W . В общем виде, нечеткая модель Мамдани, представляет собой набор правил (условий) «IF - THEN» («ЕСЛИ – ТО»), с сопутствующим определением лингвистических переменных этих отношений.

В общем виде процедура работы в пакете MATLAB 2019b Fuzzy Logic Toolbox, использованном при разработке показана на рис.4.13.



Рисунок 4.13 – Обобщенная схема реализации МНЛ

Относительно нечетких множеств, образуемых возможными соотношениями $Z_i = \{Q_{\Phi i}, P_{\Phi i}, K_{TГi}, K_{Tиi}, K_{CХi}\}$ были введены 19 нечетких множеств, связанных с лингвистической переменной входов: X_1 – выполнение объемов работ в сутки; X_2 – государственная приемка работ за сутки; X_3 – влияние погодных условий на выполнение планов работ; X_4 – вероятность безотказной работы; X_5 – наличие отказов за сутки; X_6 – время устранения отказов; X_7 – время работы НТТМ за сутки; X_8 – наработка машины за сутки; X_9 – возрастная группа; X_{10} – сезонные изменения.

Термы входных переменных представлены как:

$$\begin{aligned}
 X_1 &= \begin{cases} V, \mu_{1.1}(v) \\ V, \mu_{1.2}(v) \\ V, \mu_{1.3}(v) \end{cases} & X_6 &= \begin{cases} T, \mu_{6.1}(t) \\ T, \mu_{6.2}(t) \\ T, \mu_{6.3}(t) \end{cases} \\
 X_2 &= \{R, \mu_2(r)\} & X_7 &= \{C, \mu_7(c)\} \\
 X_3 &= \begin{cases} U, \mu_{3.1}(u) \\ U, \mu_{3.2}(u) \\ U, \mu_{3.3}(u) \\ U, \mu_{3.4}(u) \end{cases} & X_8 &= \begin{cases} N, \mu_{8.1}(n) \\ N, \mu_{8.2}(n) \\ N, \mu_{8.3}(n) \end{cases} \\
 X_4 &= \{P, \mu_4(p)\} & X_9 &= \{B, \mu_9(b)\} \\
 X_5 &= \{O, \mu_5(o)\} & X_{10} &= \{M, \mu_{10}(m)\}
 \end{aligned} \tag{4.11}$$

При этом их функции принадлежности $\mu_i(i)$ показаны на рис. 4.14. (а–д).

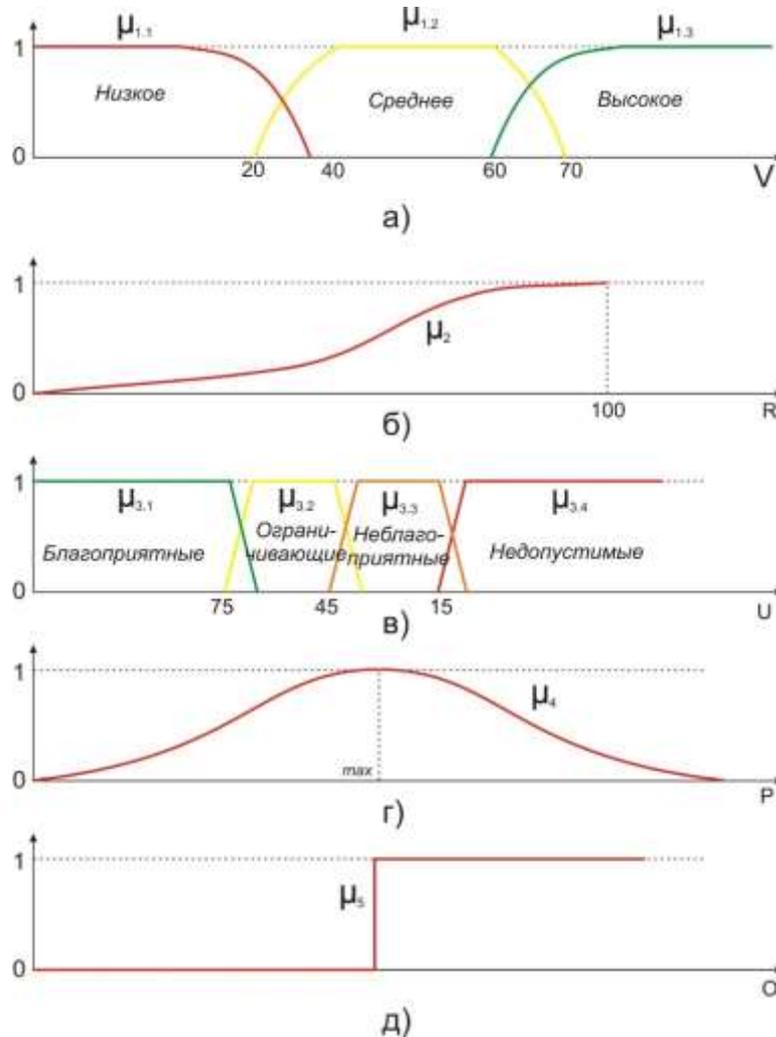


Рисунок 4.14 - Функции принадлежности входных переменных: а) выполнение объема работ за сутки; б) приемка работ за сутки; в) погодные условия на момент выполнения плана; г) вероятность отказов; д) наличие отказов за сутки

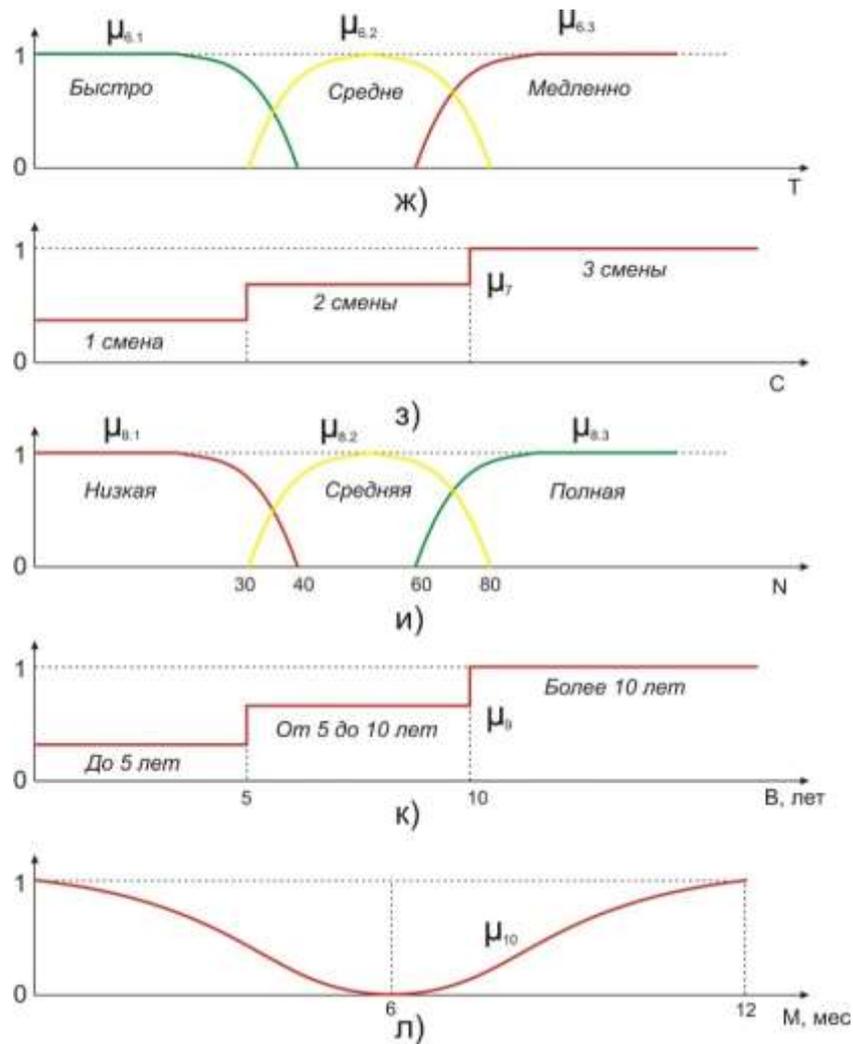


Рисунок 4.14 (окончание) - Функции принадлежности входных переменных: ж) время устранения отказов; з) время работы за сутки; и) наработка машины за сутки; к) возрастная группа; л) сезонные изменения

Соответственно были введены несколько нечетких множеств, связанных с выходной лингвистической переменной «Состояние СОЭПЭ НТТМ». Термы для входной переменной представим возможные состояния СОЭПЭ (выходы), как:

$W_1 = \{Z_1, \mu_{w1}(z)\}$ – максимально обеспеченное, с ресурсом

$W_2 = \{Z_2, \mu_{w2}(z)\}$ – номинальное, с остаточным ресурсом

$W_3 = \{Z_3, \mu_{w3}(z)\}$ – необеспеченное, с остаточным ресурсом

$W_4 = \{Z_4, \mu_{w4}(z)\}$ – недопустимое, без ресурса

Агрегирование выхода по всем правилам осуществляется объединением:

$$\tilde{B}' = \bigcup_{k=1}^N \tilde{B}'_k \quad (4.12)$$

с использованием t-ко нормы:

$$\mu_{B'}(w) = \sum_{k=1, N} \mu_{B'_k}(w) \quad (4.13)$$

Например, реализация выходной лингвистической переменной в состоянии максимальной обеспеченности с ресурсом будет выглядеть следующим образом:

ЕСЛИ= $\mu_{1.3}(x)$ and $\mu_{2.3}(x)$ and $\mu_{3.1}(x)$ and $\mu_{4.3}(x)$ and $\mu_{5.3}(x)$ and $\mu_{6.1}(x)$ and $\mu_{7.3}(x)$ and $\mu_{8.3}(x)$ and $\mu_{9.1}(x)$ and $\mu_{10.3}(x)$ ТО W_1 .

В случае перехода одного из параметров из зоны номинала в рабочую зону или из зоны максимума в зону номинала, выходная лингвистическая переменная w_i сменит свое значение на следующий уровень состояния. Таким образом, автором в пакете MATLAB 2019b Fuzzy Logic Toolbox была сформирована полная база выходов, состоящая из 68 правил. Пример работы по спискам правил показан на рис.4.15.

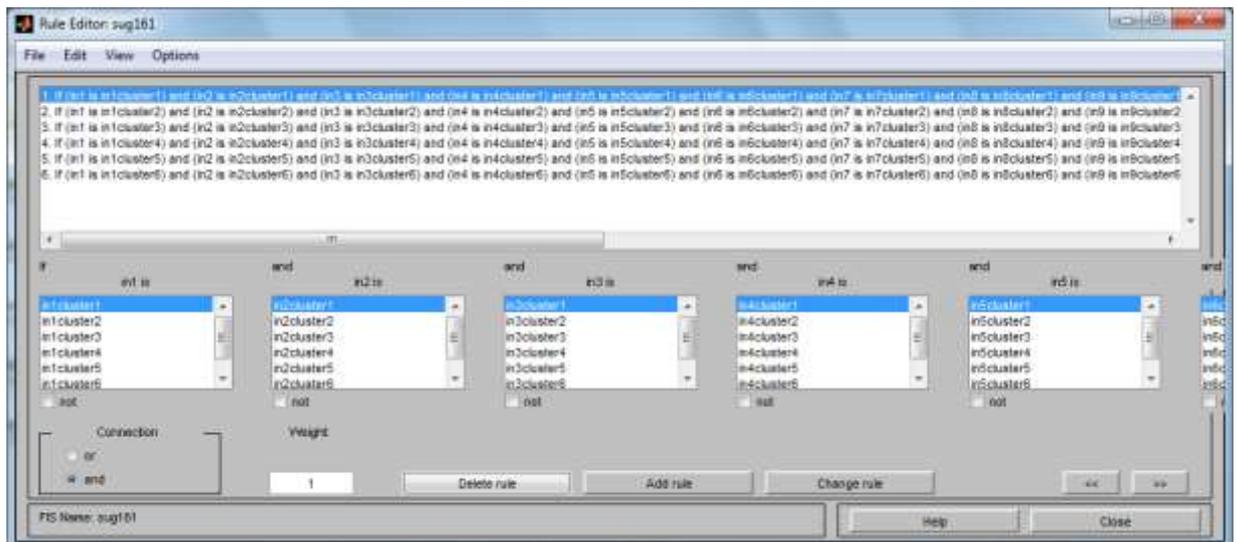


Рисунок 4.15 – Пример работы со списком правил, при построении нечеткой модели

Полученным нечетким правилам соответствует полная группа нечетких событий:

$$S_{i,l} = 1, \dots, 68, \{S_i\} = \{S_i(W_1, W_2)\} \cup \{S_i(W_3, W_4)\}, \quad (4.14)$$

где W_1, W_2 соответствуют работоспособным состояниям СОЭПЭ НТТМ, а W_3, W_4 – состояниям отказа СОЭПЭП НТТМ. Для полной группы вероятностей нечетких состояний, будет справедлива формула:

$$\sum P(W_1, W_2, W_3, W_4) = \sum P(W_1, W_2) + \sum P(W_3, W_4) = 1 \quad (4.15)$$

Как известно, в оригинальном методе Мамдани [47,53,209,223,228] часто используется частный случай t-нормы $T = \min$ и t-конормы $S = \max$. Соответственно, при дефаззификации осуществляется отображение нечеткого множества \tilde{B}' в четкое скалярное значение \bar{w} . При использовании метода дефаззификации по среднему центру в развернутом виде выходное значение образуется [228]:

$$\tilde{w} = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{w}_i \cdot \sum_{\mu \in [0,1]} \left\{ \sup_{\mu \in [0,1]} \{\mu_i(i)\} \cdot T(i, \mu_{wi}(\bar{w}_i)) \right\}}{\sum_{i=1}^N \sum_{\mu \in [0,1]} \left\{ \sup_{\mu \in [0,1]} \{\mu_i(i)\} \cdot T(i, \mu_{wi}(\bar{w}_i)) \right\}} \quad (4.16)$$

Данное соотношение можно представить в виде развернутой сетевой структуры, показанной на рис. 4.16.

Дефаззификатор отображает нечеткие множества в четкие значения выхода W , соответствующие состояниям работоспособности и отказа СОЭПЭ НТТМ. Для нечеткой оценки (прогнозирования) допустимого состояния СОЭПЭ преобразуем формулу (4.15) к виду:

$$1 - \sum P(W_3, W_4) = \sum P(W_1, W_2) \quad (4.17)$$

Фактически, по своей сути, данная формула представляет собой нечеткую оценку безотказности СОЭПЭ НТТМ.

Приведенная методика прогнозирования на основе МНМ и нейронных сетей (НС), позволяет оценивать состояние контролируемой системы обеспечения удаленно, только на основе накапливаемых объемов данных, что является актуальным в связи с развитием технологий ПИВ и BigDataMining. На основе приведенного подхода также возможно реализовать контроль состояния и систему поддержки принятия решений. Задача управления и воздействия на систему обеспечения эффективности производственной эксплуатации (СОЭПЭ) НТТМ рассматривается в следующей главе.

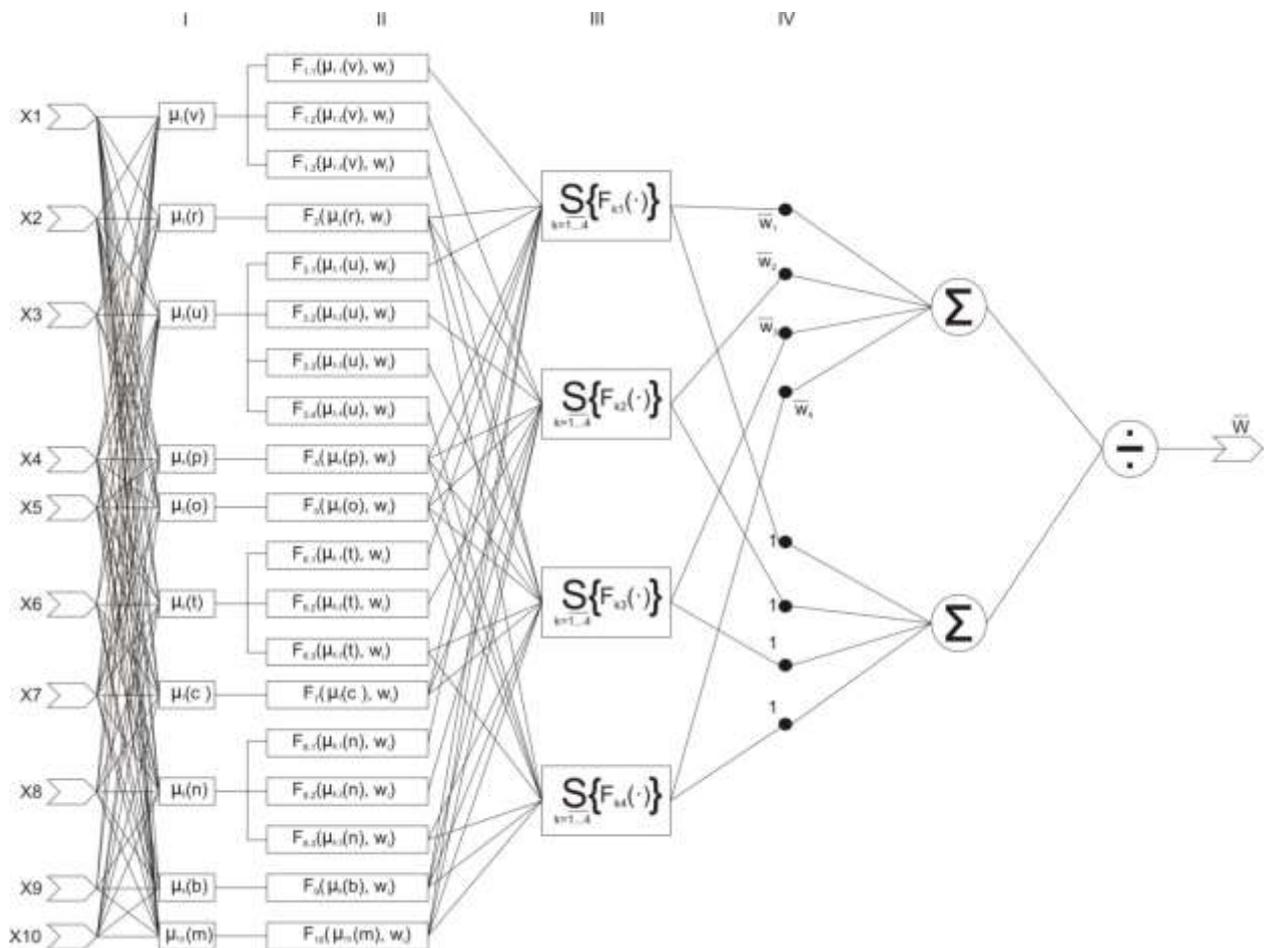


Рисунок 4.16 - Структура сети, соответствующая соотношению (4.16)

На практике вышеизложенная методика была реализована в пакете MATLAB 2019b Fuzzy Logic Toolbox. Для исключения возможного состояния «переобучения» модели (случай, когда модель дает

минимальную ошибку на элементах обучающего множества при большой ошибке на элементах тестирующего множества) использовалось разбиение исходной выборки на два подмножества: обучающую и проверочную.

Разработанный в Fuzzy Logic Toolboxm-файл был основан на genfis3 – генерация нечеткой модели с использованием нечеткой (FCM) кластеризации.

В общем виде, полученная программа анализирует входные термы, которые состоят их обучающих систему параметров и их критериев, которые вводятся с помощью специальных таблиц-матриц (в Приложении В показан пример таких таблиц для НТТМ показанных далее в табл. 4.11–4.13).

Далее, после построения функций принадлежности входных термов (рис.4.14), происходит «обучение» системы на базе накопленных ранее фактических данных по каждой машине (таблицы обучающей выборки формируются по пакетам данных мониторинга, в том числе с возможностью передачи в ПИВ) с учетом функций принадлежности входных термов и 68 правил выходов системы и выдает значения прогнозируемых параметров с учетом входных термов, в которых находятся значения заданных критериев оценки параметров системы обеспечения эффективности производства работ НТТМ.

Таким образом, образуются выходные термы. Результаты прогнозируемых параметров (см. раздел 4.6.1), а также уровни состояния системы (W) можно получить в виде таблиц (см. пример в табл. 4.11–4.13) по дням работы НТТМ на объектах.

В табл. 4.11–4.13 в верхней части указаны прогнозируемые параметры и в нижней фактические, полученные при работе НТТМ на объектах.

Таблица 4.11 - Прогноз параметров (Q_{Φ} , $P_{\text{ЭФ}}$, $K_{\text{ВР}}$, $K_{\text{РТП}}$, $K_{\text{В}}$) и уровень состояния (W) СОЭПЭ за один день работы 10 февраля 2020 г. экскаватора-погрузчика марки JCB 3СХ первой возрастной группы

№ п/п	Параметры	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	W
Прогнозирование												
1	Q_{Φ}	1	1	0,7	0,8	1	0	0,4	0,7	1	0,5	W_1
2	$P_{\text{ЭФ}}$	1	1	0,7	0,8	1	0	0,4	0,7	1	0,5	
3	$K_{\text{ВР}}$	1	1	0,7	0,8	1	0	0,4	0,7	1	0,5	
4	$K_{\text{РТП}}$	1	1	0,7	0,8	1	0	0,4	0,7	1	0,5	
5	$K_{\text{В}}$	1	1	0,7	0,8	1	0	0,4	0,7	1	0,5	
Фактические значения												
1	Q_{Φ}	1	1	0,7	0,8	1	0	0,4	0,7	1	0,5	W_1
2	$P_{\text{ЭФ}}$	1	1	0,7	0,8	1	0	0,4	0,7	1	0,5	
3	$K_{\text{ВР}}$	1	1	0,7	0,8	1	0	0,4	0,7	1	0,5	
4	$K_{\text{РТП}}$	1	1	0,7	0,8	1	0	0,4	0,7	1	0,5	
5	$K_{\text{В}}$	1	1	0,7	0,8	1	0	0,4	0,7	1	0,5	

Таблица 4.12 - Прогноз параметров (Q_{Φ} , $P_{\text{ЭФ}}$, $K_{\text{ВР}}$, $K_{\text{РТП}}$, $K_{\text{В}}$) и уровень состояния (W) СОЭПЭ за один день работы 10 июля 2020 г. асфальтоукладчика марки VOLVO ABG P6820С первой возрастной группы

№ п/п	Параметры	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	W
Прогнозирование												
1	$Q_{\Phi} = 5350 \text{ м}^2$	1	1	1	0,5	1	0	1	0,9	1	1	W_1
2	$P_{\text{ЭФ}} = 243 \text{ м}^2/\text{ч}$	1	1	1	0,5	1	0	1	0,9	1	1	
3	$K_{\text{ВР}} = 1,3$	1	1	1	0,5	1	0	1	0,9	1	1	
4	$K_{\text{РТП}} = 1,0$	1	1	1	0,5	1	0	1	0,9	1	1	
5	$K_{\text{В}} = 0,82$	1	1	1	0,5	1	0	1	0,9	1	1	
Фактические значения												
1	$Q_{\Phi} = 5241 \text{ м}^2$	1	1	1	0,5	1	0	1	0,9	1	1	W_1
2	$P_{\text{ЭФ}} = 218 \text{ м}^2/\text{ч}$	1	1	1	0,5	1	0	1	0,9	1	1	
3	$K_{\text{ВР}} = 1,2$	1	1	1	0,5	1	0	1	0,9	1	1	
4	$K_{\text{РТП}} = 0,9$	1	1	1	0,5	1	0	1	0,9	1	1	
5	$K_{\text{В}} = 0,82$	1	1	1	0,5	1	0	1	0,9	1	1	

Таблица 4.13 - Прогноз параметров (Q_{Φ} , $P_{\text{ЭФ}}$, $K_{\text{ВР}}$, $K_{\text{РП}}$, $K_{\text{В}}$) и уровень состояния (W) СОЭПЭ за один день работы 10 февраля 2020 г. машины для содержания АД КДМ на базе КамАЗ 65115 первой возрастной группы

№ п/п	Параметры	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	W
Прогнозирование												
1	$Q_{\Phi} \cdot 10^3 = 731 \text{ м}^2$	1	1	1	0,1	1	0	0,7	0,7	1	0,5	W_1
2	$P_{\text{ЭФ}} \cdot 10^3 = 46,5 \text{ м}^2/\text{ч}$	1	1	1	0,1	1	0	0,7	0,7	1	0,5	
3	$K_{\text{ВР}} = 1,0$	1	1	1	0,1	1	0	0,7	0,7	1	0,5	
4	$K_{\text{РП}} = 0,45$	1	1	1	0,1	1	0	0,7	0,7	1	0,5	
5	$K_{\text{В}} = 0,8$	1	1	1	0,1	1	0	0,7	0,7	1	0,5	
Фактические значения												
1	$Q_{\Phi} \cdot 10^3 = 764 \text{ м}^2$	1	1	1	0,1	1	0	0,7	0,7	1	0,5	W_1
2	$P_{\text{ЭФ}} \cdot 10^3 = 48 \text{ м}^2/\text{ч}$	1	1	1	0,1	1	0	0,7	0,7	1	0,5	
3	$K_{\text{ВР}} = 1,1$	1	1	1	0,1	1	0	0,7	0,7	1	0,5	
4	$K_{\text{РП}} = 0,5$	1	1	1	0,1	1	0	0,7	0,7	1	0,5	
5	$K_{\text{В}} = 0,7$	1	1	1	0,1	1	0	0,7	0,7	1	0,5	

Пример графического представления результатов прогнозирования за один день работы, по таблицам 4.11-4.13 показано на рис.4.17.

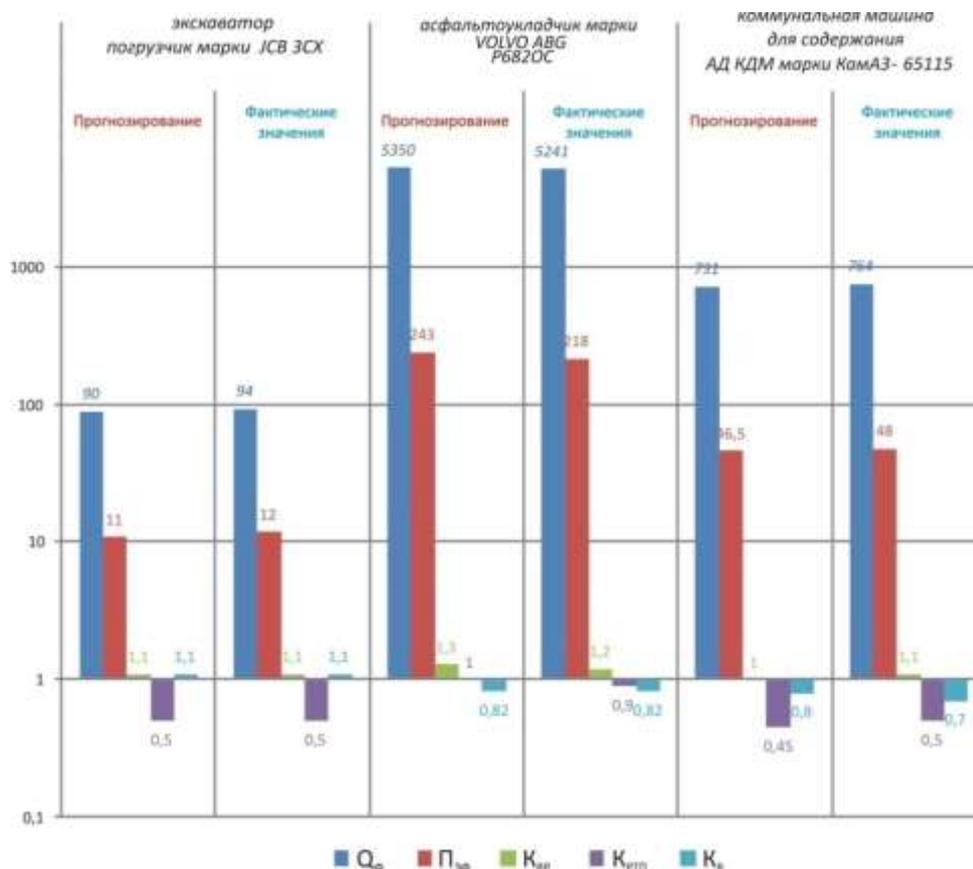


Рисунок 4.17 – Результаты прогнозирования за один день 10 февраля 2020 г. работы экскаватора-погрузчика марки JCB 3CX, асфальтоукладчика марки VOLVO ABG P6820C и машины для содержания АД КДМ на базе КамАЗ 65115

Коэффициент детерминации модели, рассчитанный по выходной переменной W_1 , равен $R^2=0,91$, статистически значим с уровнем значимости 0,09. Большое значение коэффициента множественной корреляции свидетельствует о том, что вариация уровня состояния W_1 в обучающей выборке на 91% определяется вариацией входных переменных X_1-X_{10} . Из представленных выше табл. 4.11–4.13 и рис. 4.17 в рамках исследования, включавшего в себя практическое применение прогнозирования на два месяца (июль и февраль 2020 г.), было также получено, что разброс прогнозируемых и фактических значений параметров системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ составляет не более (3÷6)%, что свидетельствует о хорошей сходимости результатов.

Дисперсия погрешности разработанной модели, рассчитанная по выходной переменной W_1 , равна $s^2=152,7$. Коэффициент парной корреляции между W_1 и $W_{1\text{мод}}$ равен $r=0,90$. Большое значение коэффициента парной корреляции свидетельствует о том, что модель с высокой точностью описывает характер изменения выходной переменной W_1 на проверочной выборке. Это подтверждает высокую точность разработанной модели на нечетких множествах.

4.7. Выводы по Главе 4

После проведения исследований по четвертой главе, необходимо сделать следующие основные выводы:

1. Прогнозирование критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности путем исследования первой производной от ее функции позволило за один-два дня работы НТТМ на конкретных объектах предупреждать и не допускать невыполнение требуемых объемов работ.

2. Были определены основные показатели надежности выбранных НТТМ по современным методикам, позволяющим учесть НР. Определенные в 4.4 и 4.5 коэффициенты технической готовности, технического использования и оперативной технической готовности разными способами позволили оценить их и дать рекомендации к применению в разных случаях.

3. Для прогнозирования основных параметров и уровней СОЭПЭ НТТМ был выбран и обоснован математический аппарат, основанный на нечетком логическом выводе, который позволил с допустимой достоверностью (коэффициент детерминации модели, рассчитанный по выходной переменных W_i , равен не менее $R^2=0,9$) определять прогнозируемые параметры СОЭПЭ НТТМ.

5. Были определены прогнозируемые параметры ($Q_{п}$, $П_{ЭФ}$, $K_{ВР}$, $K_{РТП}$, $K_{В}$) и четыре уровня ($W_1...W_4$) состояния СОЭПЭ НТТМ. Это позволило осуществлять долгосрочное планирование работы НТТМ на объекте.

6. Применение методов нечеткого вывода показало их состоятельность в рассматриваемых системах и возможность решать более сложные задачи, относящиеся к задачам уже более высокого, чем прогнозирование уровня. К таким задачам можно отнести задачи управления системой с помощью нечетких регуляторов. В нашем случае, под устойчивостью систем следует понимать воздействия, направленные на возвращение или сохранение ресурс-параметров системы в состояния или, соответственно, состояние, когда их значения будут в пределах нормированных значений. Данное исследование в наши дни является актуальным. Это прежде всего связано с технологиями ПИВ и BigDataMining, что позволит контролировать устойчивость состояния системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ в реальном времени. Таким образом, следующим шагом в

исследовании состояния СОЭПЭ НТТМ будет исследование ее устойчивости.

7. Для исследования управления устойчивостью сложной многокритериальной системы, которой безусловно является СОЭПЭ НТТМ, необходимо будет определиться с ресурс-параметрами состояния СОЭПЭ НТТМ и на основании этого, исследовать уровни состояния и их перехода по ресурс-параметрам СОЭПЭ НТТМ. Что позволяет разработать механизм управления предлагаемой системой, отвечающий современным условиям направленным на цифровизацию и цифровую трансформацию.

ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ НТТМ. ФОРМИРОВАНИЕ УРОВНЕЙ СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СОЭПЭ НТТМ

5.1. Выбор и обоснование параметров состояния устойчивости СОЭПЭ НТТМ

Обобщая вышеизложенное, под СОЭПЭ НТТМ в настоящей работе следует понимать комплекс методик и мер, позволяющих осуществить необходимые воздействия, направленные на выполнение НТТМ требуемых объемов работ в соответствии с техническими требованиями конкретного проекта работ (контракта на строительство, реконструкцию, ремонт и содержание АД общего пользования) и в срок на реальных объектах.

Рассмотрим возможные ресурсные параметры: производственные; технико-экономические; надежности (безопасности нахождения в производственной среде); экологические; эргономические; социальные и прочие.

В условном представлении ЖЦ НТТМ в цикле от идей (концепта проектных решений по ТЗ на проект) до опыта (результатов накопления БОД) данные ресурсные параметры можно представить как области, занимаемые множествами ресурсных значений, центр тяжести которых превалирует к какой-либо из стадий ЖЦ. При этом геометрические центры областей отражают положение ресурсов в соотношении баланса образуемого цикла. Центры тяжести областей в конечном счете определяют меры управления по обеспечения устойчивости СОЭПЭ. Диаграмма, отражающая вышесказанное, с визуальным распределением центров тяжести и наложением исследуемых областей состояния ресурсов представлена на рисунке 5.1.

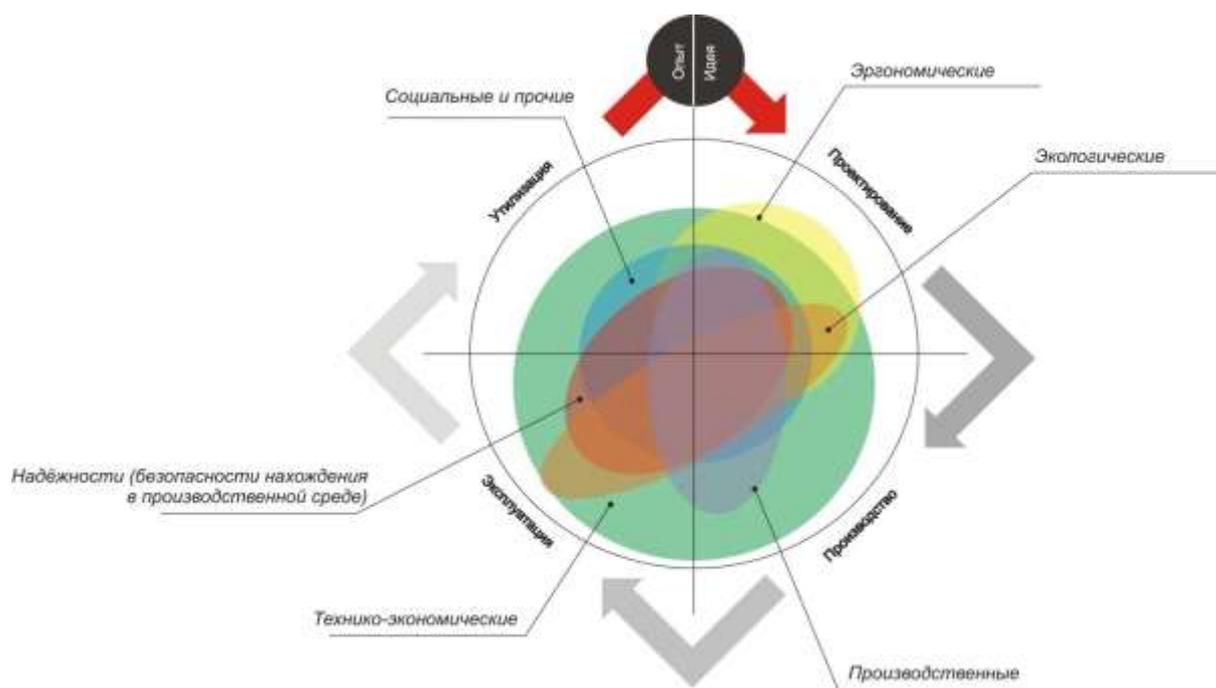


Рисунок 5.1–Диаграмма распределения центров тяжести областей состояния ресурсов в ЖЦ НТТМ

Как следует из рис.5.1 нет ни одного параметра, который прямым или косвенным образом не отразился бы на основных этапах ЖЦ НТТМ.

Рассмотрим каждый параметр системы обеспечения эффективности производства работ НТТМ отдельно:

Производственный параметр. Данный параметр является одним из основных в ЖЦ НТТМ, так как по своей сути определяет смысл применения НТТМ. Обозначим главные его стороны:

во-первых, главным предназначением любой НТТМ является выполнение необходимых (требуемых) объемов работ с заданным уровнем качества;

во-вторых, техническое исправное состояние НТТМ является важным критерием для выполнения требуемых объемов работ, но недостаточным. Так, в частности, даже при технически исправном состоянии НТТМ требуемые объемы работ НТТМ на объекте могут быть не выполнены;

в-третьих, оценить выполнение требуемых объемов работ можно через производительность НТТМ. Для этого необходимо исследование

четырёх производительностей НТТМ: технической, эксплуатационной плановой, эксплуатационной фактической и эксплуатационной расчетной. Производительность НТТМ является интегральным и универсальным критерием, который отражается во всем при работе НТТМ;

в-четвертых, на базе уже имеющихся КФИ и КВС и при их дальнейшем развитии, наблюдаемая производительность НТТМ (и другие показатели мониторинга), формируют уже сейчас цифровую тень эксплуатации НТТМ, которая при развитии ПИВ, в ближайшем будущем позволит интегрировать ЦД НТТМ в ЦД АД и в реальном времени управлять эффективностью использования НТТМ.

Технико-экономический параметр. Рассматривая данный параметр необходимо отметить, что оценка технико-экономических показателей работы НТТМ является неотъемлемой частью работы любой НТТМ. Любая работа НТТМ тесно связана с бюджетом, который в каждом случае отличается. Выходить за рамки бюджета недопустимо с экономической и технической точек зрения. Кроме того, любая НТТМ, работая на конкретном объекте, должна приносить прибыль, которая должна окупить затраты на проектирование и производство НТТМ в начальный период эксплуатации, а также постоянные переменные затраты при эксплуатации НТТМ. Поэтому данный параметр является неотъемлемой частью состояния СОЭПЭ НТТМ на объектах и будет рассмотрен с точки зрения исследования фактических значений технико-экономического параметра выбранных НТТМ.

Параметр надежности НТТМ (безопасности производственной среды). Вопросы обеспечения надежности НТТМ можно рассматривать с многих сторон. Например, обеспечение безопасности производства работ. Действия, связанные с предупреждением и недопущением отказов НТТМ и многое другое. В данном случае нет смысла в рамках проводимого исследования подробно рассматривать вопросы обеспечения безопасности

производства работаем на объектах, так как это выходит за область научного исследования. Это обоснованно прежде всего тем, что вопросы обеспечения безопасности производства работ НТТМ на объектах находятся в плоскости юридической оценки и не представляют исследовательский интерес. Существуют общие и частные правила безопасности производства работ НТТМ, журналы по технике безопасности и так далее.

Данный параметр является комплексным и представляет научный интерес в первую очередь при исследовании фактов отказов при работе НТТМ с точки зрения причин их возникновения, а также предупреждение и недопущения. При этом данное направление относится к вопросам производственной и технической эксплуатации. Кроме того, техническое состояние НТТМ является необходимым количественным условием качественного выполнения необходимых объемов работ.

Экологический параметр. Безусловно, вопросы экологии при работе НТТМ занимают важное место. Если рассматривать СОЭПЭ НТТМ, то здесь можно выделить два основных направления:

Первое направление – это класс (уровень) экологической безопасности. При работе НТТМ при строительстве, ремонте, реконструкции и содержании на объектах федерального значения допускается использование НТТМ не ниже «Евро 4» класса экологической безопасности.

Второе направление. Это недопущение при работе НТТМ выбросов, попадания технико-эксплуатационных материалов в окружающую среду. Это прямым образом зависит от технического состояния НТТМ и от квалификации оператора (машиниста) НТТМ, а также от обслуживающего персонала.

Эргономический параметр. Показатели эргономического параметра НТТМ закладываются на этапах проектирования и производства НТТМ и

реализуются в процессе эксплуатации НТТМ. Основные эргономические показатели НТТМ представлены на рисунке 5.2.

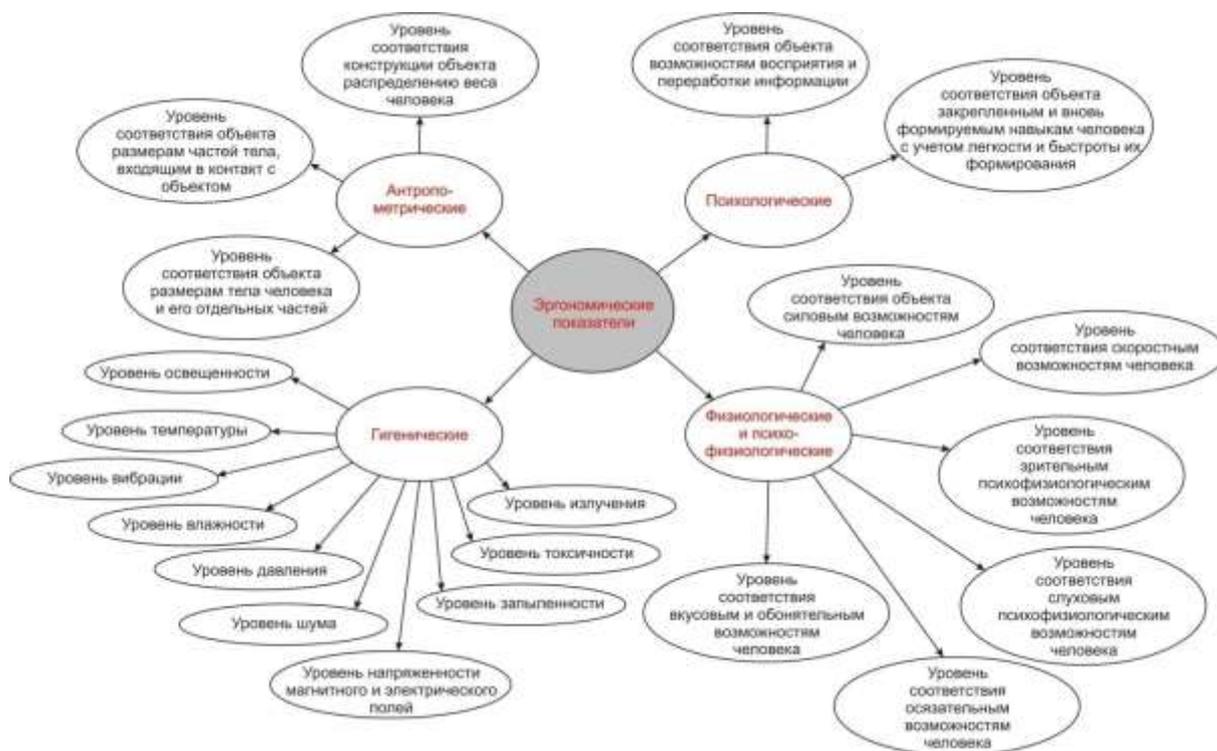


Рис.5.2 Эргономические показатели НТТМ

Общие требования к эргономике регулируются нормами ГОСТ Р 56274 [227] и другими национальными и межгосударственными стандартами, указанными в разделе 2 данного ГОСТ Р [227].

Рассматривая эргономические показатели (рис. 5.2) в обобщении следует сделать вывод, что они либо не меняются в процессе эксплуатации, либо меняются незначительно (центр тяжести области ресурсов расположен в секторе проектирования по рис. 5.1). Во многом влияние эргономики в эксплуатации НТТМ зависит от квалификации оператора (машиниста) НТТМ, точнее, от умения им правильно отрегулировать сиденье, выбрать посадку или режим работы НТТМ.

Социальный параметр. Социальный параметр в рамках данной работы обусловлен потребностями государства в строительстве, ремонте, реконструкции и содержании АД общего пользования в больших объемах и

в скоростях их выполнения, что формирует круг задач и народнохозяйственных проблем, решаемых в данной диссертационной работе.

Прочее (параметр). Предусматривает развитие ситуации при работе НТТМ по нештатному сценарию. Например, техногенные катастрофы, стихийные бедствия и при тому подобных явлениях. Общей характеристикой в этом случае при работе НТТМ остается возможность выполнения своих функций в нештатных ситуациях. Данный критерий в настоящей работе не рассматривается, так как исследование проводилось при работе НТТМ в штатных условиях.

Таким образом, подводя итоги анализов семи параметров системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ, нужно выделить три базовых параметра для дальнейшего научного исследования устойчивости состояния системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ. Это: производственный, технико-экономический и надежности (безопасности) параметры системы.

Данный выбор был обусловлен, прежде всего тем, что вышеуказанные параметры, во-первых, изменяются в процессе работы НТТМ; во-вторых, главным образом влияют на основную цель работы НТТМ - это выполнение необходимых (требуемых) объемов работ и в-третьих, позволяют оценить все этапы ЖЦ НТТМ при их работе. Остальные же параметры (четыре параметра): экологический, эргономический, социальный и прочие, заложены конструкцией НТТМ и не меняются в процессе работы НТТМ, либо меняются незначительно. Таким образом, не представляя научный интерес для их исследования в рамках данной диссертационной работы.

5.2. Определение параметров состояния СОЭПЭ НТТМ

5.2.1. Определение производственного параметра состояния устойчивости СОЭПЭ НТТМ

Анализируя проведенные выше исследования, производственный параметр, заключающийся в качественном выполнении требуемых объемов работ, может быть выражен через коэффициент выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) НТТМ. Проведенный анализ показал, что при оценке данного параметра возможно три ситуации:

Первая ситуация, складывается, когда коэффициент технического выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) имеет значение менее единицы. В этом случае имеет место невыполнение требуемых объемов работ, так как эксплуатационная плановая производительность превышает эксплуатационную фактическую производительность НТТМ в конкретный день работы.

Вторая ситуация имеет место быть, когда значение коэффициента технического выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) находится в диапазоне от единицы до 1,25. В этом случае обеспечивается количественное выполнение требуемых объемов работ, так как эксплуатационная фактическая производительность превышает эксплуатационную плановую производительность НТТМ в конкретный день работы. Кроме того, при выполнении требуемых объемов работ, не имеет место быть переиспользования имеющихся ресурсов в виде топливо-эксплуатационных и строительных материалов (см. выше раздел 3). То есть вторая ситуация является идеальной, при эксплуатации НТТМ к которой надо стремиться.

Третья ситуация складывается, когда коэффициент технического выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) НТТМ имеет значение, превышающее 1,25. В этом случае имеет место выполнения требуемых объемов работ, но при этом происходит переиспользование имеющихся ресурсов топливо-эксплуатационных, а также строительных материалов из-за критического превышения эксплуатационной фактической производительности НТТМ.

Такая ситуация не является идеальной и требует коррекционного воздействия на нее.

Средние значения коэффициента технического выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) на примере для девяти НТТМ с учетом вышеизложенного за рассматриваемый период времени представлены в табл. 5.1 - 5.3.

Таблица 5.1 - Средние значение коэффициента выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) трех экскаваторов погрузчиков марки JCB 3СХ за рассматриваемый период времени

Период	ноябрь 19	декабрь 19	январь 20	февраль 20	март 20	апрель 20	май 20	июнь 20	июль 20	август 20	сентябрь 20	октябрь 20
Коэффициент выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) JCB 3СХ												
До 5 лет	1,18	1,39	0,99	0,99	1,19	1,17	1,17	1,18	0,99	1,19	1,18	1,18
От 5 до 10 лет	1,17	1,37	1,15	0,99	1,16	1,16	0,99	0,99	1,14	0,99	1,17	1,18
10 лет и старше	1,15	0,99	0,99	1,16	1,15	0,99	0,99	1,13	0,99	1,15	1,17	1,13

Таблица 5.2 - Среднее значение коэффициента выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) трех асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820С за рассматриваемый период времени

Период	ноябрь 19	декабрь 19	январь 20	февраль 20	март 20	апрель 20	май 20	июнь 20	июль 20	август 20	сентябрь 20	октябрь 20	
Коэффициент выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) Volvo ABG P6820С													
До 5 лет	1,16	-	-	-	-	-	1,14	1,15	1,18	0,99	1,16	1,17	1,15
От 5 до 10 лет	1,14	-	-	-	-	-	1,15	0,99	0,99	1,16	1,16	1,16	1,17
10 лет и старше	1,16	-	-	-	-	-	1,18	1,15	1,17	0,99	0,99	1,14	1,14

Таблица 5.3 - Среднее значение коэффициента выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) трех машин для содержания АД (КДМ) на базе автомобилей марки КамАЗ 65115 за рассматриваемый период времени

Период	ноябрь 19	декабрь 19	январь 20	февраль 20	март 20	апрель 20	май 20	июнь 20	июль 20	август 20	сентябрь 20	октябрь 20
Коэффициент выполнения объемов работ ($K_{ВР}$) КамАЗ 65115												
До 5 лет	1,17	1,16	1,15	0,99	1,15	1,14	1,15	1,18	0,99	1,15	1,18	1,17
От 5 до 10 лет	1,15	0,99	1,14	1,18	0,99	0,99	1,13	1,18	1,16	1,14	1,14	1,17
10 лет и старше	1,17	1,15	0,99	1,15	0,99	1,16	1,14	1,14	1,13	1,17	1,09	1,16

Далее полученные среднее значение коэффициента выполнения объемов работ ($K_{вр}$) – производственного параметра выбранных девяти НТТМ будут использоваться при построении модели устойчивости системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ и при определении уровней ее состояния.

5.2.2. Определение технико-экономического параметра состояния устойчивости СОЭПЭ НТТМ

Исследование фактического состояние с целью получения реальных моделей устойчивости СОЭПЭ НТТМ, позволяет получить реальную модель состояния данной системы. Эксплуатация любой НТТМ имеет экономическую сторону, которая заключается в том, что любая НТТМ должна больше времени находиться в работоспособном состоянии и выполнять свое основное предназначение, которое заключается в выполнении требуемых объемов работ. При этом любая НТТМ должна приносить прибыль, которая должна сперва окупить затраты на ее приобретение, а потом приносить регулярную прибыль, которая должна окупать стоимость владения НТТМ, то есть окупать постоянные и переменные затраты. Поэтому для того, чтобы объективно увидеть, как работали выбранные НТТМ в рассматриваемый период с экономической точки зрения, целесообразно определить фактический коэффициент рентабельности (R) для вышеуказанных девяти НТТМ трех возрастных групп. Это обосновано тем, что именно коэффициент рентабельности (R) позволяет быстро, точно и объективно определить какой процент от выручки является прибылью конкретной НТТМ. Для определения фактического процента рентабельности (R) для выборных девяти НТТМ за рассматриваемый период по месяцам необходимо выполнить следующие действия.

Первое. Необходимо определить выручку (B) каждой НТТМ, которую приносит рассматриваемые НТТМ в течение рассматриваемого периода по месяцам. Данную выручку НТТМ можно определить по следующей зависимости (5.1):

$$B_i = C_{\text{чи}} \cdot T_{\text{ги}}, \quad (5.1)$$

где B_i – годовой фонд выручки i -й НТТМ, тыс. руб;

$C_{\text{чи}}$ – стоимость одного машино-часа работы i -й НТТМ, принимаем для экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ, $C_{\text{чи}} = 1,3$ тыс. руб/час; для асфальтоукладчиков марки Volvo АВG Р682ОС, $C_{\text{чи}} = 1,5$ тыс. руб/час; для КДМ марки КамАЗ 65115, $C_{\text{чи}} = 1,2$ тыс. руб/час;

$T_{\text{ги}}$ – годовой фонд работы i -й НТТМ (см. раздел 3 и Приложение А).

Стоимость затрат (Z) постоянных и переменных на владение выбранных НТТМ лучше осуществить с помощью специальных таблиц 5.4–5.6.

Далее, расчет коэффициента рентабельности (R) для девяти выбранных НТТМ трех возрастных групп приведен в таблицах 5.7–5.9 используются следующие обозначения:

$T_{\text{ми}}$ – время работы i -й НТТМ в течение одного месяца, тыс. руб.;

$B_{\text{ми}}$ – выручка i -й НТТМ в течение одного месяца, тыс. руб.;

$Z_{\text{ми}}$ – сумма постоянных и переменных затрат i -й НТТМ в течение одного месяца, тыс. руб.;

$\Pi_{\text{ми}}$ – прибыль i -й НТТМ в течение одного месяца, тыс. руб.;

$R_{\text{ми}}$ – коэффициент рентабельности i -й НТТМ в течение одного месяца, %.

Прибыль ($\Pi_{\text{ми}}$) определяется по зависимости 5.2:

$$\Pi_{\text{ми}} = B_{\text{ми}} - Z_{\text{ми}} \quad (5.2)$$

Коэффициент рентабельности ($R_{\text{ми}}$) определяется по следующей зависимости 5.3:

$$R_{\text{ми}} = \frac{\Pi_{\text{ми}}}{B_{\text{ми}}} \cdot 100 \quad (5.3)$$

Таблица 5.4 - Расчет постоянных и переменных затрат на владение НТТМ (смета затрат) экскаватором-погрузчиком марки JCB 3CX

№ п/п	Наименование статей затрат	Расчетные показатели затрат, руб./час		% от затрат Z
		Z _{пост}	Z _{пер}	
1	Амортизационные отчисления	170	-	18,3
2	Затраты на ТО и ремонт	-	270,6	29,2
3	Оплата труда оператора (машиниста)	292	-	31,5
4	Затраты на дизельное топливо	-	104	11,2
5	Затраты на смазочные материалы	-	20,8	2,2
6	Затраты на гидравлические жидкости	-	8,2	0,9
7	Затраты на перебазировку	-	62,4	6,7
8	Сумма	462	466	49,8/50,2
9	Итого Z руб/час	928		100

Таблица 5.5 - Расчет постоянных и переменных затрат на владение НТТМ (смета затрат) асфальтоукладчиком марки Volvo ABG P6820C

№ п/п	Наименование статей затрат	Расчетные показатели затрат, руб./час		% от затрат Z
		Z _{пост}	Z _{пер}	
1	Амортизационные отчисления	180	-	17,8
2	Затраты на ТО и ремонт	-	294	29,1
3	Оплата труда оператора (машиниста)	300	-	29,7
4	Затраты на дизельное топливо	-	115	11,4
5	Затраты на смазочные материалы	-	26,3	2,6
6	Затраты на гидравлические жидкости	-	10,5	1
7	Затраты на перебазировку	-	85,2	8,4
8	Сумма	480	531	47,5/52,5
9	Итого Z руб/час		1011	100

Таблица 5.6 - Расчет постоянных и переменных затрат на владение НТТМ (смета затрат) машиной для содержания АД КДМ на базе КамАЗ 65115

№ п/п	Наименование статей затрат	Расчетные показатели затрат, руб./час		% от затрат Z
		Z _{пост}	Z _{пер}	
1	Амортизационные отчисления	175	-	19,5
2	Затраты на ТО и ремонт	-	265	29,5
3	Оплата труда оператора (машиниста)	280	-	31,2
4	Затраты на дизельное топливо	-	100	11,1
5	Затраты на смазочные материалы	-	24	2,7
6	Затраты на гидравлические жидкости	-	7	0,8
7	Затраты на перебазировку	-	46,3	5,2
8	Сумма	455	442,3	50,7/49,3
9	Итого Z руб/час		897,3	100

После того, как были определены коэффициенты рентабельности (R_{mi}) выбранных НТТМ необходимо отметить, что на практике согласно нормативным минимальным значением коэффициента рентабельности принято считать 20%. При данном значении коэффициента рентабельности и при большем значении, НТТМ приносит прибыль, которая является оптимальной и выше, чем оптимальный, что гарантирует, с экономической точки зрения, быструю окупаемость НТТМ, а также окупаемый всех затрат владения НТТМ и высокой прибыли [201, 203].

Сказанное графически можно пояснить на рисунке 5.3 (см. ниже).

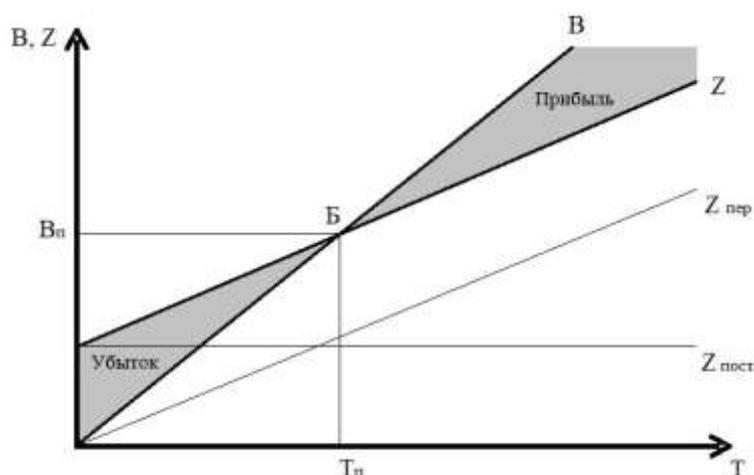


Рисунок 5.3 - Экономическая модель работы НТТМ. $T_{п}$ и $V_{п}$ – пороговые значения наработки и прибыли, соответственно

Таблица 5.7 - Расчет коэффициента рентабельности (R_{mi}) экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3 СХ

№ п/п	Месяц года	T_{mi} , час			V_{mi} , тыс. руб			Z_{mi} , тыс. руб.			Π_{mi} , тыс. руб			R_{mi} , %		
		до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше
1	ноя.19	520	408	480	676	530,4	624	482,0	378,6	445,4	194,0	151,8	178,6	28,70	28,62	28,62
2	дек.19	456	512	520	529,8	665,6	676	423,2	475,1	482,6	106,6	190,5	193,4	20,13	28,62	28,62
3	янв.20	376	408	392	488,8	530,4	509,6	348,9	378,6	363,8	139,9	151,8	145,8	28,62	28,62	28,62
4	фев.20	440	504	416	572,2	655,2	540,8	408,3	467,7	386,0	163,9	187,5	154,8	28,64	28,62	28,62
5	мар.20	424	504	480	551,2	655,2	624	393,5	467,7	445,4	157,7	187,5	178,6	28,62	28,62	28,62
6	апр.20	432	472	440	561,6	613,6	572	400,9	438,0	408,3	160,7	175,6	163,7	28,62	28,62	28,62
7	май.20	496	528	456	644,8	686,4	592,8	460,3	490,0	423,2	184,5	196,4	169,6	28,62	28,62	28,62
8	июн.20	544	456	466	707,2	592,8	605,8	504,8	423,2	432,4	202,4	169,6	173,4	28,62	28,62	28,62
9	июл.20	592	472	496	769,6	613,6	644,8	549,4	438,0	460,3	220,2	175,6	184,5	28,62	28,62	28,62
10	авг.20	536	480	448	696,8	624	582,4	497,4	445,4	415,7	199,4	178,6	166,7	28,62	28,62	28,62
11	сен.20	480	464	472	624	603,2	613,6	445,4	430,6	438,0	178,6	172,6	175,6	28,62	28,62	28,62
12	окт.20	552	488	496	717,6	634,4	644,8	512,3	452,9	460,3	205,3	181,5	184,5	28,62	28,62	28,62

Таблица 5.8 - Расчет коэффициента рентабельности (R_{mi}) асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P6820C

№ п/п	Месяц года	T_{mi} , час			V_{mi} , тыс. руб			Z_{mi} , тыс. руб.			Π_{mi} , тыс. руб			R_{mi} , %		
		до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше
1	ноя.19	248	232	256	372	348	384	250,7	234,6	258,8	121,3	113,4	125,2	32,60	32,60	32,60
2	дек.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	янв.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	фев.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	мар.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	апр.20	272	224	184	408	336	276	275,0	226,5	186,0	133,0	109,5	90,0	32,60	32,60	32,60

Таблица 5.8 - окончание

№ п/п	Месяц года	Т _{mi} , час			В _{mi} , тыс. руб			Z _{mi} , тыс. руб.			П _{mi} , тыс. руб			R _{mi} , %		
		до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше
7	май.20	464	448	424	696	672	636	469,1	452,9	428,7	226,9	219,1	207,3	32,60	32,60	32,60
8	июн.20	496	504	432	744	756	648	501,5	509,5	436,8	242,5	246,5	211,2	32,60	32,60	32,60
9	июл.20	512	560	480	768	840	720	517,6	566,2	485,3	250,4	273,8	234,7	32,60	32,60	32,60
10	авг.20	472	448	464	708	672	696	477,2	452,9	469,1	230,8	219,1	226,9	32,60	32,60	32,60
11	сен.20	496	392	440	744	588	660	501,5	396,3	444,8	242,5	191,7	215,2	32,60	32,60	32,60
12	окт.20	448	472	472	672	708	708	452,9	477,2	477,2	219,1	230,8	230,8	32,60	32,60	32,60

Таблица 5.9 - Расчет коэффициента рентабельности (R_{mi}) машин для содержания АД на базе КамАЗ 65115

№ п/п	Месяц года	Т _{mi} , час			В _{mi} , тыс. руб			Z _{mi} , тыс. руб.			П _{mi} , тыс. руб			R _{mi} , %		
		до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше
1	ноя.19	400	432	432	480	518,4	518,4	358,9	388	388	121,1	130,8	130,8	25,23	25,23	25,23
2	дек.19	456	416	472	547,2	499,2	566,4	409,2	373	424	138,0	125,9	142,9	25,23	25,23	25,23
3	январ.20	384	448	376	460,8	537,6	451,2	344,6	402	337	116,2	135,6	113,8	25,23	25,23	25,23
4	февр.20	480	496	432	576	595,2	518,4	430,7	445	388	145,3	150,1	130,8	25,23	25,23	25,23
5	мар.20	504	504	512	604,8	604,8	614,4	452,2	452	459	152,6	152,6	155,0	25,23	25,23	25,23
6	апр.20	456	480	424	547,2	576	508,8	409,2	431	380	138,0	145,3	128,3	25,23	25,23	25,23
7	май.20	544	520	440	652,8	624	528	488,1	467	395	164,7	157,4	133,2	25,23	25,23	25,23
8	июн.20	496	464	424	595,2	556,8	508,8	445,1	416	380	150,1	140,5	128,3	25,23	25,23	25,23
9	июл.20	512	488	408	614,4	585,6	489,6	459,4	438	366	155,0	147,7	123,5	25,23	25,23	25,23
10	авг.20	520	504	512	624	604,8	614,4	466,6	452	459	157,4	152,6	155,0	25,23	25,23	25,23
11	сен.20	448	432	464	537,6	518,4	556,8	402,0	388	416	135,6	130,8	140,5	25,23	25,23	25,23
12	окт.20	536	424	488	643,2	508,8	585,6	481,0	380	438	162,2	128,3	147,7	25,23	25,23	25,23

Полученные значения коэффициента рентабельности выбранных девяти НТТМ использованы при построении моделей устойчивости состояний системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ и при определении их уровней.

5.2.3. Определение параметра надежности (безопасности) состояния устойчивости СОЭПЭ НТТМ

Все выявлены факты отказов за рассматриваемый период согласно приложению А, выбранных НТТМ, представлены в табл.5.10. В данной таблице отмечены количественно факты отказов и знаком «-» отмечены факты отсутствия отказов в работе НТТМ по месяцам работы НТТМ за рассматриваемый период. Факты отказов определялись по дням, в которых НТТМ находились в неплановых ремонтах.

Таблице 5.10 - Факты отказов выбранных девяти НТТМ за рассматриваемый период

№ п/п	Месяц года	Экскаватор-погрузчик JCB 3СХ			Асфальтоукладчик Volvo ABG P6820С			Машина для содержания АД, КДМ КамАЗ 65115		
		до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	от 5 до 10 лет	10 лет и старше
1	ноя.19	0	8	8	0	0	0	8	8	8
2	дек.19	8	0	8	-	-	-	0	8	8
3	январ.20	8	8	8	-	-	-	8	8	8
4	фев.20	0	8	8	-	-	-	0	0	8
5	мар.20	8	0	8	-	-	-	0	0	8
6	апр.20	0	8	8	0	8	8	8	8	8
7	май.20	0	0	8	0	0	8	0	8	8
8	июн.20	0	0	0	0	0	0	0	0	8
9	июл.20	0	8	8	0	8	8	0	8	16
10	авг.20	0	8	8	0	0	8	8	8	8
11	сен.20	0	0	0	0	8	8	0	8	16
12	окт.20	0	0	8	8	0	8	0	8	8

Приведенные в табл.5.10 данные о фактах отказа в работе НТТМ за рассматриваемый период будут использоваться при построении моделей устойчивости (состояния) системы обеспечения эффективности производства работ ДМ и при определении их уровней.

Для удобства обработки информации, определенные ресурс-параметры для выбранных девяти НТТМ второй возрастной группы, были сведены в специальные сводные таблицы 5.11–5.13.

Таблица 5.11 - Сводная таблица ресурс-параметров состояния системы обеспечения ЖЦ НТТМ для экскаватора-погрузчика марки JCB 3СХ от 5 до 10 лет в рассматриваемый период

Ресурс-параметры	ноя. 19	дек. 19	январ. 20	фев. 20	мар. 20	апр. 20	май. 20	июн. 20	июл. 20	авг. 20	сен. 20	окт. 20
К _{вр}	1,17	1,37	1,15	0,99	1,16	1,16	0,99	0,99	1,14	0,99	1,17	1,18
R, %	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62
Отказы	8	0	8	8	0	8	0	0	8	8	0	0

Таблица 5.12 - Сводная таблица ресурс-параметров состояния системы обеспечения ЖЦ НТТМ для асфальтоукладчиков марки Volvo ABG P682OC от 5 до 10 лет в рассматриваемый период

Ресурс-параметры	ноя. 19	дек. 19	январ. 20	фев. 20	мар. 20	апр. 20	май. 20	июн. 20	июл. 20	авг. 20	сен. 20	окт. 20
К _{вр}	1,14 -	-	-	-	-	- 1,15	0,99	0,99	1,16	1,16	1,16	1,17
R, %	32,6	-	-	-	-	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6
Отказы	0	-	-	-	-	8	0	0	8	0	8	0

Таблица 5.13 - Сводная таблица ресурс-параметров состояния системы обеспечения ЖЦ НТТМ для машин для содержания АД КДМ от 5 до 10 лет в рассматриваемый период

Ресурс-параметры	ноя. 19	дек. 19	январ. 20	фев. 20	мар. 20	апр. 20	май. 20	июн. 20	июл. 20	авг. 20	сен. 20	окт. 20
К _{вр}	1,15	0,99	1,14	1,18	0,99	0,99	1,13	1,18	1,16	1,14	1,14	1,17
R, %	25,22	25,22	25,22	25,22	25,22	25,22	25,22	25,22	25,22	25,22	25,22	25,22
Отказы	8	8	8	0	0	8	8	0	8	8	8	8

5.3. Определение степени нечеткой взаимосвязи множеств, образуемых ресурс-параметрами и энтропией нечетких множеств состояний СОЭПЭ НТТМ

«Все возрастающая сложность современных объектов (систем) исследования и их уникальность приводит к нарушению явного прослеживания причинно-следственных связей в гносеологическом (познавательном) плане, что приводит исследователя к условиям неопределенности при выборе или построении математической модели из-за неполноты исходных данных (знаний)» [48]. «В связи с этим, исследователю приходится обращаться к эвристике. Ему приходится использовать информацию нечислового характера, например, «очень сильная связь», «высокая обратная связь», «гораздо больше», «примерно число d », «высокий», «низкий», и т.п., что имеет нечеткий смысл с точки зрения детерминированных и вероятностно-статистических методов моделирования (анализа) объектов исследования» [213–222]. «В этих случаях становится принципиально трудно построить адекватную модель объекта исследования на основе теорий традиционной (детерминированной и вероятностно-статистической) математики, т.к. в ней нет объектов, с помощью которых можно точно отобразить нечеткость высказываний и представлений исследователя (эксперта)» [228].

«В отличие от традиционной математики, требующей на каждом шаге моделирования точных и однозначных формулировок закономерностей, нечеткая логика предлагает совершенно иной уровень мышления, благодаря которому творческий процесс моделирования происходит на более высоком уровне абстракции, при котором требуется лишь минимальный набор закономерностей» [228].

«Нечеткие числа, полученные в результате «не вполне точных измерений», во многом, аналогичны распределениям теории вероятностей. Однако они свободны от присущих им недостатков: малое количество

пригодных к анализу функций распределения, необходимость их принудительной нормализации, соблюдение требований аддитивности, трудность обоснования адекватности математической абстракции для описания поведения фактических величин. В пределе, при возрастании точности, нечеткая логика приходит к стандартной, Булевой. По сравнению с вероятностным методом» [228], метод нечеткой логики, или как их называют на практике «мягкие вычисления» позволяет резко сократить объем производимых вычислений, что, в свою очередь, приводит к увеличению быстродействия нечетких систем [228].

В ключе вышесказанного следует особо выделить, что в рамках нечетких моделей, применительно к исследуемой задаче организации управления СОЭПЭ (системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации) НТТМ, множества, образуемые ресурс-параметрами, объединяются на одномерной оси временного ряда (ВР) с детерминированной составляющей. При этом в общем виде системы анализирующие ВР, в рамках статистических и вероятностных математических моделей обладают следующими недостатками: многие алгоритмы используют для прогнозирования на ВР предварительные оценки автокорреляционной функции, определение которых представляет собой весьма трудоемкую задачу, учитывая необходимость выбора порядка модели и работы на коротких выборках, в ситуациях когда нет уверенности в выполнении условия стационарности; смешанные модели авторегрессии (ARMA) во многих ситуациях имеют трудности в решении задач устойчивости, выбора порядков авторегрессии и скользящего среднего; в большинстве случаев реальных процессов, в силу их неустойчивости, невозможно построить процедуру автоматизации выделения тренда из ВР [213].

Классификация классических моделей, наиболее часто применяемых для прогнозирования процессов с детерминированной составляющей, представлена на рис.5.4 в соответствии с классификацией.

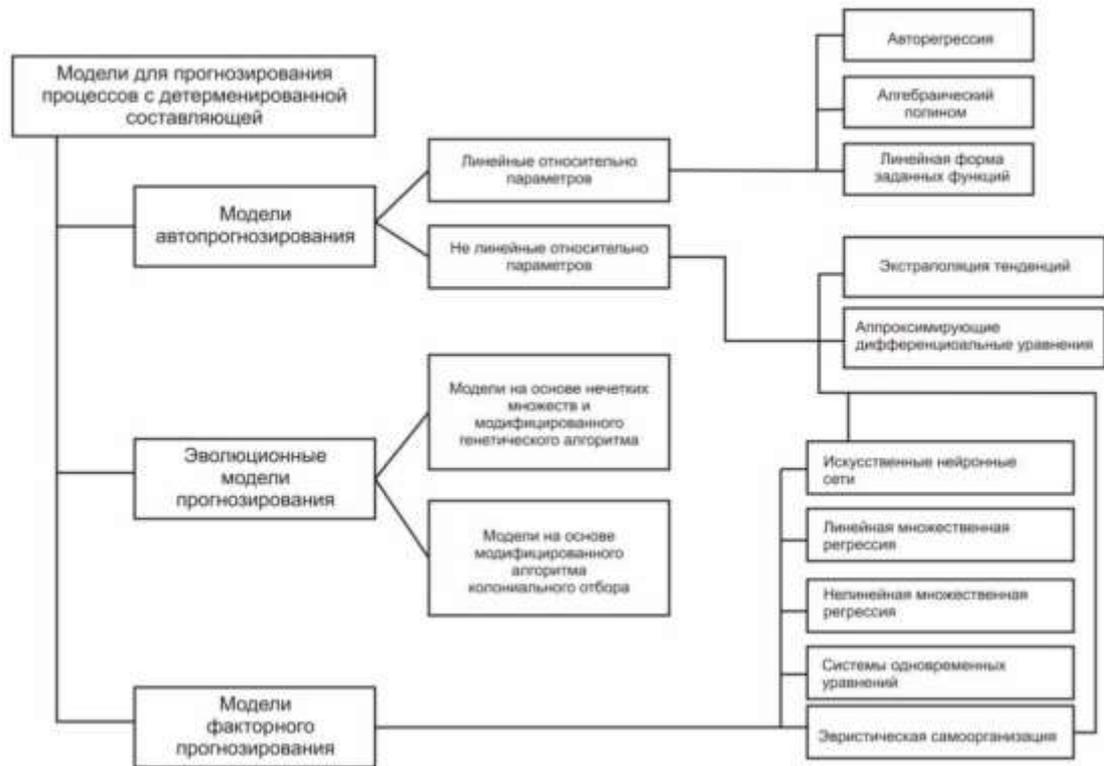


Рисунок 5.4 - Схема классификации методов прогнозирования

Пусть СОЭПЭ НТТМ состоит из N условных блоков B_n , $n = 0, N-1$ и имеет один вход и один выход. Выход каждого блока B_n (не считая выход последнего блока B_0) может быть потенциальной контрольной точкой (КТ) u_n , т.е. имеется множество потенциальных контрольных точек (точек управления) $U = \{u_n\}$, $n=0, N-1$. Каждый блок $B_{нт}$ СОЭПЭ НТТМ находится во множестве состояний $E = \{0,1\}$, тогда СОЭПЭ НТТМ может находиться в множестве состояний:

$$\Omega = \{\omega_i\}, i = 1, 2^N \quad (5.4)$$

где ω_i - элементарное состояние СОЭПЭ, которое есть кортеж вида: $\omega_i = (e_1, e_2, e_3, \dots, e_N)$, $\forall e_N \in E$, $M(\omega) = N$; $M(\cdot)$ - мощность множества.

$$\Omega = \underbrace{E \cdot E \cdot \dots \cdot E}_N \quad (5.5)$$

В таком описании, текущее состояние СОЭПЭ НТТМ как объекта управления (ОУ) называется нечетким, если оно описывается нечетким множеством:

$$D_\chi = \{(j_A, \mu_{Def\chi}(j_A) \in [0,1])\}, \forall j_A \in D; \quad (5.6)$$

$$\Gamma: A_j = D \quad (5.7)$$

где D – универсальное множество макросостояний СОЭПЭ НТТМ. При этом числовые значения функции принадлежности $\mu(j_A)$ нечеткого множества D_χ определяются с помощью степени включения Санчеса:

$$\mu(j_A) = In(A_j, S_\exists) = \frac{\sum_i \mu_{A_j}(\omega_i) \cap \mu_{S_\exists}(\omega_i)}{\sum_i \mu_{A_j}(\omega_i)}, \quad (5.8)$$

где $In(A_j, S_\exists)$ – степень включения множеств, $\mu_{A_j}(\omega_i)$ – функция принадлежности нечеткого множества A_j , которое формируется из элементарных состояний $\omega_i \in W$, характерных для j -го макросостояния; $\mu_{S_\exists}(\omega_i)$ – функция принадлежности нечеткого множества S_\exists , которое формируется из W (уровней состояния системы, см. выше раздел 4.4) в процессе тестирования.

Здесь необходимо отметить, что для четких множеств степень включения через их кардинальность имеет вид:

$$In(A_j, S_\exists) = \frac{M(A_j \cap S_\exists)}{M(A_j)}, In(\cdot, \cdot) \in [0,1] \quad (5.9)$$

В общем случае нечеткие множества A_j , ($j = 1, \dots, m$) пересекаются. В связи с этим важной характеристикой является степень пересечения множества A_j . Физически это означает степень нечеткости множества A_j относительно $\forall A_{m-1}$ в системе множеств A . При выводе степени нечеткости A_j в системе A могут быть две ситуации. Например, пусть имеются следующие множества $A_1, A_2, A_3, A_4 \in A$ [42,43,216].

Рассмотрим граничные состояния (макросостояния):

Первое: $A_1 \cap A_2 \neq \emptyset$, $A_1 \cap A_3 \neq \emptyset$, $A_1 \cap A_4 \neq \emptyset$; $A_2 \cap A_3 \cap A_4 = \emptyset$ (см. рис. 5.5).

В рассмотрении ресурс-параметров это множества образуемые: $A_1(W)$ – уровнем состояния обеспечения системы ЖЦ НТТМ по главе 4 (см. выше п. 4.4); $A_2(K_{\text{ти}})$ – производственным ресурс-параметром; $A_3(R)$ – технико-экономическим ресурс-параметром; $A_4(I)$ – ресурс-параметр надежности (см. выше п. 5.2).

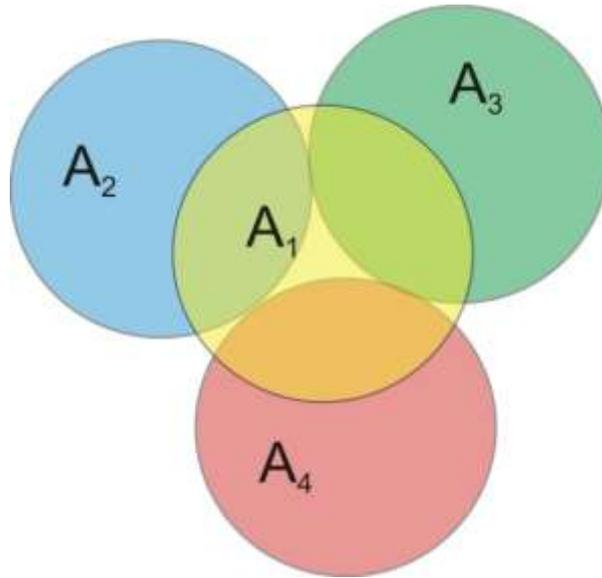


Рисунок 5.5 - Макросостояние (первое рассматриваемое граничное положение) нечетких множеств

Тогда взаимосвязь A_1 относительно A_2, A_3, A_4 имеет вид:

$$M[\cup_{j=2}^m (A_1 \cap A_j)] = \sum_{j=2}^m M(A_1 \cap A_j), m = 1, \dots, 4 \quad (5.10)$$

Разделив левую и правую части на мощность A_1 , определим степень нечеткости A_1 через степень включения Санчеса по формуле:

$$\rho(A_j) = \sum_{j=2}^m In(A_1 \cap A_j) = \frac{\sum_{j=2}^m \sum (\mu_{A_1}(\omega_i) \cap (\mu_{A_j}(\omega_i)))}{M(A_j)} \quad (5.11)$$

где $M(A_j)$ – мощность нечеткого множества A_j

$$M(A_j) = \sum_{i \in A_j} \mu_{A_j}(\omega_i) \quad (5.12)$$

Второе: Если $A_1 \cap A_2 \cap A_3 \cap A_4 \neq \emptyset$, степень нечеткости A_1 примет вид:

$$M[\cup_{j=2}^m (A_1 \cap A_j)] = \sum_{j=2}^m M(A_1 \cap A_j) - \sum_{\substack{j,q \in Q \\ j \neq q}} M(A_1 \cap (A_j \cap A_q)) + \\ + M(A_1 \cap A_2 \cap A_3 \cap A_4), m = 1, \dots, 4, \quad (5.13)$$

где Q – множество сочетаний C_m^2 .

Разделив левую и правую части данного выражения на мощность $M(A_1)$, находим степень нечеткости A_1 в системе:

$$\begin{aligned} \rho(A_1) = & \sum_{j=2}^m \ln(A_1 \cap A_j), - \sum_{\substack{j,q \in Q \\ j \neq q}} \ln(A_1 \cap (A_j \cap A_q)) + \\ & + \ln(A_1 \cap A_2 \cap A_3 \cap A_4), m = 1, \dots, 4, \end{aligned} \quad (5.14)$$

Используя метод индукции к полученному выражению [230] для любых $A_j \in A$, степень нечеткости нечеткого множества A_j имеет вид:

$$\begin{aligned} \rho(\bar{A}_j) = & \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^m \ln(\bar{A}_j, \bar{A}_k) - \sum_{\substack{k,q \in Q \\ k,q \neq j}} \ln(\bar{A}_j, (\bar{A}_k \cap \bar{A}_q)) + \\ & + (-1)^{m-1} \sum_{\substack{k, \dots, m-1 \in Q_{m-1} \\ k, \dots, m-1 \neq j}} \ln(\bar{A}_j, (\bar{A}_k \cap \bar{A}_q \cap \dots \cap \bar{A}_{m-2})) + \\ & + (-1)^{m-1} \ln\left(\bar{A}_j, \bigcap_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{m-1} \bar{A}_k\right), \end{aligned} \quad (5.15)$$

где Q_{m-1} – множество сочетаний; $Q = C_{m-2}^2$; $Q_{m-1} = C_{m-1}^{m-2}$, m – общее количество классов A_j

Соответственно выражение можно привести к виду:

$$\begin{aligned} \rho(\bar{A}_j) = & \frac{1}{M} \{ \max_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^m \min[\mu_{A_1}(\omega_i), \mu_{A_k}(\omega_i)] - \\ & - \max_{\substack{k,q \in Q \\ k,q \neq j}} \min[\mu_{A_j}(\omega_i), \min(\mu_{A_k}(\omega_i), \mu_{A_q}(\omega_i))] + \\ & (-1)^{m-1} \max_{\substack{k, \dots, m-1 \in Q_{m-1} \\ k, \dots, m-1 \neq j}} \min[\mu_{A_j}(\omega_i), \min(\mu_{A_k}(\omega_i), \mu_{A_q}(\omega_i), \dots, \mu_{A_{m-2}}(\omega_i))] \\ & + (-1)^{m-1} \min[\mu_{A_j}(\omega_i), \min_{\substack{k=1 \\ j \neq k}}^{m-1} \mu_{A_k}(\omega_i)] \} \end{aligned} \quad (5.16)$$

где M – нормирующий множитель, в частности, мощность нечеткого множества A_j .

Следует отметить, что такой ракурс на степень нечеткости $\rho(A_j)$ отличается от степени нечеткости, в случаях, когда степень нечеткости рассматривается как нечеткая энтропия, нормализованное расстояние [228], степень детального описания [228] или степень близости между нечетким множеством и его дополнением [213–222, 228], т.е. как собственная характеристика нечеткого множества. Физически степень нечеткости множества A_j может интерпретироваться как степень нечеткой взаимосвязи (размытости, расплывчатости) в системе A , когда носители нечетких множеств пересекаются, $A_j \cap A_m \neq \emptyset$.

Согласно работе [228] для целей мониторинга и распознавания состояния СОЭПЭ НТТМ в дальнейшем целесообразно воспользоваться дополнением степени нечеткой взаимосвязи, $\beta = (1-\rho)$, что будет характеризовать степень (или плотность) нечеткой устойчивости множества A_j или концентрации элементарных состояний ω_j в A_j . При этом необходимо отметить, что $0 \leq \beta \leq 1$. Равенство $\beta = 1$ означает не связанность нечеткого множества A_j в системе множеств A .

5.4. Обобщенная модель иерархического управления состоянием СОЭПЭ НТТМ

«Обеспечение эффективности производственной эксплуатации НТТМ представим в виде четырехуровневой схемы, включающей следующие уровни:

- уровень управления бизнесом;
- уровень управления производством работ;
- уровень управления НТТМ парком машин;
- уровень управления НТТМ.

Критериями управления бизнесом, например, являются доходность D , инвестированность объемов работ, за определенный промежуток времени ΔT , в выбранных границах СОЭПЭ НТТМ сюда отнесены технико-экономические ресурс-параметры» [42].

Критериями уровня управления производством работ, например, являются объем осуществляемых работ V_S и их качество Q_S , за время ΔT .

Критериями уровня управления парком НТТМ, например, являются степень производительности НТТМ в парке в целом ρ и по видам деятельности ρ_T , уровень загрузки Y НТТМ в парке, степень технической готовности $K_{ГДМ}$ в парке, ремонтпригодности K_P и контроле пригодности $K_{КНТТМ}$ в парке, время изменения вооруженности парка ΔT_{RC} момента изменения рыночной

ситуационной обстановки S_N , достоверность передачи данных внутри парка D и т.д. в выбранных границах СОЭПЭ, куда отнесены производственные ресурс-параметры [48].

Критериями уровня управления НТТМ являются степени работоспособности O_p (в зависимости от их состояний W_i), формирующиеся на основе измеряемых характеристик e_q , свойственных конкретным элементам НТТМ, степени контролепригодности K_K , зависящих от вектора контролируемых параметров \vec{e} элементов СОЭПЭ НТТМ(SE_j) [48].

Естественно, с точки зрения управления для достижения правильного функционирования СОЭПЭ необходимо знать своевременно точное ее состояние и своевременно устранять необеспеченные и недопустимые $W_{3,4}$ состояния (см. выше п. 4.4), с целью минимизации потерь качества Q_S работ и максимизации сохранения объема выполняемых работ V_S [48].

В ключе вышеизложенного формализация зависимостей критериев уровней управления может быть показана для всех четырех выделенных уровней. В частности, для первого уровня:

$$\begin{aligned} O_{P_j} &= f(W_{E_j}), j = \overline{1, m}; \\ K_{K_j} &= f(\vec{e}), K_{K_j} \in [0, 1], \end{aligned} \quad (5.17)$$

Для второго уровня:

$$\begin{aligned} S_N &= f(O_{P_1}, O_{P_2}, \dots, O_{P_m}); \\ K_P &= f(O_P, K_K); \\ K_\Gamma &= f(K_P, K_K); \\ \rho &= f(O_P, Y, K_\Gamma); \\ \Delta T &= f(S_N, K_\Gamma); \\ D &= f(S_N, K_\Gamma), \end{aligned} \quad (5.18)$$

Для третьего уровня:

$$\begin{aligned} V_S &= f(\rho, V_M, K_\Gamma); \\ Q_S &= f(\rho, Y, D, K_\Gamma) \end{aligned} \quad (5.19)$$

Для четвертого уровня:

$$\begin{aligned} D &= f(V_S, Q_S); \\ И &= f(D, Q_S) \end{aligned} \quad (5.20)$$

Процесс управления СОЭПЭ НТТМ представлен схемой на рис.5.6.

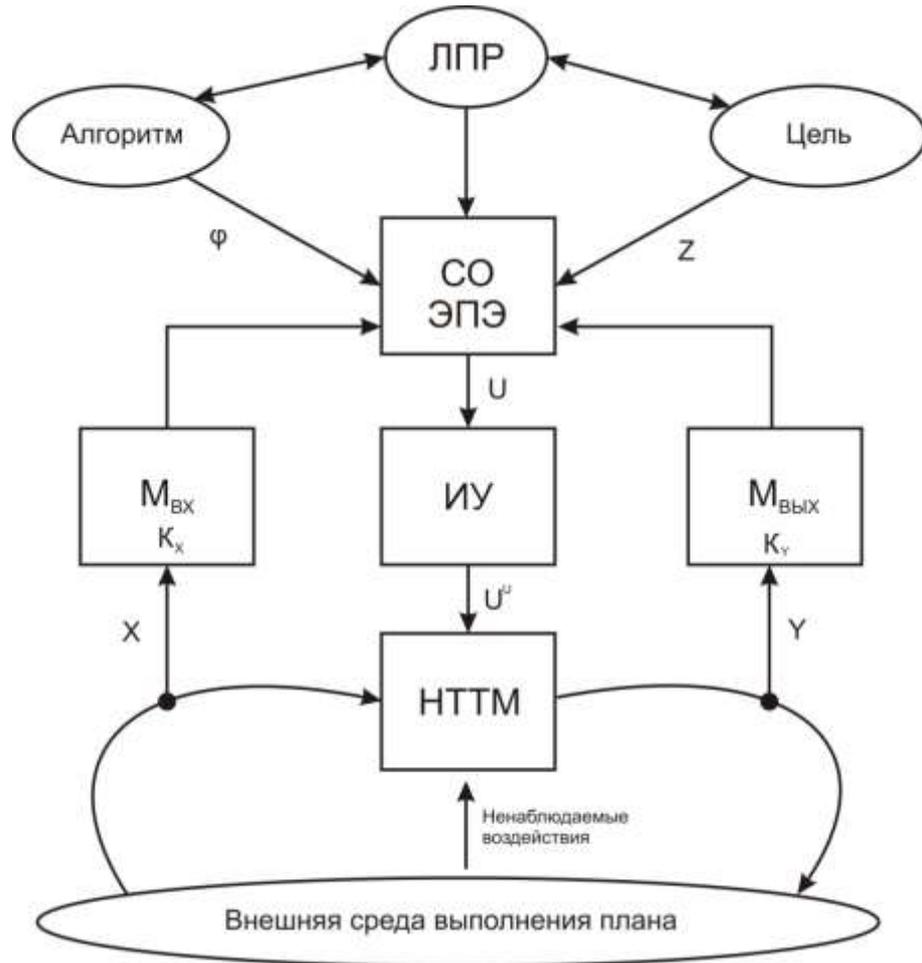


Рисунок 5.6 - Схема процесса управления СОЭПЭ: НТТМ – дорожная машина; ИУ – исполнительное устройство, оказывающее управляющее воздействие на выделенных уровнях СОЭПЭ; $M_{ВХ}$ – мониторинг (измерение/наблюдение/накопление/передача) входных каналов; $M_{ВЫХ}$ – мониторинг (измерение/наблюдение/накопление/передача) выходных каналов; ЛПР – лицо, принимающее решение

Обобщенная математическая модель управления СОЭПЭ НТТМ представляется в виде следующего упорядоченного множества:

$$M_{уп} = \langle T, X, Y, U, Q, Z, L, F, \varphi, P, C, A, B \rangle \quad (5.21)$$

где $T = \{t\}$ – множество моментов управления СОЭПЭ НТТМ;

$X = \{x\}$ – множество входных воздействий на СОЭПЭ НТТМ;

$Y = \{y\}$ – множество выходных откликов СОЭПЭ;

$U = \{u\}$ – множество управлений на НТТМ;

$Q = \{q\}$ – множество внутренних состояний СОЭПЭ;

$Z = \{z\}$ – множество целей СОЭПЭ;

L, F – операторы перехода состояний и выходов соответственно;

$$\begin{aligned} L: T \cdot X \cdot Q &\rightarrow Q \\ F: T \cdot X \cdot Q &\rightarrow Y \end{aligned} \quad (5.22)$$

φ – оператор алгоритма управления;

$P=\{p(q)\}$ – множество вероятностных мер;

$C=\{c(u)\}$ – множество цен управления;

$A=\{\alpha(u)\}$, $B=\{\beta(u)\}$ – множества ошибок управления первого и второго рода соответственно.

В основе любого управления лежит информация (так как любое управленческое воздействие может быть представлено информационным потоком), которая может быть представлена упорядоченной парой множеств

$$In = \langle X_K, Y_K \rangle \quad (5.23)$$

тогда, собственно, само управление имеет зависимость через алгоритм

$$U = \varphi (In, Z^*) \quad (5.24)$$

здесь Z^* – подмножество выбранных целей; φ - оператор (алгоритм), формирующий управление U , $\varphi: InXZ^* \rightarrow U$ [16].

С учетом вышеприведенного модель управления можно представить зависимостью:

$$Y = F (T, X, U, \Xi) \quad (5.25)$$

здесь F – оператор, который, собственно, и является математической моделью и определяется парой $F = \langle St, b \rangle$, где St –структура, b – вектор параметров.

Изложенное может быть объединено в четырехуровневую схему управления с элементом коррекции ниже расположенного уровня управления со стороны верхних уровней, таким образом, обособив сам элемент управления. В таком виде иерархическая (адаптивно-последовательная) схема управления СОЭПЭ НТТМ принимает вид показанный на рис.5.7.

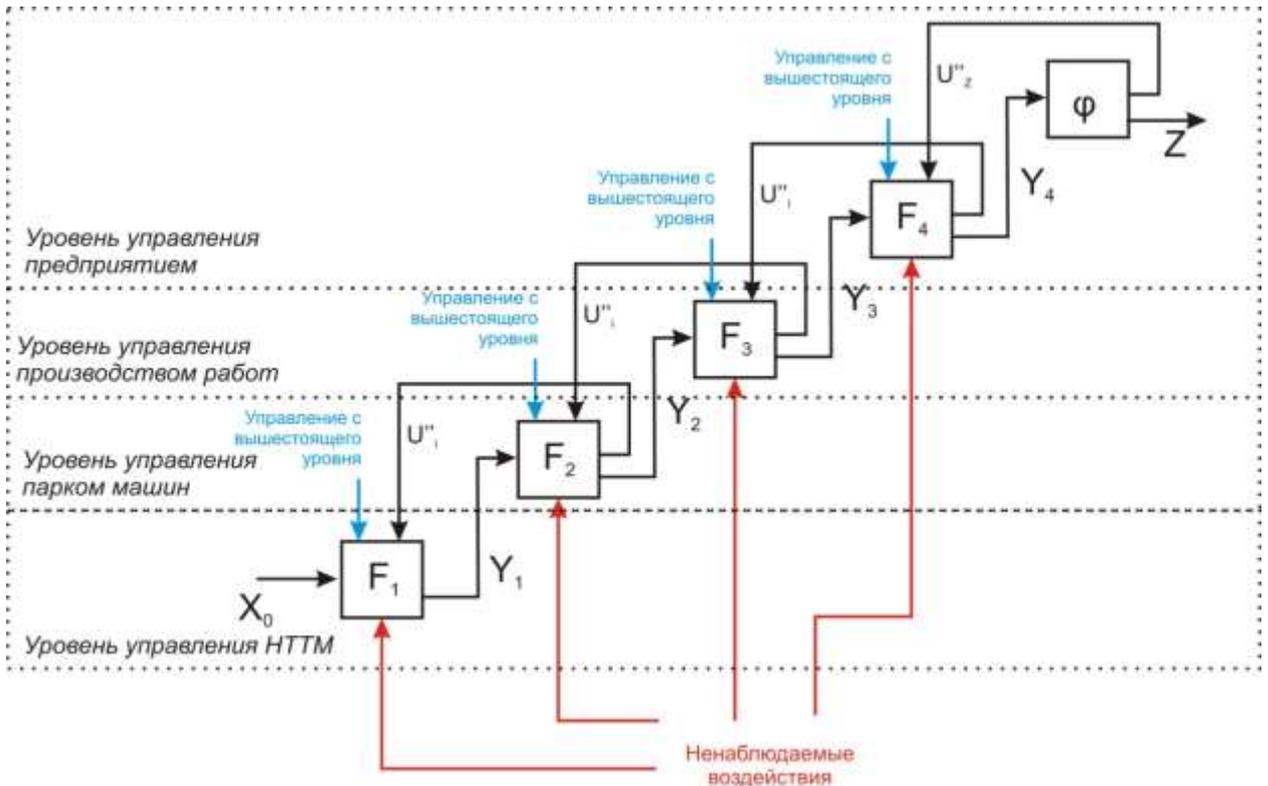


Рисунок 5.7 -Управление СОЭПЭ НТТМ: F_i – оператор элемента системы; X_0 – известные воздействия внешней среды; U''_i – коррекция значения Y выхода

Обобщенная математическая модель для данной схемы управления имеет вид:

$$Y = F_4(F_3(F_2(F_1(F_0(X_0, U_0, U_1, \Xi_0)U_1, U_2, \Xi_1)U_2, U_3, \Xi_2)U_3, U_4, \Xi_3)U_4, U_z, \Xi_4), \quad (5.26)$$

где Ξ_i – неизвестный вектор воздействий на каждом уровне управления.

При этом основными факторами всякого управления являются:

- цель управления (Z^*);
- информация о состоянии ОУ и внешней среды (In);
- воздействие на объект, т.е. собственно управление (U);
- алгоритм управления (φ), $U = \varphi(In, Z^*)$ [230].

Однако чаще всего в реальных условиях осуществление задач управления эффективно и в полном объеме не достигается из-за его сложности, неполноты информации о внешней среде и состоянии объекта, неточно сформулированной цели управления, ограниченности ресурсов, дефицита времени принятия решения и других факторов. В этой связи в модели управления ее составляющие могут формулироваться в концепциях

теории нечетких множеств [228]. Тогда, в зависимости от конкретной ситуации модель управления может быть представлена системой множеств:

$$M_{уп} = \langle T, X, Y, U, Q, \tilde{Z}, L, F, \varphi, G, C, \tilde{A}, B \rangle \quad (5.27)$$

где $Q = \{q / \mu(q)\}$ – нечеткое множество состояний;

$\mu(q)$ – нечеткая функция принадлежности, $\mu(q) \in [0, 1]$;

$G\{g(q)\}$ – множество нечетких мер, $g(q) \in [0, 1]$;

Или:

$$M_{уп} = \langle T, X, Y, \tilde{U}, \tilde{Q}, \tilde{Z}, L, F, \varphi, G, C, A, B \rangle, \quad (5.28)$$

где $U = \{u / \mu(u)\}$ – нечеткое множество управлений (каналов);

$Z = \{z / \mu(z)\}$ – нечеткое множество целей [230].

Или:

$$M_{уп} = \langle T, X, Y, U, Q, \tilde{Z}, \tilde{L}, \tilde{F}, \varphi, G, C, A, \tilde{B} \rangle \quad (5.29)$$

Где $C = \{c / \mu(c)\}$ – нечеткое множество затрат управления с нечеткими составляющими.

Откуда иерархическая модель управления с нечеткими составляющими принимает вид:

$$Y = F_4 (F_3 (F_2 (F_1 (X_1, U_1, \Xi_1), U_2, \Xi_2), U_3, \Xi_3), U_4, \Xi_4). \quad (5.30)$$

«Множество степеней неопределенности состояний вдоль временного ряда (ВР) с дискретной составляющей для каждого уровня управления (из 4 вышеуказанных) образует множество линейных стационарных микросостояний (локальных частных моментов состояния системы на малом отрезке ВР), которые через преобразование Лапласа могут быть представлены в частотной области» [48].

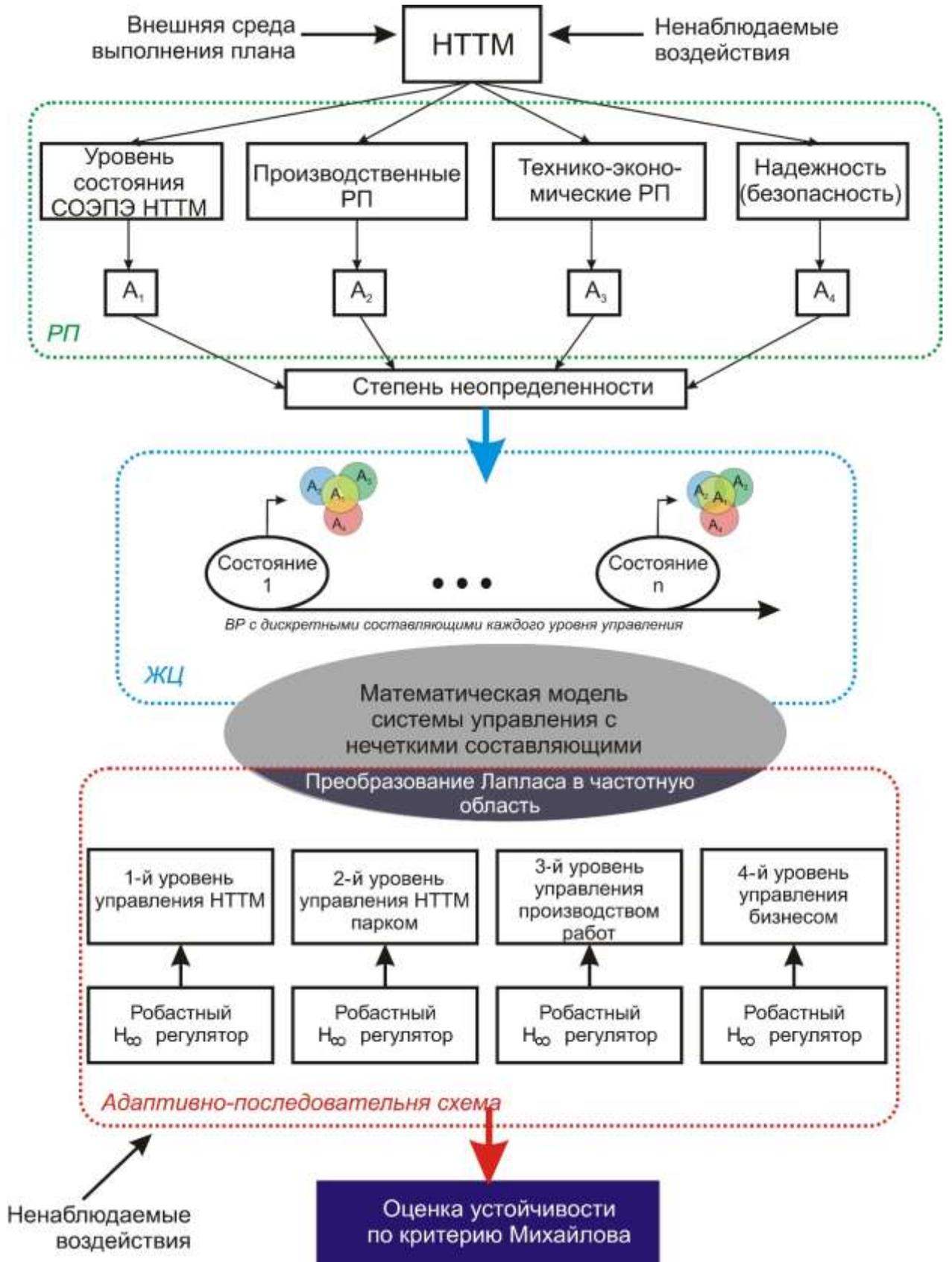


Рисунок 5.8 - Принципиальная схема работы предлагаемой методики обеспечения устойчивости системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации HTTM по критерию Михайлова

В таком случае устойчивость всех макросостояний СОЭПЭ НТТМ может быть обеспечена устойчивостью микросостояний предложенной схемы управления по критерию устойчивости Михайлова. Это позволяет для исполнительных устройств НТТМ синтезировать H_∞ регуляторы каждого уровня, для гашения возмущений с минимально возможным уровнем при заданном значении меры неопределенности [229–236].

«Принципиальная схема работы предлагаемой методики обеспечения устойчивости системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ по критерию Михайлова [237, 238] на практике представлена на рис.5.8» [48].

5.5. Оценка хозяйственного эффекта и ресурсной эффективности аппарата реализации СОЭПЭ НТТМ на практике

Структурная схема организации информационного взаимодействия положений, выносимых на защиту, отражающая пересечение охватываемых ими областей знаний по производственной эксплуатации НТТМ и об ее эффективности показана на рис. 5.9. На схеме номерами указаны соответствующие номера положений, выносимых на защиту. Тестом указано смысловое значение каждой области. V-образная стрелка описывает порядок охвата областей в изложении текста настоящей работы.

Применение разработанного автором теоретического и методического аппарата оценки эффективности производственной эксплуатации НТТМ по требуемым объемам работ на АД общего пользования на основе исследования технической, эксплуатационной плановой и фактической производительностей НТТМ с учетом фактических коэффициентов выполнения объемов работ и реализации технического потенциала НТТМ на практике позволило оценить фактическую эффективность работы НТТМ в конкретных условиях в рамках заключенных договоров на проведение

исследований в АО «СМУ-Дондорстрой», ФКУ «Центравтомагистраль», АО «ПО РосДорСтрой».

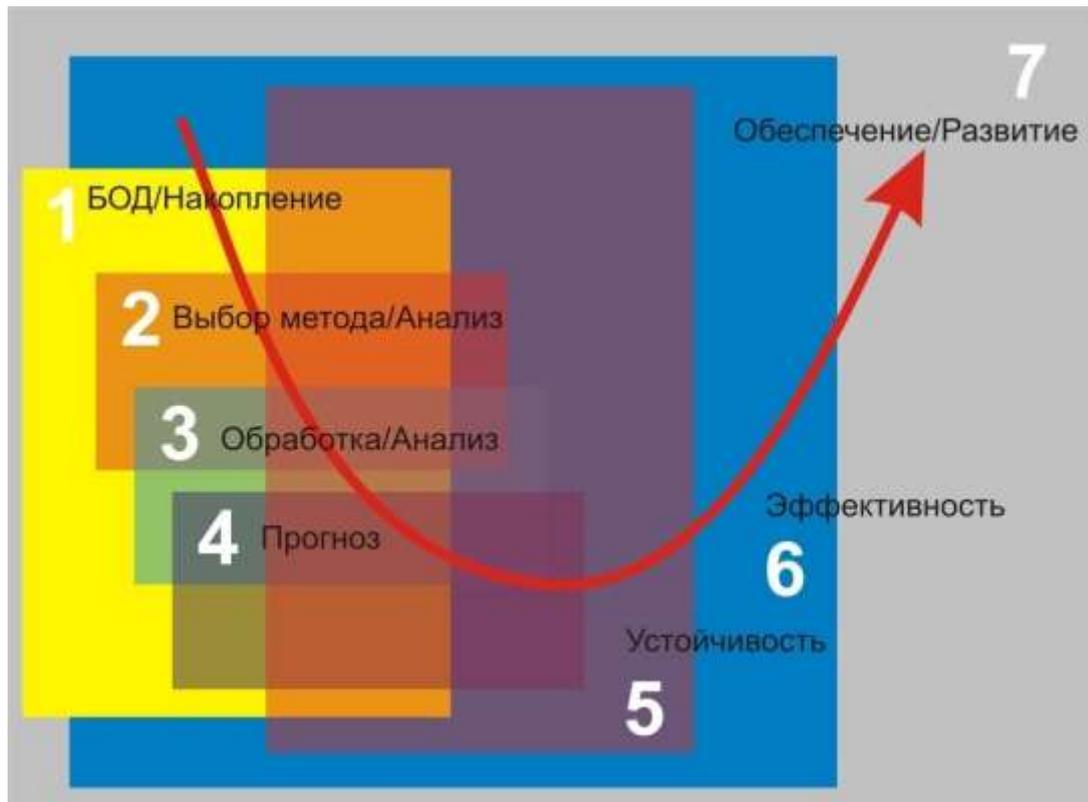


Рисунок 5.9 - Структурная схема организации информационного взаимодействия положений выносимых на защиту

В частности, в ходе наблюдений в данных организациях были накоплены данные для оценки следующих показателей по основным видам управления процессом реализации контрактов, включающих: планирование, выполнение и обеспечение выполнения объемов работ. При этом, с учетом онтологии предметной области исследования (см. рис. 1.6), для сравнения по авторской методологии и по действующей практике организации управления в указанных организациях, определялись следующие показатели: время планирования, стоимость планирования, количество ошибок передачи данных (с удаленным мониторингом и без), количество ошибок прогнозирования, эффективность применения НТТМ (объем выполнения плана работ), время выполнения работ, стоимость выполнения работ, затраты времени на обеспечение и стоимость обеспечения.

Схема практической реализации методов, разработанных в рамках настоящего диссертационного исследования, показана в Приложении Г.1. Данная схема полностью реализует схему переходов состояния как по рис. 1.7, так и по рис. 1.8. красным курсивом под блоками схемы в Приложении Г.1 показаны ссылки на детальные схемы реализации, конкретные результаты и т.п., находящиеся в основной части диссертационной работы. В приложении Г.2 показан пример коррекции плана производства от текущих объемов работ с учетом фактических данных о работе на объекте, на примере работы КДМ по очистке от снега и обработке ПСС участков дороги А108, по заказу от ФКУ «Центравтомагистраль».

Практическая реализация комплекса методов, разработанного в настоящем диссертационном исследовании, осуществлялась на основе специально разработанного полимодельного комплекса в Matlab/Simulink (с использованием библиотек нечеткой логики, авторегрессии и нейронных сетей, с возможностью включения каналов регистрации аналоговых данных и цифровых данных по ПИВ). Данный комплекс включает модели: универсальную часть имитационной модели определения локальных критериев эффективности (*uniform_global*), имитационную модель расчета ресурс-параметров (*uniform_terr*) и модель прогнозирования с блоками нейронной сети авторегрессии и нечетким выводом (*uniform_fuzz*). Блок схемы моделей показаны в Приложении Д.

На базе данных моделей был откомпилирован (средствами базового инструмента компиляции и отладки Matlab/Simulink) на языке C++ программный комплекс (ПК), включающий ядро, 3 основных подпрограммы, 19 компонентов, 166 классов и 23 собственные библиотеки классов. Код ядра на языке C++ после компиляции показан в Приложении Е. Свидетельство о регистрации программы показано в Приложении Ж. Графический (пользовательский) интерфейс программы выполнен в VisualStudio и откомпилирован под браузерное приложение, данное решение программного

комплекса позволило связать данные Exell, потоки данных Vialon с разработанными методами СОЭПЭ НТТМ.

Программный комплекс, названный «ЭфОПроЭ» [72], был запущен на рабочих местах в рамках заключенных договоров на проведение исследований в АО «СМУ-Дондорстрой», ФКУ «Центравтомагистраль», АО «ПО РосДорСтрой». Отладка запуска велась в период четвертого квартала 2019 года. Практическая реализация ПК осуществлялась в период с 12.01.21 по 10.01.22. На рис. 5.10–5.12 представлены результаты оценки указанной выборки хозяйственных и ресурсных эффектов. На данных рисунках красным показана доля регистрируемого эффекта по авторской методологии относительно действующей в организации практики (синий цвет).

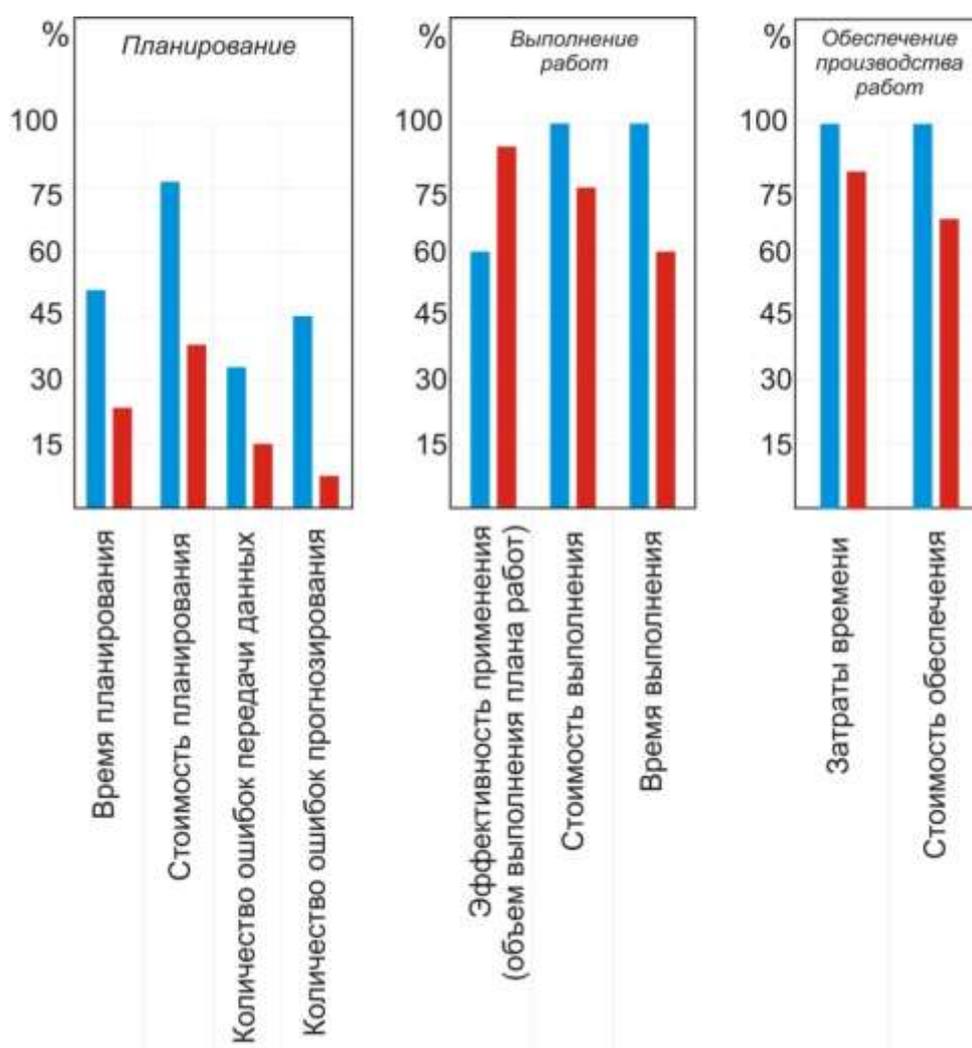


Рисунок 5.10 – Результаты оценки эффективности в АО «СМУ-Дондорстрой» (совместно с дочерними предприятиями)

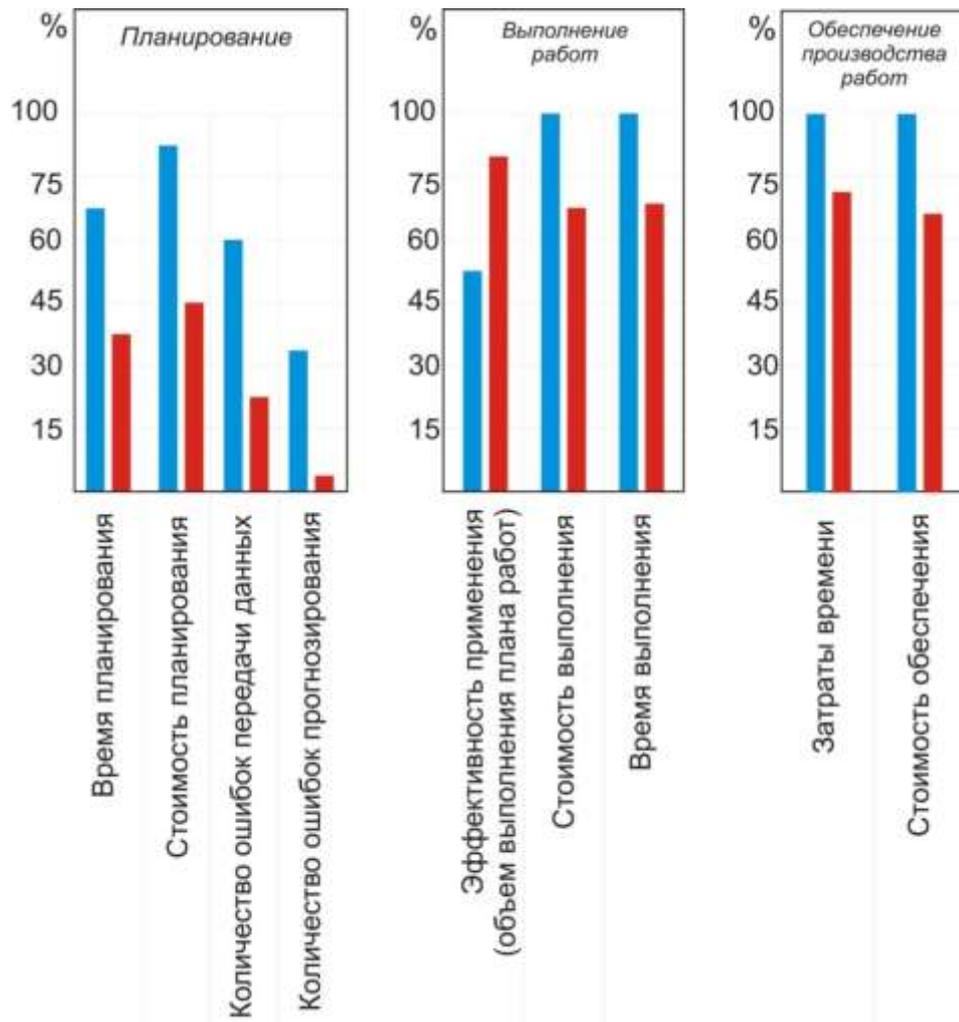


Рисунок 5.11 – Результаты оценки эффективности в ФКУ «Центравтомагистраль» (совместно с районными предприятиями)

В частности, во всех организациях, участвовавших в исследовании, были выявлены общие тенденции, связанные с внедрением авторской методологии. Было выявлено снижение: по времени планирования, стоимости планирования, количеству ошибок передачи данных, количеству ошибок прогнозирования, времени выполнения работ, стоимости выполнения работ, затратам времени на обеспечение и стоимости обеспечения. При этом во всех организациях выявлен рост эффективности применения НТТМ (объем выполнения плана работ) в среднем на 15%.

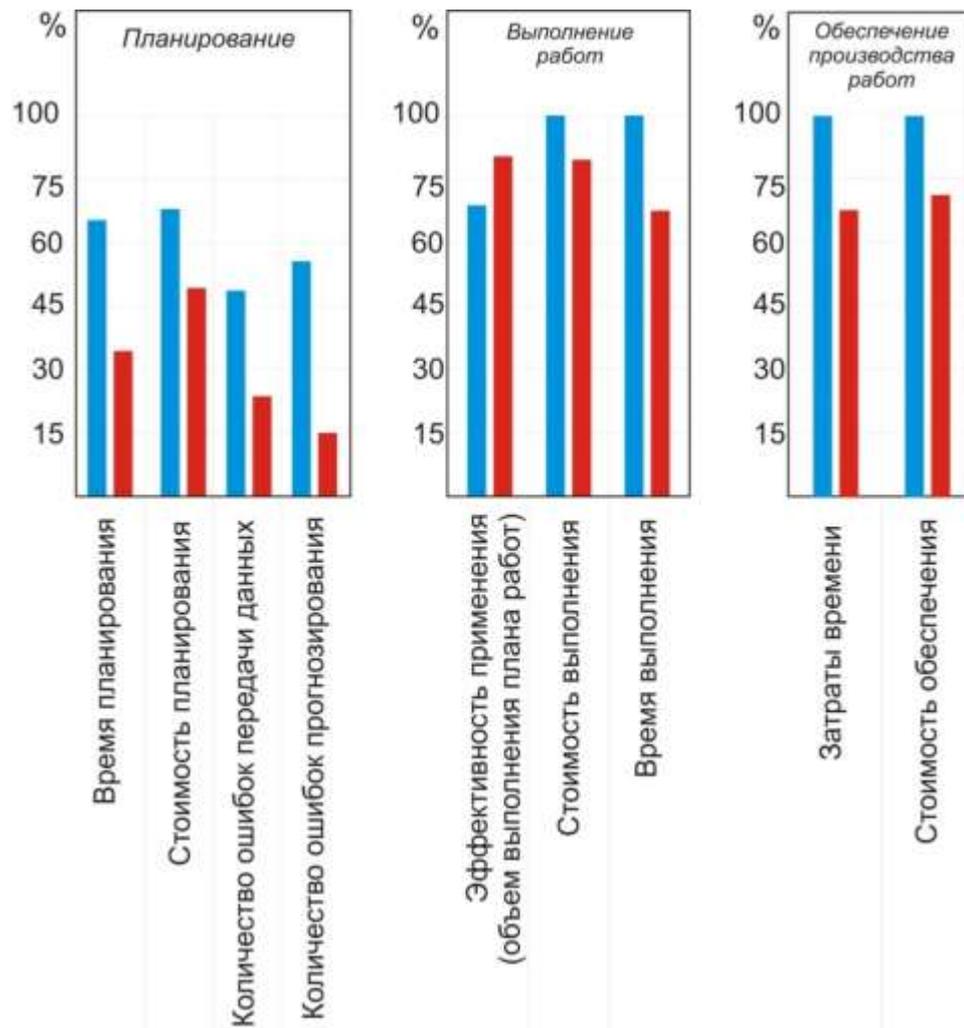


Рисунок 5.12 – Результаты оценки эффективности в АО «ПО РосДорСтрой» (совместно с дочерними предприятиями)

В рамках заключенных договоров на проведение исследований в АО «СМУ-Дондорстрой», ФКУ «Центравтомагистраль», АО «ПО РосДорСтрой», также установлено, что новые планы производства работ и выполнение заданных объемы работ в среднем выросло до 94% при использовании методики, позволяющей выбирать оптимальный способ определения эксплуатационной фактической производительности НТТМ (расчетный или экспериментальный) на основе определения коэффициента вариации.

Также в указанных организациях оценивались случаи критического снижения и превышения эксплуатационной фактической производительности, при этом использование графоаналитической методики прогнозирования с целью предупреждения и недопущения критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности НТТМ на

основе исследования функции приращения/убывания, позволило в среднем на 75% снизить такие случаи.

Также проверялась сходимость результатов прогнозирования с фактическим производством работ (как по объему ошибки, так и по объему потери данных при передаче с объектов мониторинга), при этом использовалась методика оперативного и долгосрочного прогнозирования (определения) основных параметров и уровней состояния системы обеспечения производства работ на основе применения математического аппарата нечеткой логики (нечеткого вывода) на базе интеграции сводных данных в Excel в модуль FuzzyToolBox для обработки в MatLAB. Предложенное программное решение было использовано на практике в указанных организациях, что позволило прогнозировать параметры и уровни состояния СОЭПЭ НТТМ. Сходимость результатов прогнозирования с фактическим производством составила до 86% при оценке в период с 2020 по 2021 годы.

Акты внедрения результатов работы приведены в Приложении 3.

5.6. Выводы по Главе 5

В результате проведенной работы можно отметить следующие, наиболее важные выводы:

1. Были определены и рассмотрены ресурс-параметры состояния системы обеспечения эффективности производства работ НТТМ. Из рассмотренных ресурс-параметров состояния СОЭПЭ НТТМ были выбраны и обоснованы три основных ресурс-параметра состояния СОЭПЭ НТТМ. Это следующие ресурс-параметры: производственный, технико-экономический и надежности.

2. Были определены количественно основные ресурс-параметры за рассматриваемый период времени выбранных НТТМ.

3. Были определены степени неопределенности множеств и установлены

две ситуации перекрытий неопределенности множеств основных ресурс-параметров и уровней состояния СОЭПЭ НТТМ. Это – пограничное состояние (см. выше рис.5.2) и состояние перекрытия всех основных ресурс-параметров и уровней СОЭПЭ НТТМ. Главным в этом рассматриваемом вопросе является то, что все возможные сочетания взаимодействия ресурс-параметров системы обеспечения производственной эксплуатации НТТМ не выходят за область рассмотренных двух ситуаций.

4. Были установлены 4 иерархических уровня управления СОЭПЭ НТТМ: управления НТТМ, управления НТТМ парком машин, управления производством работ, управления бизнесом.

5. Была разработана модель конвейерно-адаптивного иерархического управления уровнями устойчивости системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ.

6. На основе работы МНЛ и нечетких регуляторов удалось воздействовать на уровни управления системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ, что позволило обеспечить нахождение системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ в устойчивом состоянии на всех рассматриваемых уровнях ее управления.

7. Оригинальность данного подхода определяется тем, что воздействие на ресурс-параметры СОЭПЭ НТТМ осуществляется в режиме реального времени, как автоматически, так и с возможностью «ручного» управления. Это достигается технической возможностью передачи данных с высокой скоростью, например, в условиях развертывания сетей 5G в РФ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научно-практические результаты диссертационного исследования:

1. Впервые разработаны теоретическое и методическое обоснование механизма оценки уровня эффективности работы НТТМ по требуемым объемам при их производственной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования по результатам целевого исследования технической, плановой и фактической эксплуатационной производительностей с учетом фактических коэффициентов выполнения работ и реализации технического потенциала машин. Применение данного аппарата на практике позволило оценить фактическую эффективность работы НТТМ в конкретных условиях в рамках заключенных договоров на проведение исследований с организациями: АО «СМУ-Дондорстрой», ФКУ «Центравтомагистраль», АО «ПО РосДорСтрой», АО «Удмуртавтодор», ООО СПК «Зеленый город», ГП «Дорсервис».

2. Разработаны новые методы оценки, позволяющие выбирать рациональный способ определения эксплуатационной производительности НТТМ (расчетным или экспериментальным путем) на основе коэффициента выбора метода. Их практическое применение позволило оптимизировать планы производства работ и выполнить заданные объемы работ.

3. Впервые созданы графоаналитические методы прогнозирования с целью предупреждения и недопущения критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности НТТМ при работе на объектах устойчивого развития на основе исследования функции приращения/убывания. Их практическое применение в рамках заключенных договоров на проведение исследований, позволила снизить случаи критического изменения эксплуатационной фактической производительности на 75%.

4. Разработаны новые методы оперативного и долгосрочного

прогнозирования (определения) основных параметров и уровней состояния системы обеспечения производства работ на основе применения математического аппарата нечеткой логики (нечеткого вывода). Предложенное программное решение было внедрено на предприятиях в рамках заключенных договоров, что позволило на конкретных объектах на АД спрогнозировать параметры и уровни состояния СОЭПЭ НТТМ. Сходимость результатов прогнозирования с фактическим производством составила 95%.

5. Впервые разработано концептуальное представление уровней состояния устойчивости СОЭПЭ НТТМ через взаимосвязь основных ресурс-параметров системы с выполнением работ по строительству, реконструкции, эксплуатации и ремонту АД, теоретически реализуемое при технологическом расширении объема и скорости транспорта данных в ПИВ.

6. Впервые разработана четырехуровневая иерархически адаптивно-последовательная система управления обеспечением эффективностью производственной эксплуатации НТТМ с вертикальной и горизонтальной интеграцией нечетких составляющих состояния системы эксплуатации НТТМ.

7. Разработан новый комплексный теоретико-методологический подход к интеграции в технологии промышленного интернета вещей (ПИВ) систем управления производственной эксплуатацией НТТМ на конкретных объектах, основанный на иерархии уровней конвейерно-адаптивной системы управления с обеспечением их робастной устойчивости по критерию Михайлова, включающий разработанную методику оперативного корректирования (управляющего воздействия) на систему обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ, при их работе в конкретной производственной среде.

8. Практическое применение результатов работы в организациях: АО «СМУ-Дондорстрой», ФКУ «Центравтомагистраль», АО «ПО РосДорСтрой», АО «Удмуртавтодор», ООО СПК «Зеленый город», ГП «Дорсервис» позволило повысить эффективность производственной эксплуатации НТТМ,

сократить время планирования производства работ в среднем на 21%, снизить стоимость по планированию работ до 19%, при этом наблюдалось увеличение точности прогнозирования на 32%.

9. Реализация концепции работы позволила существенно сократить недоиспользование технического потенциала НТТМ и уменьшить время производства работ НТТМ в конкретных условиях их применения, при этом при выполнении работ на объектах выявлен прирост объема выполнения плана до 22% с сопутствующим ему снижением стоимости выполнения на 12%.

10. При оценке обеспеченности производства работ, за счет применения изложенных в работе научно-практических результатов было достигнуто снижение затрат времени на обеспечение производства работ в среднем на 17% совместно со снижением затрат на обеспечение производства работ до 27%. Среднее значение прироста фактической производительности НТТМ и их комплексов на фактических объектах составило до 11%.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- CALS – Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта
- GPS – Global Positioning System–глобальная система позиционирования
- LCC – Life Cycle Coast – Стоимость жизненного цикла
- АБДД – автоматизированная база дорожных данных
- АД – автомобильная дорога
- АСУ – автоматизированные системы управления
- БД – база данных
- БОД – большие объемы данных
- ВР – временной ряд
- ДРТ – датчик расхода топлива
- ДУТ – датчик уровня топлива
- ЖЦ АД – жизненный цикл автомобильной дороги
- ЖЦ НТТМ – жизненный цикл наземной транспортно-технологической машины
- КДМ – комплексные дорожные машины
- КП – критическое превышение
- КС – критическое снижение
- КТ – контрольная точка
- КФИ – киберфизический интерфейс
- КФС – киберфизическая система
- ЛПР – лицо, принимающее решения
- НР – неплановый ремонт
- НС – нейронная сеть
- НТТМ – наземные транспортно-технологические машины
- ОД – объемы данных
- ОУДХ – орган управления дорожным хозяйством
- ПГМ – противогололедные материалы

ПИБ – промышленный интернет вещей

ПО – подрядная организация

ПК – программный комплекс

СНС – спутниковые навигационные системы

СОЭПЭ НТТМ – система обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин

ТЗ – техническое задание

ТО – техническое обслуживание

ЦД – цифровой двойник

ЦП – цифровая платформа

ЦУП – центр управления производством

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 №474 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2030 года».
2. Баловнев, В. И. Дорожно-строительные машины и комплексы: учеб. для вузов / В. И. Баловнев. – Москва–Омск: Изд-во СибАДИ. – 2001. – 528 с.
3. Баловнев, В. И. Оптимальное использование техники — важный резерв интенсификации строительства / В.И. Баловнев // Механизация строительства. – 2004. – №1. – С. 2–4.
4. Система проактивного дистанционного обслуживания наземных транспортно-технологических машин / В. А. Зорин, П. В. Степанов, М. М. Стыскин [и др.] // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2021. – № 5. – С. 25-27. – DOI 10.31044/1684-2561-2021-0-5-25-27. – EDN CXUXWU.
5. Система распознавания и мониторинга технического состояния наземных транспортно-технологических машин / В. А. Зорин, Н. И. Баурова, П. В. Степанов [и др.] // Технология металлов. – 2021. – № 5. – С. 44-49. – DOI 10.31044/1684-2499-2021-0-5-44-49. – EDN KDWWIJ.
6. Волков, Д. П. Строительные машины и средства малой механизации : учеб. / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. – М. : Академия, 2010. – 477 с.
7. Репин, С. В. Проблемы реновации парков строительно-дорожных машин / С. В. Репин, Я. В. Васильев // Доклады 59-й конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета / СПбГАСУ. – СПб., 2001. – С. 72–73.
8. Грушецкий, С. М. Структура системы качества строительно-дорожных машин / С. М. Грушецкий, Я. В. Васильев, Е. Е. Медрес // Доклады 60-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч.1 / СПбГАСУ. - СПб, 2003. - С. 187-188.

9. Гаркави, Н. Г. Комплектование парка машин в условиях неполной определенности: монография / Н. Г. Гаркави. – Л., 1968. – 108 с.

10. Гаркави, Н. Г. Эксплуатация средств технического вооружения железнодорожных и дорожных войск: учеб. / Н. Г. Гаркави, В. К. Новиков, В. И. Сезонов. – Л.: ВАТТ, 1974. – 318 с.

11. Тяжесть последствий ДТП и современные тенденции обеспечения пассивной безопасности транспортных средств / С. М. Грушецкий, В. Н. Добромиров, С. А. Евтюков // Актуальные проблемы безопасности дорожного движения: матер. междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. Посвященного 180-летию СПбГАСУ : сб. докл. / СПбГАСУ. - СПб., 2012. – 154 с.

12. Грушецкий, С. М. Анализ состояния парков коммунальных машин ДРСУ Ленинградской области / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Доклады 57-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 1 / СПбГАСУ. – СПб., 2000. - С. 109-110.

13. Грушецкий, С. М. Методика создания специального парка машин в дорожно-строительном комплексе / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Доклады 53-й междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых аспирантов, докторантов и студентов / СПбГАСУ. - СПб., 1999. - С. 40–44.

14. Евтюков, С. А. Основы теории надежности, работоспособности и диагностики машин: учеб. пособие / С. А. Евтюков, В. Ф. Глазков. – СПб.: Петрополис, 2011. – 450с.

15. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин / С. А. Евтюков, Е. В. Куракина, С. С. Евтюков, Н. Т. Сандан // СПб.: Петрополис, 2019. – 382 с.

16. Жулай, В. А. Виброакустические методы прогнозирования работоспособности механических передач строительных и дорожных машин : дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.04 / Жулай Владимир Алексеевич. - Воронеж, 2005. - 406 с.

17. Зорин, В. А. Основы работоспособности технических систем: учеб. для вузов / В. А. Зорин. – М.: Магистр-Пресс, 2005. – 536 с.
18. Зорин, В. А. Повышение долговечности дорожно-строительных машин путем совершенствования системы технического обслуживания и ремонта: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.04 /Зорин Владимир Александрович. – М., 1998. - 411 с.
19. Ким, Б. Г. Повышение готовности парков строительных машин путем совершенствования системы технической эксплуатации: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.04 / Ким Борис Григорьевич. – М., 1996. - 36 с.
20. Ким, Б. Г. Влияние факторов эксплуатации на периодичность технического обслуживания строительных машин: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / Ким Борис Григорьевич - Новосибирск, 1981. - 188 с.
21. Кудрявцев, Е. М. Комплексная механизация строительства: учеб. / Е. М. Кудрявцев. – изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010.
22. Кравченко, П. А. Совершенствование методологии проектирования автоматизированных рулевых приводов колесных машин : дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.03 / Кравченко Павел Александрович. – Л., 1985. - 429 с.
23. Кузнецов, Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1990. - 272 с.
24. Коценко, Н. В. Оптимизация организационных форм выполнения технических обслуживаний и непланового ремонта строительных машин : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.04 / Коценко Николай Васильевич.– Л., 1981. - 284 с. : ил.
25. Луйк, И. А. Теоретические основы планирования технической эксплуатации машинного парка / И. А. Луйк . - К.: Вища школа, 1976. – 144 с.
26. Репин, С. В. Управление эффективностью деятельности предприятия по эксплуатации строительных машин методом маржинального анализа / С. В. Репин, С. А. Евтюков, М. А. Нестеренко // Автомобильные дороги, транспорт и экология: сб. науч.-практ. тр. – СПб., 2006. – С. 159–171.

27. Репин, С. В. Расчетные модели обеспечения работоспособности и эффективности строительных машин в эксплуатации: учеб. пособие. / С. В. Репин, А. В. Зазыкин, В. П. Чмиль. – СПб.: СПбГАСУ, 2015. – 76 с.

28. Репин, С. В. Методология совершенствования системы технической эксплуатации строительных машин: дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.04 / Репин Сергей Васильевич. - СПб, 2008. - 450 с.

29. Технология производства и восстановления наземных транспортно-технологических машин: учеб. пособие / А. В. Терентьев, А. И. Беляев, А. А. Абросимова, А. А. Шиманова. – СПб.: Петрополис, 2022. –168 с.

30. Oglesby, C. H. Productivity Improvement in Construction / C. H. Oglesby, H. W Parker, G. A. Howell. - McGraw-Hill, 1989.

31. Banker, R. D. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis / R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper // Management Science. – 1984. – Vol. 30. – № 9. – PP. 1078-1092.

32. Chao, L.-C. Estimating construction productivity: neural-network-based approach / L.-C. Chao, M. J. Skibniewski // Journal of Computing in Civil Engineering. -1994. - 8. - PP. 234-251.

33. Salem, A. Fuzzy-based configuration of automated data acquisition systems for earthmoving operations / Ashraf Salem, Ahmad Salah, Osama Moselhi // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). - 2018. - Vol. 23. – PP. 122-137. - URL: <http://www.itcon.org/2018/6>

34. Alshibani, A. Productivity based method for forecasting cost & time of earthmoving operations using sampling GPS data / A. Alshibani, O. Moselhi // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). - 2016. - Vol. 21. - PP. 39-56. - URL:<http://www.itcon.org/2016/3>

35. Arditi, D. Trends in productivity improvement in the US construction industry / D. Arditi, K. Mochta // Construction Management & Economics. – 2000. – 18. - PP. 15-27.

36. Научные задачи исследования жизненного цикла дорожных машин в современных условиях / С. А. Евтюков, С. В. Репин, С. М. Грушецкий, Г. А.

Карро // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2020. – Т. 17, № 4(74). – С. 442–451.

37. Формирование парка машин для строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог с учетом этапов их жизненного цикла / С. А. Евтюков, С. В. Репин, С. М. Грушецкий, Г. А. Карро // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета. – 2020. - №3(62). – С. 62-69.

38. Производительность как качественный критерий оценки эффективности всех этапов системы жизненного цикла дорожных машин / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков, С. В. Репин, Г. А. Карро // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета. – 2020. - №4(63). – С. 36-43.

39. Особенности постановки научных задач при исследовании системы мониторинга дорожных машин в современных условиях / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков, С. В. Репин, А. В. Соболев // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета. – 2021. – № 1(64). – С. 30–38.

40. Определение технической и эксплуатационной производительностей дорожных машин на основе анализа объемов работ / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков, С. В. Репин, А. А. Кузнецов // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2021. - №1. - С. 38-52.

41. Грушецкий, С. М. Оценка эффективности определения производительности дорожных машин экспериментальным и расчетными путями / С. М. Грушецкий // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2021. - №2. - С. 120-131.

42. Грушецкий, С. М. Особенности анализа результатов работы системы мониторинга дорожных машин / С. М. Грушецкий // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета. – 2021. – № 3(66). – С. 47-55.

43. Грушецкий, С. М. Научный анализ критического снижения и повышения фактической эксплуатационной производительности дорожно-строительных машин / С. М. Грушецкий // Грузовик. – 2021. – № 8. – С. 33-43.

44. Грушецкий, С. М. Научный анализ функционирования аппаратной части системы мониторинга дорожных машин / С. М. Грушецкий // Грузовик. – 2021. – № 9. – С. 10-20.

45. Грушецкий, С. М. Определение коэффициентов оперативной технической готовности и старения дорожно-строительных машин / С. М. Грушецкий // Грузовик. – 2021. – № 10. – С. 19-24.

46. Анализ состояния рынка строительных машин в России / С. В. Репин, В. Е. Чечуев, С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Строительные и дорожные машины. – 2021. - № 9. – С. 11-13.

47. Грушецкий, С. М. Прогнозирование критического снижения эксплуатационной производительности дорожных машин / С. М. Грушецкий // Грузовик. – 2022. – № 1. – С. 21-32.

48. Грушецкий, С. М. Обобщенная модель иерархического управления состоянием системы обеспечения производственной эксплуатации дорожных машин / С. М. Грушецкий // Грузовик. – 2022. – № 5. – С. 15-22.

49. Обеспечение устойчивости системы производственной эксплуатации дорожных машин в условиях Арктики / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков, С. В. Репин, Д. С. Орлов [и др.] // Строительные и дорожные машины. – 2022. - № 6. – С. 36-40.

50. Оценка применения СПГ в качестве топлива для дорожно-строительных машин в Арктической зоне / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков, Н. А. Образцов, И. И. Воронцов [и др.] // Строительные и дорожные машины. – 2022. - № 6. – С. 41-42.

51. Современная автоматическая система управления работой машин для уплотнения поверхностей / А. Н. Гарашук, С. М. Грушецкий, А. А. Склярова, Д. С. Орлов [и др.] // Грузовик. – 2023. – № 5. – С. 39-45.

52. Анализ современных автоматических комплексов контроля работой машин для уплотнения поверхностей / А. Н. Гаращук, С. А. Евтюков, С. М. Грушецкий [и др.] // Грузовик. – 2023. – № 6. – С. 39-45.

53. Ensuring high-quality performance of the required scope of works by road-building machines in the Arctic zone / S. Grushetsky, S. Evtuykov, I. Vorontsov, S. Maksimov, J. Rajczyk // Transportation Research Procedia. – 2021, 57. – PP. 256–264.

54. Mathematical forecasting of a critical decrease in the actual operational productivity of road machines / S. Grushetsky, S. Evtiukov, S. Vorontsov, D. Orlov // MGSU. – 2022. - Scopus (б.кв.).

55. Model of fuzzy estimation of reliable operation of road vehicles in the Arctic conditions / S. Grushetsky, A. Terentyev, S. Evtuykov, S. Repin, I. Vorontsov. - 2023. - 206. - PP. 293-298. - DOI 10.1007/978-3-030-99626-0_32

56. Molecular modification of a hydrocarbon fuel with the influence of various physical fields / Stanislav M. Grushetskiy, Pavel F. Anisimov, Valery Yu. Kaminsky, Sergey N. Turusov // Web of science. Marine intellectual technologies // Scientific journal. – 2018. - Vol. 1, № 4(42).

57. Грушецкий, С. М. Эффективность применения строительно-дорожных машин в современных условиях : монография. / С. М. Грушецкий. – СПб. : Петрополис, 2021. – 168 с.

58. Патент. Российская Федерация. Захват клещевой для труб: пат. на полезную модель : № 183548: опубликовано: 25.09.2018 / Репин С. В., Полтанова М. Л., Грушецкий С. М., Орлов Д. С.; заявитель СПбГАСУ.

59. Патент. Российская Федерация. Захват клещевой для труб: пат. на полезную модель : № 177911 : опубликовано: 15.03.2018 / Репин С. В., Ильясов М. М., Грушецкий С. М., Орлов Д. С.; заявитель СПбГАСУ.

60. Патент. Российская Федерация. Клещевой захват с повышенной силой сжатия: пат. на полезную модель : № 176086 : опубликовано: 27.12.2017 / Репин С. В., Грушецкий С. М., Орлов Д. С.; заявитель СПбГАСУ.

61. Патент. Российская Федерация. Ковш скрепера: пат. на полезную модель : № 183238 : опубликовано: 14.09.2018 / Репин С. В., Кирин Р. М., Грушецкий С. М., Орлов Д. С.; заявитель СПбГАСУ.

62. Патент. Российская Федерация. Ковш фронтального погрузчика: пат. на полезную модель : № 179158 : опубликовано: 28.04.2018 / Репин С. В., Сироткина Н. О., Грушецкий С. М., Орлов Д. С.; заявитель СПбГАСУ.

63. Патент. Российская Федерация. Ковш фронтального погрузчика с захватом: пат. на полезную модель : № 180191 : опубликовано: 06.06.2018 / Репин С. В., Суслин Д. Б., Грушецкий С. М., Орлов Д. С.; заявитель СПбГАСУ.

64. Патент. Российская Федерация. Погрузочное оборудование экскаватора: пат. на полезную модель : № 183092 : опубликовано: 11.09.2018 / Репин С. В., Семенов А. С., Грушецкий С. М., Орлов Д.С.; заявитель СПбГАСУ.

65. Патент. Российская Федерация. Рабочее оборудование автогрейдера: пат. на полезную модель : № 184801 : опубликовано: 09.11.2018 / Репин С. В., Скерт А. С., Грушецкий С. М., Орлов Д. С.; заявитель СПбГАСУ.

66. Патент. Российская Федерация. Рабочее оборудование бульдозера с рыхлительными зубьями: пат. на полезную модель : № 178081: опубликовано: 22.03.2018 / Репин С. В., Асафат С. В., Грушецкий С. М., Орлов Д.С.; заявитель СПбГАСУ.

67. Патент. Российская Федерация. Рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора: пат. на полезную модель : № 174707 : опубликовано: 30.10.2017 / Репин С. В., Грушецкий С. М., Орлов Д.С.; заявитель СПбГАСУ.

68. Патент. Российская Федерация. Рабочий орган бульдозера: пат. на полезную модель : № 175353 : опубликовано: 01.12.2017 / Репин С. В., Грушецкий С. М., Орлов Д. С., Борисова В. И.; заявитель СПбГАСУ.

69. Патент. Российская Федерация. Рыхлительное оборудование одноковшового экскаватора: пат. на полезную модель : № 180462 :

опубликовано: 14.06.2018 / Репин С. В., МIRONЮК Р. Ю., Грушецкий С. М., Орлов Д. С.; заявитель СПбГАСУ.

70. Патент. Российская Федерация. Скрепер с вибрационным желобом: пат. на полезную модель : № 179156 : опубликовано: 28.04.2018 / Репин С. В., Чечуев В. Е., Грушецкий С. М., Орлов Д.С.; заявитель СПбГАСУ.

71. Расчет устойчивости одноковшового экскаватора: Свидетельство на программу для ЭВМ : № 2016618004 : опубликовано: 19.05.2016 / Репин С. В., Грушецкий С. М., Орлов Д. С.; заявитель СПбГАСУ

72. Система поддержки принятия решений по управлению системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин «ЭфОПроЭ»: Свидетельство на программу для ЭВМ : № 2023667655: опубликовано: 17.08.2023 / Грушецкий С. М.; заявитель Грушецкий С. М.

73. Грушецкий, С. М. Анализ состояния парков коммунальных машин ДРСУ Ленинградской области / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Доклады 57-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 1 / СПбГАСУ. - СПб., - 2000. – С. 109-110.

74. Грушецкий, С. М. Анализ существующей системы ТО транспортно-технологических машин / С. М. Грушецкий, И. В. Замираев // Доклады 63-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 2 / СПбГАСУ. - СПб., 2006. – С. 182-187.

75. Грушецкий, С. М. Влияние периодичности технических обслуживаний коммунальных машин на качество содержания автомобильных дорог / С. М. Грушецкий // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах : сб. докл. 4-й междунар. конф. / СПбГАСУ. - СПб., 2000. – С. 190–192.

76. Грушецкий, С. М. Влияние системы эксплуатации дорожно-строительных машин на безопасность движения / С. М. Грушецкий, И. В.

Замараев // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах : сб. докл. 5-й междунар. конф. / СПбГАСУ. - СПб., 2002. – С. 269-272.

77. Грушецкий, С. М. Влияние системы эксплуатации транспортно-технологических машин на качество выполняемых работ на объектах / С. М. Грушецкий, И. В. Замараев // Доклады 64-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 2 / СПбГАСУ. - СПб., 2007. – С. 148-152.

78. Грушецкий, С. М. Методика имитационного моделирования при автоматизации рабочих процессов дорожно-строительных машин / С. М. Грушецкий, Я. В. Васильев // Реконструкция – Санкт-Петербург – 2005 : междунар. науч.-практ. конф. : сб. докл. Ч. 2 / СПбГАСУ. - СПб., 2005. – С. 74-78.

79. Грушецкий С. М. Методика по применению системы технической эксплуатации коммунальных машин для содержания автомобильных дорог / С. М. Грушецкий // Труды молодых ученых. Ч. 2. / СПбГАСУ. – СПб., 2000. – С. 94-98.

80. Грушецкий, С. М. Методика создания специального парка машин в дорожно-строительном комплексе / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Доклады 53-й междунар научн.-техн. конф. молодых ученых, аспирантов, докторантов и студентов / СПбГАСУ. - СПб., 1999. – С. 40–44.

81. Грушецкий, С. М. Направления развития технического обслуживания и ремонта транспортно-технологических машин в современных условиях / С. М. Грушецкий, И. В. Замараев // Доклады 59-й науч. науч.-практ. конф. молодых ученых. Ч. 2 / СПбГАСУ. – СПб., 2006. – С. 150-155.

82. Грушецкий, С. М. Научные исследования в строительном и дорожном машиностроении / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Доклады 2-й науч.-техн. конф. Проблема качества строительной продукции. Ч. 2 / ВИТУ. –СПб., 1999. – С.101–102.

83. Грушецкий, С. М. Научные исследования в строительном и дорожном машиностроении при переходе отрасли к рыночной экономике / С.

М. Грушецкий // Доклады 56-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 1 / СПбГАСУ. – СПб., 1999. – С. 90-91.

84. Грушецкий, С. М. Определение оптимизированной периодичности ТО-2 коммунальных машин для содержания дорог при эксплуатации / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Научные и практические вопросы совершенствования эксплуатации мобильных машин в современных условиях. Вып. 2 : тез. докл. одноименного науч.-техн. семинара ; 08.12.2000 / ВИТУ. – СПб., 2001. – С. 79-85.

85. Грушецкий, С. М. Определение периодичности технического обслуживания транспортно-технологических машин современными методами / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Реконструкция – Санкт-Петербург – 2003; междунар. науч.-практ. конф. : сб. докл. Ч. 2 / СПбГАСУ. – СПб, 2002. – С. 156-159.

86. Грушецкий, С. М. Организация технического обслуживания машин для содержания дорог северо-западного региона / С. М. Грушецкий, И. В. Замараев // Доклады 59-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 1 / СПбГАСУ. - 2002. – С. 143-144.

87. Грушецкий, С. М. Организация технического обслуживания при эксплуатации специального парка транспортных машин / С. М. Грушецкий, И. В. Замараев // Реконструкция – Санкт-Петербург – 2003. Междунар. науч.-практ. конф.: Доклады Ч. 2 / СПбГАСУ. - СПб, 2002. – С. 165-167.

88. Грушецкий, С. М. Организация технического обслуживания транспортно-технологических машин при строительстве крупных объектов в современных условиях / С. М. Грушецкий, И. В. Замараев // Доклады 62-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 1 / СПбГАСУ. - СПб., 2005. – С. 180-182.

89. Грушецкий, С. М. Основные проблемы совершенствования системы ТО и ремонта дорожных машин в современном строительстве / С. М.

Грушецкий, И. В. Замараев, Я. Райчык // Доклады 61-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 1 / СПбГАСУ. - СПб., 2004. – С. 168-170.

90. Особенности консервации и хранения сменного рабочего оборудования парков машин для зимнего содержания дорог в летний период / С. М. Грушецкий, Я. В. Васильев, И. В. Замараев, А. Н. Юрчак // Доклады 66-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 4 / СПбГАСУ. - СПб., 2009. – С. 114-116.

91. Грушецкий, С. М. Перспективы развития системы ТО и ремонта транспортно-технологических машин / С. М. Грушецкий, И. В. Замараев // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах : 6-я междунар. конф. : сб. докл. / СПбГАСУ. - СПб., 2004. – С. 385–387.

92. Грушецкий, С. М. Повышение эффективности использования машин в дорожно-строительном комплексе / С. М. Грушецкий // Доклады 55-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 1 / СПбГАСУ. - СПб., 1998. – С. 101–103

93. Грушецкий, С. М. Повышение эффективности использования специального парка коммунальных и дорожных машин / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Научные и практические вопросы совершенствования эксплуатации мобильных машин в современных условиях : тез. докл. одноименного науч.-техн. семинара, 18.11.1999 / ВИТУ. – СПб., 2000. – С. 23-29.

94. Грушецкий, С. М. Пути развития системы ТО и ремонта дорожных машин в современном строительстве / С. М. Грушецкий, И. В. Замараев // Доклады 56-й науч.-практ. конф. молодых ученых: сб. докл. Ч. 2 / СПбГАСУ. – СПб., 2004. – С. 165-167.

95. Грушецкий, С. М. Пути развития системы ТО и ремонта транспортно-технологических машин в XXI веке / С. М. Грушецкий, В. М. Аверин / Доклады 57-й научно-практической конф. молодых ученых : сб. докл. Ч. 2 / СПбГАСУ. – 2004. – С. 153-158.

96. Грушецкий, С. М. Расчет периодичности ТО-2 коммунальных машин для содержания дорог современными методами / С. М. Грушецкий, Я. Райчык // Доклады 58-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 1 / СПбГАСУ. - СПб., 2001. – С. 104-106.

97. Грушецкий, С. М. Совершенствование организации технического обслуживания транспортно-технологических машин при строительстве крупных объектов в современных условиях / С. М. Грушецкий, И. В. Замараев // Реконструкция – Санкт-Петербург – 2003; междунар. науч.-практ. конф. : сб. докл, Ч. 2 / СПбГАСУ. – СПб, 2005. – С. 78-80.

98. Грушецкий, С. М. Совершенствование системы технического обслуживания специального парка транспортно-технологических машин / С. М. Грушецкий, И. В. Замараев // Транспортные средства Сибири: межвуз. сб. науч. тр. с междунар. участием. Вып. 8 / ИПЦ КГТУ. – Красноярск, 2002. – С. 252-255.

99. Грушецкий, С. М. Современные методы организации ТО и ремонта транспортно-технологических машин в XXI веке / С. М. Грушецкий, И. В. Замараев // Доклады 58-й научно-практической конференции молодых ученых : сб. тр. Ч. 1 / СПбГАСУ. – 2005. – С. 190-194.

100. Грушецкий, С. М. Состав коммунальных машин в парках ДРСУ Ленинградской области и основные трудности при их использовании / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Труды молодых ученых. Ч. 5. / СПбГАСУ. - СПб, 1999. – С. 62–65.

101. Грушецкий, С. М. Состояние и пути развития рынка СДМ / С. М. Грушецкий // Доклады 52-й междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых и студентов / СПбГАСУ. - СПб., 1998. – С. 81–82.

102. Грушецкий, С. М. Состояние и пути развития строительных и дорожных машин / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков // Труды молодых ученых. Ч. 2 / СПбГАСУ. - СПб., 1998. – С. 52–55.

103. Грушецкий, С. М. Состояние технического обслуживания машин для содержания дорог в Северо-Западном регионе / С. М. Грушецкий, И. В. Замаараев, С. А. Евтюков // Механики XXI века: 2-я межрегион. науч. -техн. конф. с междунар. участием: сб. докл. / БГТУ. - Братск., 2002. – С. 19-22.

104. Грушецкий, С. М. Структура системы качества строительно-дорожных машин / С. М. Грушецкий, Я. В. Васильев, Е. Е. Медрес // Доклады 60-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Ч. 1 / СПбГАСУ. - СПб., 2003. – С. 187-191.

105. Gruszecki, S. M. Technicznejskoje sostojanie komunalnych maszyn i kaczestwo sodierzania awtomobilnych dorog (статья на польском языке) / S. M. Gruszecki, J. Rajczyk // Materialy trzeciego miedzy narodowego seminarium naukowego efektywno ściniezawodność w budownictwie. - Czestochowa, Pazdziernir. – 2001. – С. 25-26.

106. Грушецкий, С. М. Техническое обслуживание и ремонт транспортно-технологических машин в XXI веке / С. М. Грушецкий, И. В. Замаараев // Проблемы развития дорожно-транспортного комплекса : межвуз. сб. науч. тр. / СПбГАСУ. – 2006. – С. 141–144.

107. Грушецкий, С. М. Выбор комплекса машин для выполнения подготовительных работ / С. М. Грушецкий // Актуальные проблемы современного строительства : материалы 68-й междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Посвященная 110-летию Хомуецкого Н.Ф. 15-17 апреля 2015 г.: сб. докл. Ч. 2 / СПбГАСУ. – 2015. –С. 71-74.

108. Грушецкий, С. М. Разработка стенда для сборки (разборки) и испытания гидроцилиндров / С. М. Грушецкий, Н. П. Поплавская // Актуальные проблемы современного строительства : материалы 68-й междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Посвященная 110-летию Хомуецкого Н. Ф. 15-17 апреля 2015 г.: сб. докл. Ч. 2 / СПбГАСУ.– 2015. – С.74-76.

109. Грушецкий, С. М. Совершенствование технологии земляных ремонтно-строительных работ / С. М. Грушецкий // Актуальные проблемы современного строительства : материалы 68-й междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Посвященная 110-летию Хомуцкого Н.Ф. 15-17 апреля 2015 г.: сб. докл. Ч. 2 / СПбГАСУ. – 2015. – С. 62-66.

110. Грушецкий, С. М. Техническая эксплуатация наземных транспортно-технологических машин / С. М. Грушецкий, Е. В. Куракина // Актуальные проблемы современного строительства : материалы 69-й междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. : сб. докл. / СПбГАСУ. – 2016. – С. 112-116.

111. Грушецкий, С. М. Экскаватор непрерывного действия для отрывки траншей и котлованов / С. М. Грушецкий, В. Н. Соколов, А. Павлов // Архитектура – Строительство – Транспорт: материалы 71-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 7-9 октября 2015 г. : сб. докл. Ч. 1 / СПбГАСУ. - 2015. – С. 61-63.

112. Грушецкий, С. М. Эффективность применения строительно-дорожных машин: учеб. пособие / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков, Я. В. Васильев. - СПб.: СПбГАСУ, 2009. – 46с.

113. Аникеева, О. В. Анализ факторов, влияющих на процессы жизненного цикла автомобильных дорог / О. В. Аникеева, Ю. Ю. Хмелевской // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях : 4-я междунар. науч.-практ. конф.; 04–05 июня 2014 г. : сб. науч. тр. / отв. ред. А. А. Горохов. – Т. 1. – Курск, 2014. – С. 48-52.

114. Аникеева, О. В. Пути повышения качества процессов жизненного цикла автомобильных дорог / О. В. Аникеева, Ю. Ю. Хмелевской // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: 4-я междунар. науч.-практ. конф.; 04–05 июня 2014 г. : сб. науч. тр. / отв. ред. А. А. Горохов. – Т. 1. – Курск, 2014. – С. 45-47.

115. Миронюк, В. П. Анализ основных направлений развития САПР автомобильных дорог для реализации концепции жизненного цикла автомобильных дорог / В. П. Миронюк, В. В. Фиалкин // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог. – 2014. – № 1(2). – С. 31-35.

116. Состояние и тенденции развития рынка дорожно-строительной техники в России / С. В. Репин, С. А. Евтюков, В. Е. Чечуев [и др.] // Путевой навигатор. – 2021. – № 49(75). – С. 26-31. – EDN HRKKUT.

117. Максименко, А. Н. Организация эксплуатации строительных и дорожных машин с учетом их технического состояния / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макацария, В. В. Кутузов // Вестник Белорусско-Российского университета, - 2006. - № 4(13). – С. 28-32.

118. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин: учеб. пособие / А. Н. Максименко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.

119. Репин, С. В. Концепция эффективности эксплуатации строительных машин / С. В. Репин // Строительные и дорожные машины. – 2007. - № 2. – С. 27–31; [Окончание ст. см. Строительные и дорожные машины. – 2007. - № 4. – С. 21-25.]

120. Бабел, М. Теоретические основы и методология выбора объемов и технологий модернизации тепловозов по критерию стоимости жизненного цикла : автореф дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.07 / Бабел Марек. - М. - 2014. - 48 с.

121. Оценка стоимости жизненного цикла электровоза «онлайн» / А. А. Акишин, В. В. Брексон, О. В. Виноградова, В.А. Кучумов // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. - 2019. - 78(4). - С. 195-202. - URL:<https://doi.org/10.21780/2223-9731-2019-78-4-195-202>

122. Калабухин, Ю. Е. Применение концепции жизненного цикла для оценки инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте // Бюллетень результатов научных исследований. – 2013. - № 4(9). - С. 94-101.

123. Бугаева, Е. В. Моделирование стоимости жизненного цикла и регламентация процессов разработки подвижного состава железных дорог / Е. В. Бугаева // Вісник економіки транспорту і промисловості, - 2010. - № 31. - С. 67-71.

124. Криничева, А. Э. Принципы формирования стоимости жизненного цикла объектов при разработке технико-экономической оценки проекта развития железнодорожной инфраструктуры / А. Э. Криничева, Д. С. Рубченко // ЭПП. - 2021. - №7.

125. Катцын, Д. В. Практические аспекты реализации проектов с расчетом эффективности на основе анализа стоимости жизненного цикла (на примере железнодорожного транспорта) / Д. В. Катцын, М. Э. Брусиловский // Контурь глобальных трансформаций: политика, экономика, право. - 2010.- №3. - С. 137-140.

126. Гненный, О. Н. Определение функционального износа железнодорожного подвижного состава / О. Н. Гненный // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. - 2007. - №19. - С. 253-257.

127. Лагунов, С. А. Предложения по архитектуре информационной системы управления жизненным циклом техники железнодорожных войск / С. А. Лагунов, В. Б. Артеменко, Р. А. Исаев // Военная мысль. - 2019. - №11. - С. 78-87.

128. Краев, В. М. Подходы к разработке моделей жизненного цикла отечественной авиационной техники / В. М. Краев, М. В. Силуянова, А. И. Тихонов // Московский экономический журнал. - 2019. - №1. - С. 536-546. - doi:10.24411/2413-046X-2019-11052

129. Сазонов, А. А. Анализ эффективности внедрения CALS технологий (на примере отечественного авиастроения) / А. А. Сазонов, В. В. Джамай, С. А. Повеквечных // Организатор производства. - 2018. - №1. - С. 84-92.

130. Информационная поддержка этапа технической эксплуатации в жизненном цикле изделий авиастроения / Ю. В. Киселев, В. А. Зрелов, М. Е. Проданов, С. К. Бочкарев // Вестник СГАУ. - 2007. - №1. - С. 236-246.

131. Бурматов, С. В. Информационная поддержка жизненного цикла изделий как основа системы менеджмента безопасности авиационной деятельности авиационного комплекса России / С. В. Бурматов // Научный вестник МГТУ ГА. - 2012. - №178. - С.65-70.

132. Полищук, Н. В. Интегрированная логистическая поддержка и стоимость жизненного цикла воздушного судна / Н. В. Полищук, // Транспортное дело России. - 2017. - №4. - С. 112-116.

133. Анализ эффективности современного технического сервиса сельскохозяйственной техники в АПК / В. И. Игнатов, Ю. В. Катаев, В. С. Герасимов, Д. В. Андреева // Агроинженерия. - 2021. - № 2(102). - С. 62-67.

134. Тесовский, А. Ю. Применение CALS-технологии при технической эксплуатации лесозаготовительных и лесохозяйственных машин / А. Ю. Тесовский // Надежность и качество - 2013: тр. междунар. симпозиума. Ч. 1. - 2013. - С. 296-298.

135. Липкович, Э. И. Основы методики оценки эффективности конструкции машинно-технологических агрегатов на базе мобильных энергосредств пятого поколения / Э. И. Липкович, В. В. Щириков // Advanced Engineering Research. - 2013. - №. 7-8 (75). - С.106-116.

136. Черноиванов, В. И. О формировании вторичного рынка сельскохозяйственной техники / В. И. Черноиванов, Н. В. Краснощеков // Достижения науки и техники АПК. - 2009. - №10. - С. 9-11.

137. Ковалев, А. А. Определение стоимости жизненного цикла сложных технических систем / А. А. Ковалев, А. В. Микава, А. В. Окунев // Управление экономическими системами. - 2013. - № 2(50). - С. 15-21.

138. Иванова, Н. Г. Методические аспекты оценки эффективности инноваций в области повышения качества продукции на основе анализа

стоимости жизненного цикла / Н. Г. Иванова, В. А. Лошакова, Н. А. Мурзак // Вестник ГУУ. - 2014. - №14. - С. 39-46.

139. Юрков, Н. К. Системный подход к организации жизненного цикла сложных технических систем / Н. К. Юрков // Надежность и качество сложных систем. - 2013. - №1. - С. 27-34.

140. Баданов, А. Ю. Процессы системной инженерии для поддержания жизненного цикла сложных технических систем / А. Ю. Баданов, Р. А. Рызванов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - 2016. - №4-8. - С. 6-14.

141. Лисицкий, В. В. Управление обеспечением жизненного цикла территориально распределенных сложных технических систем / В. В. Лисицкий, О. Л. Шестопалова // Известия ТулГУ. Технические науки. - 2018. - №10. – С. 366-376.

142. Воронов, Е. М. К оценке технического уровня сложных технических систем с учетом полного жизненного цикла / Е. М. Воронов, В. В. Щербинин, С. С. Семенов // Онтология проектирования. - 2016. - №2 (20). - С. 173-192.

143. Кузин, Е. И. Управление жизненным циклом сложных технических систем: история развития, современное состояние и внедрение на машиностроительном предприятии / Е. И. Кузин, В. Е. Кузин // Инженерный журнал: наука и инновации. - 2016. - №1(49). -С.4-24.

144. Бойкова, А.В. Полный жизненный цикл продукции военного назначения / А. В. Бойкова // Проблемы экономики и менеджмента. - 2016. - №10 (62). - С. 7-9.

145. Сабина, А. Л. Структура жизненного цикла продукции военного назначения как фактор повышения уровня ее конкурентоспособности / А. Л. Сабина // Экономический анализ: теория и практика. - 2004. - №5. - С. 40-47.

146. Подольский, А. Г. Методические подходы к формированию стоимостных и временных параметров жизненного цикла

высокотехнологичной продукции военного назначения / А. Г. Подольский, А. В. Бабкин, А. А. Родин // Вопросы инновационной экономики. - 2020. - №3. С. 1347-1364.

147. Мельников, О. Н. Расширение подходов к процессу управления жизненным циклом продукции при диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса / О. Н. Мельников, Д. А. Есипенко, Д. С. Алабужев // Вопросы инновационной экономики. - 2020. - №3. - С. 1301-1310.

148. Совершенствование нормативно-технической и методической базы в области управления жизненным циклом вооружения, военной и специальной техники / И. И. Емцова, В. В. Короленко, М. В. Трофимчук, Е. В. Федорова // Воздушно-космические силы. Теория и практика. - 2022. - №23. - С. 89-96.

149. ГОСТ Р 53791-2010. Ресурсосбережение. Стадии жизненного цикла изделий производственно-технического назначения. Общие положения : официальное издание : дата введения: 22 -12.-02. - М.: Стандартинформ, 2018.

150. ТР ТС 014/2011. Технический регламент Таможенного союза. Безопасность автомобильных дорог : официальное издание : утвержден решением Комиссии Таможенного Союза от 18 октября 2011 г. № 827 ; дата введения 11-12-14.

151. ГОСТ Р57274.1-2016/EN 15643-1:2010. Устойчивое развитие в строительстве. Ч. 1. Общие положения : официальное издание : дата введения 01-12-17. - М.: Стандартинформ, 2016.

152. ГОСТ 31538-2012. Цикл жизненный железнодорожного подвижного состава. Общие требования: официальное издание : дата введения 01-01-14. - М.: Стандартинформ, 2019.

153. ГОСТ 31539-2012. Цикл жизненный железнодорожного подвижного состава. Термины и определения : официальное издание : дата введения 01-01-14. - М.: Стандартинформ, 2014 год

154. ГОСТ Р 56135. Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Общие положения : официальное издание : дата введения 01-09-15. - М.: Стандартинформ, 2016.

155. ГОСТ Р 56136. Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Термины и определения : официальное издание : дата введения 01-09-15. - М.: Стандартинформ, 2016.

156. ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения : официальное издание : дата введения 01-01-22. - М.: ФГБУ "РСТ", 2021.

157. Грушецкий, С. М. Прогнозирование периодичности ТО-2 коммунальных машин для содержания автомобильных дорог: дис. ... канд. техн. наук : 05.05.04 / Грушецкий Станислав Михайлович. – СПб, 2000. – 160 с. – EDN QDIDYZ.

158. Лукинский, В. С. Модели и алгоритмы управления обслуживанием и ремонтом автотранспортных средств: учеб. пособие / В. С. Лукинский, Е. И. Зайцев, В. И. Бережной. – СПб. – СПбГИЭА, 1997. – 95 с.

159. ГОСТ Р 59277-2020. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта : 6 официальное издание : дата введения 01-03-21. - М.: Стандартинформ, 2021.

160. ГОСТ Р 57193-2016. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем : официальное издание : дата введения 01-11-17. - М.: Стандартинформ, 2016.

161. ГОСТ Р 57412-2017. Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения : официальное издание : дата введения 01-07-17. - М.: Стандартинформ, 2018.

162. Бердников, И. Е. Разработка диагностико-информационной подсистемы технического сервиса для обеспечения эксплуатационной надежности транспортно-технологических машин: дис. ... канд. техн. наук : 05.02.13 / Бердников Илья Егорович. - Братск : Братский государственный университет, 2017. - 217 с.

163. Гаффарова, С. Р. Современные системы мониторинга и контроля технического обслуживания подъемно-транспортных и строительно-дорожных машин / С. Р. Гаффарова // Совершенствование автотранспортных систем и сервисных технологий: сб. науч. тр. по материалам XIV междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 95-му юбилею д-ра техн. наук, проф., заслуж. деятеля науки и техн. РФ Авдонькина Федора Николаевича (1923-1996). – Саратов : СГТУ имени Гагарина Ю. А., 2018. – С. 107–115.

164. Доценко, А. И. Комплексный мониторинг параметров дорожных машин и асфальтобетонной смеси - основа повышения качества покрытий автомобильных дорог / А. И. Доценко // Вестник МАДИ. – 2018.– № 2 (53). – С. 89–93.

165. Разработка универсальной системы сбора данных с функциями управления на основе аналогово-цифрового преобразователя / В. В. Конев, А. Г. Обухов, С. В. Созонов, Д. М. Бородин // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 3. – С. 159–164.

166. Исследование функционирования аппаратных средств мониторинга транспортных средств специального назначения / А. Н. Кудаев, А. А. Косенко, Д. В. Бобров, В. Н. Бобров // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 4-2. – С. 255–259.

167. Создание системы мониторинга технического состояния транспортных и технологических машин / А. Л. Манаков, А. А. Игумнов, С. А. Коларж // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2013. – № 4. – С. 125–132.

168. Мандровский, К. П. Анализ систем мониторинга дорожно-строительных машин и концепция системы управления эффективностью / К. П. Мандровский // Вестник МАДИ. – 2016. – № 1(44). – С. 26–33.

169. Мандровский, К. П. Возможные перспективы развития систем мониторинга дорожных машин при управлении эффективностью и техническом аудите / К. П. Мандровский // Механизация строительства. – 2016. – Т. 77, № 10. – С. 47–55.

170. Мандровский, К. П. Обобщенные характеристики надежности в системе мониторинга эффективности дорожных машин / К. П. Мандровский // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2016. – № 3 (42). – С. 63–72.

171. Мандровский, К. П. Основы методологии мониторинга технико-экономической эффективности дорожно-строительных машин / К. П. Мандровский. – М.: МАДИ, 2022. – 160 с. – EDN CQSPSS.

172. Мандровский, К. П. Оценка динамической устойчивости в мониторинговой системе управления технико-экономической эффективностью дорожных машин / К. П. Мандровский // Вестник Донского государственного технического университета. – 2016. – Т. 16, № 2 (85). – С. 69–76.

173. Мизь, В. А. Анализ систем автоматизированного мониторинга автомобильного транспорта и управления дорожным движением / В. А. Мизь, А. В. Хаханова // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2012. – № 161. – С. 25–31.

174. Мокшин, В. В. Система мониторинга количества материалов для строительства дорожного полотна / В. В. Мокшин, А. П. Кирпичников, Л. М. Шарнин // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 17. – С. 99-103.

175. Озорнин, С. П. Совершенствование организации мониторинга изменений технического состояния машин в эксплуатации / С. П. Озорнин, И. Е. Бердников // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2014. – № 8. – С. 64–69.

176. Интегрированная диагностическая поддержка распределенной системы мониторинга энергоданных / А. Б. Петроченков, А. В. Кычкин, А. А. Темичев // Автоматизация. Современные технологии. - 2014. - №9. - С.10-16.

177. Хруль, С. А. Адаптивный алгоритм обработки потока навигационных данных на основе метода диагностической фильтрации / С. А.

Хруль, Д. М. Сонькин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2012. - №5(321). - С. 217-222.

178. Транспортная телематика в дорожной отрасли: учеб. пособие / В. М. Власов, Д. Б. Ефименко, В. Н. Богумил. - М.: МАДИ, 2013. – 80 с.

179. Максимычев, О. И. Поддержка жизненного цикла проектов дорожно-строительных работ в парадигме цифровой экономики / О. И. Максимычев, В. Н. Бойков // САПР и ГИС автомобильных дорог. - 2019. - №1(12). - С.10-15.

180. Доценко, А. И. Показатели эффективности эксплуатации дорожно-строительных машин на различных уровнях управленческих решений / А. И. Доценко, К. П. Мандровский // EDN FQTKFD. – 2019. – № S(13). – С. 49.

181. Мещеряков, В. А. Адаптивное управление рабочими процессами землеройно-транспортных машин: дисс. ... д-ра техн. наук : 05.05.04 / Мещеряков Виталий Александрович. – Омск, 2007. – 304 с.

182. Talmaki, S. A. Sensor Acquisition and Allocation for Real-Time Monitoring of Articulated Construction Equipment in Digital Twins. Sensors / S. A. Talmaki, V. R. Kamat. - 2022 - 22, 7635. – URL: <https://doi.org/10.3390/s22197635>.

183. Wei, J. C. T-based design for construction machinery monitoring systems / J. C. Wei, X. S. Ni, L. Chen, A. L. Wang, J. Chin. - Constr. -Mach, 2014. - 12, 364–366, 371.

184. Behnam, A. Automated progress monitoring system for linear infrastructure projects using satellite remote sensing / A. Behnam, D. C. Wickramasinghe, M. A. A. Ghaffar, T. T. Vu // Autom. Constr. - 2016. - 68.114–127.

185. Lu, M. Real-Time 3D Positioning and Visualization of Articulated Construction Equipment/ M. Lu, X. Liang // In Proceedings of the International Conference on Computing in Civil Engineering, - USA, Clearwater Beach, 2012; 17–20 June. - PP. 196–203.

186. Li, T. Design of Compaction Operation Monitoring System for Intelligent Vibratory Roller Based on Internet of Things / T. Li, G. Wang, Y. Zhang // Pro. - 2021. -10, 50. - URL: <https://doi.org/10.3390/ecsa-8-11265>.

187. White, D. Field Assessment and Specification / D. White, Vennapusa, Pavana, Gieselmann, Heath. // Review for Roller-Integrated Compaction Monitoring Technologies. Advances in Civil Engineering.- 2011. -10.1155/2011/783836.

188. Lee, Soomin. Development and Assessment of an Intelligent Compaction System for Compaction Quality Monitoring, Assurance, and Management. Applied Sciences / Lee, Soomin, Sharafat, Abubakar - 2022. - 12. 6855. 10.3390/app12146855.

189. Lei, Yaguo. Machinery health prognostics: A systematic review from data acquisition to RUL prediction/ Yaguo Lei, Naipeng Li, Liang Guo, Ningbo Li // Mechanical Systems and Signal Processing. - 2018. - Vol. 104.- PP. 799-834. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.11.016>.

190. Lee, Jay, Masoud Ghaffari, Linxia Liao, David Siegel, Prognostics and health management design for rotary machinery system / Jay Lee, Fangji Wu, Wenyu Zhao // Reviews, methodology and applications, Mechanical Systems and Signal Processing. - 2014. - Vol. 42, Is. 1–2.- PP. 314-334. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2013.06.004>.

191. Reza, A. Construction equipment activity recognition for simulation input modeling using mobile sensors and machine learning classifiers / A. Reza, H. B. Amir // Advanced Engineering Informatics, 2015. - Vol. 29, Is 4, - PP. 867-877. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2015.03.001>.

192. Osama, M. A machine learning approach to predict production time using real-time RFID data in industrialized building construction / Mohsen Osama. // Advanced Engineering Informatics. - 2022.- Vol. 52. -URL: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101631>.

193. Yapeng, Guo. Excavator joint node-based pose estimation using lightweight fully convolutional network / GuoYapeng, Cui. Hongtao, Li, Shunlong

// Automation in Construction - Vol.141. - 2022. - URL:
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104435>.

194. Zhu, C. Monitoring and Identification of Road Construction Safety Factors via UAV / C. Zhu, J. Zhu, T. Bu, X. Gao, Sensors. - 2022, 22, 8797. - URL:
<https://doi.org/10.3390/s22228797>

195. Министерство Транспорта Российской Федерации. Распоряжение от 14.03.2008 №АМ-23-р : О введении в действие методических рекомендаций "Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте". - (ред. 30.09.2021)

196. Громаков, Е. И. Современные технологии. Киберфизические системы: учеб. пособие / Е. И. Громаков, А. А. Сидорова. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – 166 с.

197. Вяткин, В. В. Концепция киберфизической инженерии как способ применения теории киберфизических систем / В. В. Вяткин, Д. Н. Дроздов, Ю. А. Голуб // Системный анализ в проектировании и управлении, - 2019. - Т. XXIII, №1. - С. 98-112.

198. Концептуальная и формальная модели синтеза киберфизических систем и интеллектуальных пространств / А. Л. Ронжин, О. О. Басов, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. - 2016 - №11(59). - С. 897-905.

199. Развитие автоматизации информационного обеспечения системы управления предприятиями на основе концепции киберфизической системы / В. Н. Волкова, А. Е. Леонова, А. В. Логинова, В. В. Каракчиева // Системный анализ в проектировании и управлении. - 2019. -Т. XXIII, №1. - С. 274-288.

200. Боровков, А. И. Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки / А. И. Боровков, Ю. А. Рябов // Цифровая трансформация экономики и промышленности: сб. тр. науч.-практ. конф. с зарубежным участием, 20–22 июня 2019 г. / под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 780 с.

201. Репин, С. В. Методология совершенствования эксплуатации строительных машин : монография / С. В. Репин. – СПб.: СПбГАСУ, 2005. – 172с.
202. Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин. МДС 12-8.2000 / Госстрой России, ЦНИИОМТП. – М.: ГУП ЦПП, 2000. – 76 с.
203. Расчетные модели обеспечения работоспособности и эффективности строительных машин в эксплуатации: учеб пособие / С. В. Репин, А. В. Зазыкин, В. П. Чмиль. – СПб.: СПбГАСУ, 2015. – 76 с.
204. ГОСТ 25646-95. Эксплуатация строительных машин. Общие требования: официальное издание: дата введения 01-07-97. - М.: Стандартиформ, 2008.
205. Аверкин, А. Н. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А. Н. Аверкин, И. В. Батыршин, А. Ф. Блишун / под ред. Д. А. Поспелова. – М.: Наука, 1986.
206. Афанасьев, В. Н. Динамические системы управления с неполной информацией: Алгоритмическое конструирование / В. Н. Афанасьев. - М.: ЛЕНАНД, 2018. – 216 с.
207. Афанасьев, В. Н. Управление неопределенными системами: учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 325 с.
208. Борисов, В. В. Основы гибридизации нечетких моделей / В. В. Борисов, С. А. Федулов, М. М. Зернов. – М: Горячая линия – Телеком, 2017. – 100 с.
209. Борисов, В. В. Основы нечеткого логического вывода / В. В. Борисов, С. А. Федулов, М. М. Зернов. – М: Горячая линия – Телеком, 2021. – 122 с.
210. Бочкарев, С. В. Интегрированная логистическая поддержка эксплуатации электротехнических изделий / С. В. Бочкарев, А. Б. Петроченков, А. В. Ромодин. - Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. - 398 с.

211. Вентцель, Е. С. Прикладные задачи теории вероятностей / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М.: Радио и связь. – 1983. – 416 с.
212. Демидова, Л. А. Методы кластеризации в задачах оценки технического состояния зданий и сооружений в условиях неопределенности / Л. А. Демидова, Е. И. Коняева – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. - 156 с.
213. Гибридные модели прогнозирования коротких временных рядов / Л. А. Демидова, А. Н. Пылькин, С. В. Скворцов, Т. С. Скворцова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – 208 с.
214. Догу, М. Обзор инструментальных средств на нечеткой логике / М. Догу // ДэнсиГидзюцу, - 1991. – Т. 33, №1.
215. Зедгинидзе, И. Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем / И. Г. Зедгинидзе, – М.: Наука, 1976. – 390 с.
216. Карпов, Ю. Г. Имитационное моделирование систем: введение в моделирование AnyLogic5 / Ю. Г. Карпов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 388 с.
217. Нечеткие алгоритмы оценки технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования / Н. В. Костырев, Е. И. Бардик, Р. В. Вожаков, Т. Ю. Курач [и др.] // Научные труды ДонНТУ. - 2008. - №8. - С. 65-70.
218. Нечеткие модели и системы управления / Ю. И. Кудинов, А. Ю. Келина, И. Ю. Кудинов / под ред. Ф. Ф. Пащенко. - М.: ЛЕНАНД, 2017. – 328 с.
219. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. - СПб.: БХВ Петербург, 2005.
220. Назарычев, А. Н. Методы и математические модели комплексной оценки технического состояния электрооборудования / А. Н. Назарычев, Д. А. Андреев / Иваново: Иван. гос. энерг. ун-т, 2005. - С. 221-224.
221. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009.

222. Ульянов, С. В. Нечеткие модели интеллектуальных промышленных систем управления: теоретические и прикладные аспекты / С. В. Ульянов // Изв. АН СССР. Техн. Кибернетика. - 1991. - №3.
223. Batur C. Model based fuzzy control // Math. and Comput. Modell / С. Batur, V. Kasparin. - 1991. – Vol. 15. - №15.
224. Bergadano, F. Inductive Logic Programming: From Machine Learning to Software Engineering / F. Bergadano, D. Gunetti. – Cambridge MA: MIT Press. – 1996. – 228 p.
225. Eisner, H. A. Generalized Network Approach to the Planning and Scheduling – of a Research Program / H. A. Eisner // Operation Research. – 2002. – № 1.
226. Jang, J.-S. R. ANFIS: Adaptive-Network-based Fuzzy Inference Systems / J.-S. R.Jang // IEEE Transactions Systems, Man, and Cybernetic. -1993. - Vol. 23, No. 3.- PP. 665-685.
227. ГОСТР 56274-2014. Общие показатели и требования в эргономике. Общие требования: официальное издание: дата введения 01-06-16. - М.: Стандартинформ, 2015.
228. Бычков, Е. Д. Модели управления и мониторинга состояниями сетевых элементов телекоммуникационной сети с использованием теории нечетких множеств: дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.01 / Бычков, Евгений Дмитриевич. - Новосибирск, 2015.
229. Курдюков, А. П. ∞ -управление энергетической системой в аварийном режиме. Ч. 1. Теоретические основы синтеза робастных h_∞ -регуляторов / А. П. Курдюков, В. Н. Тимин // Проблемы управления. - 2009. - №1.
230. Курдюков, А. П. ∞ -управление энергетической системой в аварийном режиме. Ч. 2. Синтез робастного регулятора для управления энергетической системой / А. П. Курдюков, В. Н. Тимин // Проблемы управления. - 2009. - №2.

231. Колесников, Е. Н. Комбинация методов инверсной динамики и $h\infty$ -оптимизации в задаче управления пространственным движением самолета / Е. Н. Колесников, М. Е. Сидорюк // Ученые записки ЦАГИ. - 2007. - №3-4.
232. Перепелкин, Е. А. Робастное управление системой массового обслуживания / Е. А. Перепелкин // Вестн. Томского гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. - 2019. - №49.
233. Рустамов, Г. А. Робастная система управления с повышенным потенциалом / Г. А. Оглы Рустамов // Известия ТПУ. - 2014. - №5.
234. Яблонский, Д. В. Синтез робастного управления гибридными стохастическими системами с запаздыванием / Д. В. Яблонский // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - 2014. - №8-1.
235. Алексеев, М. А. Парадигмальный контекст развития робастного управления экономическими системами / М. А. Алексеев, Е. В. Фрейдина // Идеи и идеалы. - 2018. - №4 (38).
236. Алексеев, М. А. Понятийный каркас и модель механизма робастного управления экономическими системами / М. А. Алексеев, Е. В. Фрейдина, А. А. Тролин // Вопросы управления. - 2018. - №6 (36).
237. Алексеев, М. А. Методологические основы развития теории робастного управления экономическими системами / М. А. Алексеев, Е. В. Фрейдина // Вестник НГУЭУ. - 2017. - №2.
238. Рапопорт, Э. Я. Полубесконечная оптимизация управляемых систем в условиях ограниченной неопределенности / Э. Я. Рапопорт // Известия Самарского научного центра РАН. - 2000. - №1.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Объемы работ выбранных НТТМ. Фактические и плановые значения, по
Главе 3)

Для групп машин в табл. А1–А24 объемы работ имеют следующие единицы измерения:

первая группа – м³

вторая группа – т

третья группа – м²

четвертая группа – м²

пятая группа – м² · 1000

шестая группа – м · 1000

Таблица А.2 - Плановые объемы работ за ноябрь 2019 года

Номер группы		Число месяца																																																												
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		
		Объем работ, Q	Часы работы																																																											
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	301	16	244	16	400	24	216	16	263	16	265	16	403	24	320	24	249	16	241	16	205	16	187	8	148	16	185	16	249	16	365	24	203	16	218	16	166	16	494	24	400	24	267	16	291	16	244	16	287	16	295	16	235	16	210	16	260	16	337	16
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	85	8	249	16	279	16	361	24	184	16	200	16	307	16	328	24	352	24	244	16	315	16	380	24	225	16	342	24	155	16	222	16	280	16	360	24	303	16	300	24	325	16	186	16	367	24	476	24	452	24	291	16	578	24	256	16	228	16		
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	1319	24	1115	16	1233	16	1297	24	327	8	1580	24	1103	16	1223	24	116	8	592	16	988	16	526	8	1082	16	TO	-	717	16	961	16	772	16	740	16	253	8	841	16	386	8	529	8	538	8	323	8	152	8	1453	24	412	8	527	8	1445	24	841	16
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	1225	8	3105	16	1649	8	2321	16	3623	16	1813	8	358	8	1931	8	3945	16	3792	16	5579	24	917	8	2954	16	1312	8	2426	8	5041	24	2440	16	741	16	5502	24	2895	16	4499	24	2512	16	2378	16	696	8	3018	16	4092	16	6391	24	6253	24	1685	8	5432	24
Грейдер	ДЗ 122	55	834	24	506	16	559	16	1230	24	722	16	931	24	864	24	905	24	66	8	333	8	1007	24	385	16	706	16	1068	24	828	24	1065	24	TO	-	409	16	83	8	617	16	595	16	794	24	6378	16	132	8	78	8	922	24	765	24	101	8	689	16	187	8
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	111	8	78	8	45	8	67	8	319	16	79	8	435	24	8	322	16	226	16	255	16	14	8	137	8	37	8	525	24	308	24	430	24	429	24	430	24	370	24	142	8	17	8	117	8	455	24	35	8	95	8	132	8	501	24	78	8			
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	550	24	109	8	117	8	353	24	592	24	155	16	321	16	321	16	321	16	406	24	59	8	56	8	217	16	100	8	467	24	220	16	93	8	187	16	115	8	385	24	44	8	503	24	75	8	280	16	350	24	135	8	248	16	263	16	119	8		
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	1074	24	734	16	1273	24	650	16	574	16	158	8	1612	24	619	16	TO	-	278	8	880	16	267	8	248	8	1395	24	1095	16	238	8	200	8	454	16	413	16	117	8	171	8	1000	24	573	16	953	24	387	8	401	8	1326	24	123	8				
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	4817	24	3184	16	3684	16	3337	16	5921	24	4067	16	8773	24	5964	16	2672	16	4502	16	1800	8	1336	8	1444	8	813	8	1620	8	5527	24	961	8	4362	24	4561	16	5002	24	2097	8	2706	16	6129	24	3042	16	1320	8	5142	24	5558	16	5063	24				
Грейдер	ДЗ 122	55	230	8	582	16	677	16	90	8	853	24	TO	-	892	24	352	8	924	24	634	16	946	24	147	8	219	8	893	24	190	8	868	24	257	8	373	16	380	16	1161	24	778	16	319	8	96	8	679	16	919	24	497	16	1021	24	374	8	225	8		
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	75	8	444	24	300	16	300	16	450	24	384	16	144	16	186	16	45	8	396	24	130	8	284	16	100	8	258	16	298	16	200	16	309	16	412	24	268	16	224	16	465	24	427	24	20	8	439	24	251	24	526	24	108	8	13	8	223	16		
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	163	8	126	8	488	24	149	8	110	8	373	24	146	8	94	8	115	8	160	8	119	8	61	8	375	24	423	24	241	16	436	24	261	16	161	8	341	24	221	16	261	16	460	24	413	24	322	24	250	24	129	8	353	24	296	16	341	24	37	8
Экскаватор	CATERPILLAR 320DL	51	462	16	500	16	312	8	644	24	493	24	513	16	731	24	608	24	427	16	596	24	598	16	648	24	718	24	817	24	929	24	787	24	520	16	645	24	660	24	667	24	221	8	179	8	163	8	764	24	843	24	370	16	320	16	631	24	299	8	336	16
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGPS	107	1033	24	549	16	694	16	754	16	1132	24	1509	24	1613	24	303	8	1393	24	1412	24	418	8	667	16	325	8	528	8	458	8	574	16	1219	24	1406	24	1040	24	289	8	285	8	877	16	1012	24	1030	24	1107	24	853	16	TO	-	1210	24	1665	24	129	8
Грейдер	ДЗ 122	55	249	8	912	24	858	24	964	24	325	16	82	8	120	8	899	24	496	16	664	16	465	16	209	8	859	16	936	24	852	24	998	24	783	16	706	16	528	16	610	16	417	16	214	8	1352	24	369	16	TO	-	73	8	940	24	939	24	331	8	142	8
Вторая группа		т/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																														
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2158	16	2576	16	1909	16	2714	24	3182	24	2670	16	1620	16	2107	16	2213	16	2052	16	3198	24	2679	16	2128	16	2112	16	1800	16	2001	16	2324	16	3116	24	2640	16	1998	16	1998	16	4067	24	2988	24	2880	16	2378	16	2232	16	2583	16	3569	24	3740	24	2125	16
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	873	8	2738	16	5101	24	569	8	5215	24	5069	24	2019	8	4141	24	1042	8	578	8	5304	24	3887	16	176	8	3477	16	4924	24	2886	16	776	8	4620	24	2057	8	5239	24	2160	16	1322	8	538	8	685	8	1419	8	4723	24	4342	24	4534	24	3070	16	3633	16
Автовышка	Elephant-Hoyong E-SKY 450	5,4	74	16	85	24	20	8	27	8	53	16	81	24	51	16	9	8	41	16	63	16	24	8	42	16	47	16	23	8	21	8	48	16	35	8	45	16	85	24	69	16	94	24	15	8	49	16	109	24	12	8	116	24	80	24	45	16	28	8	93	24
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2189	16	3024	24	953	8	1830	16	1469	16	2707	24	4104	24	1516	8	266	8	2059	16	221	8	530	8	1845	16	1134	8	45	8	3001	16	3942	24	422	8	388	8	1371	16	713	8	1417	16	2729	24	3015	24	2951	24	3683	24	2784	24	209	8	1329	16	2589	16
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	3006	16	4545	24	1599	8	7240	24	1963	8	235	8	2683	16	4728	24	554	8	3937	24	1054	8	988	8	6047	24	3425	16	6344	24	3780	16	3797	24	1608	8	1942	16	4732	24	3425	16	4990	24	1746	8	5623	24	932	8	4939	24	4721	24						
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э	2,4	4	8	10	8	21	16	10	8	29	16	6	8	29	16	35	24	15	8	TO	-	46	24	17	16	41	24	51	24	42	24	23	16	4	8																										

Таблица А.4 - Плановые объемы работ за декабрь 2019 года

Номер группы		Число месяца																																																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																
Название НТТМ	Марка	Пт	Объем работ, Q																																																													
			Объем работ, Q	Часы работы																																																												
Первая группа		м³/ч																																																														
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	301	16	244	16	400	24	216	16	263	16	265	16	403	24	320	24	249	16	241	16	205	16	187	8	148	16	185	16	249	16	365	24	203	16	218	16	166	16	494	24	400	24	267	16	291	16	244	16	287	16	295	16	235	16	210	16	260	16	337	16	26	8
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	85	8	249	16	279	16	361	24	184	16	200	16	307	16	328	24	352	24	244	16	315	16	380	24	225	16	342	24	155	16	222	16	280	16	360	24	303	16	300	24	325	16	186	16	367	24	476	24	464	24	452	24	291	16	578	24	256	16	228	16	154	16
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	1319	24	1115	16	1233	16	1297	24	327	8	1580	24	1103	16	1223	24	116	8	592	16	988	16	526	8	1082	16	TO	717	16	961	16	772	16	740	16	253	8	841	16	386	8	529	8	538	8	323	8	152	8	1453	24	412	8	527	8	1445	24	841	16	402	8	
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	1225	8	3105	16	1649	8	2321	16	3623	16	1813	8	358	8	1931	8	3945	16	3792	16	5579	24	917	8	2954	16	1312	8	2426	8	5041	24	2440	16	3713	16	5502	24	2895	16	4499	24	2512	16	2378	16	696	8	3018	16	4092	16	6391	24	6253	24	1685	8	5432	24	1995	16
Грейдер	ДЗ 122	55	834	24	506	16	559	16	1230	24	722	16	931	24	864	24	905	24	66	8	333	8	1007	24	385	16	706	16	1068	24	828	24	1065	24	TO	409	16	83	8	617	16	595	16	794	24	605	16	132	8	78	8	922	24	765	24	101	8	689	16	187	8	606	24	
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	111	8	78	8	45	8	67	8	72	16	99	8	435	24	8	8	322	16	226	16	255	16	14	8	137	8	37	8	525	24	308	24	450	24	429	24	430	24	370	24	142	8	117	8	455	24	28	8	15	8	95	8	132	8	501	24	78	8	443	24		
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	550	24	109	8	117	8	353	24	592	24	155	16	321	16	321	24	130	8	406	24	59	8	56	8	217	16	100	8	467	24	220	16	93	8	187	16	115	8	385	24	44	8	503	24	75	8	280	16	350	24	335	24	139	8	258	16	263	16	119	8	223	16
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	1074	24	734	16	1273	24	650	16	574	16	158	8	1612	24	619	16	TO	278	8	880	16	267	8	248	8	1395	24	1095	16	238	8	200	8	454	16	413	16	117	8	171	8	1000	24	573	16	953	24	853	16	1350	24	387	8	401	8	1326	24	123	8	341	8	
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	4817	24	3184	16	3684	16	3337	16	5921	24	4067	16	8773	24	5964	24	3764	16	2672	16	4502	16	1800	8	1336	8	1444	8	813	8	1620	8	5527	24	961	8	4362	24	4561	16	5002	24	5919	24	2097	8	2706	16	6129	24	3042	16	1320	8	5142	24	5558	16	5063	16	333	8
Грейдер	ДЗ 122	55	230	8	582	16	677	16	90	8	853	24	TO	892	24	352	8	924	24	634	16	946	24	147	8	219	8	893	24	190	8	868	24	257	8	373	16	380	16	1161	24	778	16	319	8	96	8	351	8	679	16	919	24	497	16	1021	24	374	8	225	8	432	16	
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	75	8	444	24	300	16	300	24	459	24	284	16	144	16	186	16	45	8	396	24	130	8	284	16	100	8	258	16	298	16	200	16	309	16	412	24	268	16	224	16	465	24	427	24	20	8	439	24	251	16	526	24	108	8	61	8	13	8	223	16	320	24
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	163	8	126	8	488	24	149	8	110	8	373	24	146	8	94	8	115	8	160	8	119	8	61	8	375	24	423	24	241	16	436	24	261	16	161	8	341	24	221	16	261	16	460	24	413	24	322	24	420	24	129	8	353	24	296	16	341	24	37	8	276	24
Экскаватор	CATERPILLAR 320DL	51	462	16	500	16	312	8	644	24	493	24	513	16	731	24	608	24	427	16	596	24	598	16	648	24	718	24	817	24	929	24	520	16	645	24	660	24	667	24	21	8	179	8	163	8	764	24	843	24	370	16	320	16	631	24	299	8	336	16	269	16		
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGPS	107	1033	24	549	16	694	16	754	16	1132	24	1509	24	1613	24	303	8	1393	24	1412	24	418	8	667	16	325	8	528	8	458	8	574	16	1219	24	1406	24	1040	24	289	8	285	8	877	16	1012	24	1030	24	1107	24	853	16	TO	1210	24	1665	24	129	8	1206	24	
Грейдер	ДЗ 122	55	249	8	912	24	858	24	964	24	325	16	82	8	120	8	899	24	496	16	664	16	465	16	209	8	859	16	936	24	852	24	998	24	783	16	706	16	528	16	610	16	417	16	214	8	1352	24	369	16	TO	73	8	940	24	939	24	331	8	142	8	2	8	
Вторая группа			т/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																														
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2158	16	2576	16	1909	16	2714	24	3182	24	2670	16	1620	16	2107	16	2213	16	2052	16	3198	24	2679	16	2128	16	2112	16	1800	16	2001	16	2324	16	3116	24	2640	16	1998	16	1998	16	4067	24	2988	24	2880	16	2378	16	2232	16	2583	16	3569	24	3740	24	2125	16	116	8
Автокран	Клины КС-55713-5К-3	300	873	8	2738	16	5101	24	569	8	5215	24	2019	8	4141	24	1042	8	578	8	5304	24	3887	16	176	8	3477	16	4924	24	2886	16	776	8	4620	24	2057	8	5239	24	2160	16	1322	8	538	8	685	8	1419	8	4723	24	4342	24	4534	24	3070	16	3633	16	3207	16		
Автовышка	Elephant-Hoyong E-SKY 450	5,4	74	16	85	24	20	8	27	8	53	16	81	24	51	16	9	8	41	16	63	16	24	8	42	16	47	16	23	8	21	8	48	16	35	8	45	16	85	24	69	16	94	24	15	8	49	16	109	24	12	8	116	24	80	24	45	16	28	8	93	24	112	24
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2189	16	3024	24	953	8	1830	16	1469	16	2707	24	4104	24	1516	8	266	8	2059	16	221	8	530	8	1845	16	1134	8	45	8	3001	16	3942	24	422	8	388	8	1371	16	713	8	1417	16	2729	24	3015	24	3683	24	2784	24	209	8	1329	16	2589	16	1063	8		
Автокран	Клины КС-55713-5К-3	300	3006	16	4545	24	1599	8	7240	24	963	8	235	8	2683	16	4728	24	554	8	3937	24	1054	8	988	8	6047	24	3425	16	6344	24	3780	16	3797	24	1608	8	1942	16	4773	24	1081	8	3948	16	4528	24	3425	16	4990	24	1746	8	5623	24	932	8	4939	24	4721	24	782	8
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.189	2,4	4	8	10	8	21	16	10	8	29	16	6	8	29	16	35	24	15	8	TO	46	24	17	16	41	24	51	24	42	24	23	16	4	8	6	8	29	16	38	24	17	16	26	16	17	8	23	16	12	8	6	8	16	8	39	24	22	16	13	8			
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2276	16	2428	16	1282	8	3107	24	574	8	1195	8	2828	24	3506	24	76	8	1287	8	15	8	1277	8	465	8	677	8	2217	16	3729	24	2075	16	353	8	1488	16	2022	16	770	8	2342	16	2325	16	3638	24	3619	24	2983	24	2194	16	3448	24	2700	24	3263	24	3283	24
Автокран	Клины КС-35719-1-02	300	5033	24	1341	8	3525	16	5484	24	1584	8	906	8	6045	24	1673	8	2756	16	2303	8	5116	24	728	8	2642	16	2679	16	5627	24	6190	24	1165	8	5475	24	493	8	3485	16	3061	16	781	8	5595	24	2928	16</														

Таблица А.6 - Плановые объемы работ за январь 2020 года

Table with columns for equipment name, brand, group number, and monthly work volume (m³/ч) from month 1 to 31. It is divided into six groups: Первая группа (Excavators and bulldozers), Вторая группа (Autotrucks), Третья группа (Road machines and rollers), Четвертая группа (Paving and compacting machines), Пятая группа (Graders), and Шестая группа (Road marking machines).

Таблица А.7 - Фактические объемы работ за февраль 2020 года

Номер группы			Число месяца																																																											
Название НТМ	Марка	П _т	Число месяца																																																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29																															
Первая группа			Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы																																																								
			м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч		м ³ /ч																																	
Эксплуататор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	216	16	485	24	145	8	340	16	268	16	485	24	308	16	423	24	488	24	94	8	129	8	18	8	339	16	173	8	547	24	25	8	66	8	223	16	55	8	480	24	357	16	66	8	196	16	227	16	265	16	293	16	297	16	79	8	506	24		
Эксплуататор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	PEM	8	279	16	535	24	451	24	467	24	421	24	237	16	303	16	417	24	313	16	455	24	276	16	502	24	239	16	555	24	536	24	267	16	294	16	390	24	203	16	562	24	239	16	472	24														
Эксплуататор	CATERPILLAR 349D2	104	374	8	919	16	1216	24	1432	24	1362	24	726	16	898	16	1713	24	1076	16	863	16	944	16	816	16	480	8	761	16	1142	16	1540	24	749	16	1477	24	1173	24	227	8	652	16	434	8	803	16	578	8	517	8	390	8	844	16	405	8	1038	16		
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	5513	24	6507	24	5636	24	167	8	5036	24	2880	16	1563	8	4452	24	4545	24	4558	24	6244	24	4987	24	3720	16	5560	24	5942	24	954	8	1316	8	3962	16	1340	8	648	8	4543	24	3205	16	3887	16	5996	24	2224	16	5115	24	1880	8	6199	24	220	8		
Грейдер	ДЗ 122	55	517	16	214	8	PEM	8	540	16	649	16	777	16	500	16	131	8	746	16	1050	24	957	24	33	8	1119	24	414	8	292	8	1195	24	811	16	1186	24	563	16	47	8	441	16	504	16	209	8	1097	24	499	16	140	8	607	16	176	8	110	8		
Эксплуататор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	352	16	542	24	77	8	382	24	240	16	311	16	150	8	334	16	12	8	PEM	8	271	16	116	8	316	16	379	24	492	24	458	24	428	24	547	24	448	24	137	8	320	16	374	24	474	24	319	16	130	8	380	24	524	24	199	16	522	24		
Эксплуататор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	214	16	247	16	138	8	287	16	563	24	35	8	574	24	217	16	179	8	184	8	506	24	26	8	507	24	58	8	523	24	469	24	407	24	401	24	519	24	343	16	478	24	205	16	418	24	122	8	518	24	326	16	34	8						
Эксплуататор	CATERPILLAR 336DL	85	1286	24	1216	24	1382	24	1194	24	771	16	541	16	1285	24	1176	24	862	16	1334	24	1253	24	532	16	920	16	659	16	1235	24	1142	24	1161	24	1039	24	475	8	508	16	639	16	1103	24	1245	24	1130	24	1376	24	1359	24	874	16	1232	24	221	8		
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	6929	24	2457	8	2802	16	3404	16	4193	16	234	8	5300	24	7482	24	5568	24	6330	24	2616	16	948	8	6180	24	3074	16	631	8	291	8	1716	8	2855	16	5006	24	2852	16	3412	16	5942	24	2793	16	4386	16	2543	16	3461	16	3204	16	2266	8				
Грейдер	ДЗ 122	55	1304	24	749	16	860	16	515	16	865	16	1152	24	799	16	325	8	335	8	698	16	1298	24	382	16	PEM	8	182	8	997	24	1028	24	897	24	228	8	416	8	808	16	131	8	552	16	137	8	1110	24	307	8	689	16	1315	24	1067	24	781	16		
Эксплуататор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	477	24	313	16	84	8	187	16	189	16	271	16	PEM	8	65	8	174	8	27	8	582	24	253	16	170	8	542	24	422	24	24	8	175	8	107	8	87	8	188	16	429	24	174	8	19	8	373	24	297	16	476	24	285	16	222	16				
Эксплуататор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	PEM	8	430	24	350	16	75	8	144	8	571	24	166	8	134	8	405	24	329	16	392	24	225	16	441	24	298	16	337	16	269	16	518	24	146	8	517	24	565	24	48	8	499	24	555	24	375	16	424	24	278	16	33	8	149	8	62	8		
Эксплуататор	CATERPILLAR 320DL	51	140	8	397	16	561	24	294	16	388	16	690	24	668	24	248	16	585	24	595	24	420	16	560	24	214	8	332	16	595	24	599	24	219	8	538	24	343	16	346	16	PEM	8	682	24	551	24	550	24	325	16	346	16	230	8	138	8	162	8		
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGPS	107	1422	24	1454	24	674	16	202	8	859	16	1222	24	795	16	424	24	186	8	1489	24	429	8	1124	24	1405	24	1416	24	592	16	1143	24	1405	24	1127	24	255	8	409	8	710	16	768	24	PEM	8	1386	24	1440	24	821	16	1396	24	1175	24				
Грейдер	ДЗ 122	55	400	16	202	8	PEM	8	1114	24	1186	24	641	16	934	24	252	8	330	8	383	8	927	24	704	16	699	16	1279	24	1231	24	1262	24	945	24	466	16	339	8	509	16	240	8	276	8	652	16	1046	24	248	8	1105	24	1126	24	844	16	657	16		
Вторая группа			т/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29																														
Автокран	Ивановец КС-35715	192	1127	8	971	8	453	8	919	8	2618	16	2175	16	670	8	1820	16	2867	16	3221	24	2514	16	1621	16	1383	8	4529	24	2114	16	806	8	349	8	2459	16	2428	16	335	8	3706	24	2997	16	1600	16	680	8	3652	24	3408	24	3079	24	3908	24	4088	24		
Автокран	Клинцы КС-55713-5К-3	300	3297	16	5499	24	3875	16	757	8	4057	16	5509	24	4123	16	6520	24	4768	16	231	8	98	8	2409	16	6426	24	3096	16	1416	8	6602	24	2329	8	5690	24	3646	16	5109	24	6950	24	3743	16	57	8	4830	24	6897	24	3576	16	1887	8	328	8	5955	24		
Автовышка	Elephant-Horyong E-SKY 450	5,4	127	24	22	8	17	8	94	24	123	24	128	24	55	16	50	16	96	24	129	24	60	16	59	16	15	8	64	16	99	24	122	24	58	16	TO	-	97	24	128	24	129	24	39	8	108	24	53	16	122	24	129	24	60	16	112	24	5	8		
Автокран	Ивановец КС-35715	192	1004	8	2442	16	3421	24	4085	24	4369	24	2532	16	1672	16	4527	24	685	8	2681	16	3111	24	PEM	8	855	8	6671	24	1922	8	905	8	2390	8	2594	16	PEM	8	7131	24	1307	8	5520	24	3009	16	909	8	7167	24	2499	16	1790	8	2927	16	3858	16	6945	24
Автокран	Клинцы КС-55713-5К-3	300	1388	8	2360	8	7070	24	2990	16	2497	16	6841	24	6990	24	1985	8	7058	24	2149	8	4458	16	855	8	6671	24	1922	8	905	8	2390	8	2594	16	PEM	8	7131	24	1307	8	5520	24	3009	16	909	8	7167	24	2499	16	1790	8	2927	16	3858	16	6945	24		
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.183	2,4	13	8	17	8	19	16	24	16	55	24	42	24	17	8	49	24	53	24	30	16	38	16	48	24	41	24	24	16	50	24	13	8	45	24	41	24	29	16	24	16	6	8	10	8	17	8	52	24	55	24	23	16	30	16	33	24	PEM	8		
Автокран	Ивановец КС-35715	192	978	8	3742	24	719	8	1423	8	861	8	3271	24	4220	24	3609	24	324	8	772	8	4211	24	2259	16	2496	16	744	8	2168	16	3876	24	2121	16	2869	16	2903	16	906	8	4539	24	4224	24	2489	16	2688	16	616	8	2460	16	2265	24	PEM	8	2788	16		
Автокран	Клинцы КС-35719-1-02	300	5882	24	2516	16	1328	8	2769	16	3185	16	4928	24	1930	8	2448	16	1263	8	510	8	3966	16	5113	24	PEM	8	435	8	3942	16	3994	16	4008	16	1286	8	2609	16	5566	24	795	8	951	8	1405	8	5436	24	5853	24	3121	16	6725	24	3346	16	1356	8		
Автовышка	КамАЗ ПСС-141.189-7,5 (АГПМ-18)	3,5	47	16	43	16	49	16	2	8	15	8	67	24	9	8	56	16	62	24	22	8	9	8	17	8	TO	-	49	16	21	8	25	8	25	8	70	24	62	24	16	8	30	16	68	24																

Таблица А.8 - Плановые объемы работ за февраль 2020 года

Номер группы		П _т	Число месяца																																																									
Название НТТМ	Марка		Число месяца																																																									
Первая группа			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29																													
		М ³ /ч	Объем работ, Q	Часы работы																																																								
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	166	16	364	24	122	8	371	16	257	16	437	24	259	16	351	24	420	24	84	8	110	8	15	8	288	16	145	8	487	24	23	8	55	8	198	16	50	8	461	24	311	16	53	8	172	16	170	16	265	16	252	16	249	16	57	8	450	24
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	95	8	234	16	439	24	392	24	378	24	375	24	187	16	261	16	346	24	291	16	382	24	218	16	356	24	222	16	450	24	482	24	259	16	250	16	328	24	160	16	445	24	553	24	450	24	435	24	275	16	271	16	466	24	213	16	411	24
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	400	8	974	16	985	24	1189	24	1103	24	653	16	754	16	1456	24	796	16	725	16	831	16	857	16	413	8	677	16	994	16	1140	24	644	16	1167	24	1044	24	202	8	561	16	312	8	675	16	636	8	429	8	339	8	819	16	336	8	841	16
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	5899	24	6897	24	4565	24	139	8	4079	24	2592	16	1313	8	3784	24	3829	24	3829	24	5495	24	5236	24	3199	16	4948	24	5170	24	706	8	1132	8	3130	16	1193	8	577	8	3907	24	2308	16	3265	16	6596	24	1846	16	4450	24	1824	8	5145	24	178	8
Грейдер	ДЗ 122	55	470	16	316	8	15	8	464	16	578	16	653	16	430	16	115	8	604	16	788	24	986	24	27	8	951	24	294	8	237	8	1040	24	714	16	973	24	450	16	41	8	392	16	363	16	188	8	1152	24	439	16	113	8	516	16	158	8	79	8
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	289	16	461	24	69	8	336	24	206	16	224	16	143	8	281	16	49	8	49	8	236	16	119	8	256	16	326	24	423	24	463	24	347	24	388	24	390	24	115	8	282	16	393	24	441	24	284	16	105	8	270	24	419	24	171	16	465	24
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	180	16	212	16	110	8	232	16	518	24	29	8	505	24	189	16	140	8	155	8	354	24	21	8	421	24	52	8	497	24	422	24	346	24	341	24	426	24	278	16	340	24	263	16	399	24	178	16	318	24	128	8	425	24	277	16	31	8
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	1376	24	1289	24	1119	24	991	24	625	16	487	16	1079	24	1000	24	638	16	1121	24	1103	24	559	16	791	16	587	16	1074	24	845	24	998	24	821	24	423	8	452	16	550	16	794	24	1046	24	1243	24	1142	24	1182	24	848	16	1023	24	179	8
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	7414	24	2604	8	2270	16	2825	16	3396	16	211	8	4452	24	6360	24	4120	24	5317	24	2302	16	995	8	5315	24	2736	16	549	8	215	8	1476	8	2255	16	2934	16	4278	24	3587	16	3072	16	3640	16	2212	16	3357	16	2659	16	1835	8				
Грейдер	ДЗ 122	55	1174	24	644	16	886	16	376	16	666	16	979	24	703	16	286	8	285	8	565	16	1155	24	552	16	16	8	162	8	758	24	802	24	628	24	187	8	383	8	832	16	111	8	491	16	115	8	955	24	255	8	606	16	1420	24	886	24	687	16
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	420	24	219	16	68	8	159	16	179	16	208	16	290	16	15	8	60	8	151	8	23	8	457	24	192	16	146	8	488	24	359	24	20	8	135	8	96	8	78	8	188	16	300	24	148	8	15	8	317	24	306	16	395	24	254	16	189	16
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	29	8	413	24	273	16	62	8	121	8	468	24	136	8	115	8	336	24	309	16	318	24	187	16	370	24	271	16	293	16	229	16	445	24	120	8	434	24	520	24	34	8	434	24	400	24	334	16	369	24	228	16	29	8	162	8	48	8
Экскаватор	CATERPILLAR 320DL	51	150	8	421	16	454	24	244	16	314	16	621	24	561	24	211	16	433	24	500	24	370	16	588	24	184	8	295	16	518	24	443	24	188	8	425	24	413	16	416	16	100	8	491	24	463	24	605	24	270	16	301	16	223	8	115	8	48	8
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGSPS	107	1522	24	1541	24	546	16	168	8	696	16	1100	24	668	16	360	8	761	24	156	8	1310	24	450	8	967	24	1250	24	1232	24	438	16	983	24	1110	24	1003	24	227	8	352	8	690	16	872	24	427	8	1150	24	1253	24	796	16	1159	24	952	24
Грейдер	ДЗ 122	55	485	16	309	8	181	8	1147	24	937	24	519	16	691	24	214	8	320	8	272	8	779	24	493	16	629	16	1036	24	1083	24	1312	24	936	24	503	16	288	8	372	16	216	8	240	8	548	16	879	24	208	8	961	24	946	24	717	16	539	16
Вторая группа			т/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29																												
Автокран	Ивановец КС-35715	192	1161	8	835	8	403	8	790	8	2173	16	1892	16	596	8	1547	16	2494	16	2867	24	2187	16	1281	16	1176	8	3940	24	1987	16	677	8	269	8	1943	16	2331	16	278	8	3039	24	2667	16	1440	16	571	8	3104	24	3578	24	2340	24	3009	24	4252	24
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	2308	16	4619	24	3255	16	712	8	3530	16	4958	24	3834	16	4629	24	4100	16	185	8	82	8	2024	16	6747	24	3158	16	1274	8	5546	24	1886	8	5007	24	2990	16	4189	24	5630	24	3144	16	42	8	3429	24	6000	24	3934	16	1661	8	289	8	5121	24
Автовышка	Elephant-Horyong E-SKY 450	5,4	107	24	19	8	15	8	83	24	89	24	109	24	43	16	42	16	82	24	111	24	54	16	65	16	11	8	48	16	82	24	133	24	51	16	TO	-	86	24	108	24	115	24	34	8	93	24	46	16	87	24	108	24	52	16	106	24	5	8
Автокран	Ивановец КС-35715	192	863	8	2002	16	3729	24	3472	24	3932	24	2253	16	1421	16	4708	24	589	8	2761	16	3440	24	190	8	2977	16	2554	16	469	8	3025	24	3929	24	1966	16	1957	16	2005	16	1484	16	2705	24	3045	24	284	8	3219	24	2124	16	1535	16	1911	16	2576	24
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	1138	8	2336	8	6363	24	2571	16	2272	16	5131	24	6151	24	1747	8	6140	24	1762	8	3923	16	701	8	5670	24	1634	8	824	8	1721	8	3837	16	38	8	5990	24	1150	8	4140	24	2708	16	736	8	6379	24	2049	16	1307	8	2605	16	3472	16	7292	24
Автовышка	ГАЗ ПСС-131-18Э	2,4	14	8	12	8	14	16	17	16	47	24	37	24	13	8	40	24	47	24	26	16	39	16	10	16	35	24	20	16	36	24	11	8	37	24	36	24	23	16	22	16	5	8	9	8	17	8	47	24	57	24	20	16	25	16	42	24	12	8
Автокран	Ивановец КС-35715	192	861	8	3218	24	640	8	1153	8	723	8	3304	24	3714	24	4104	24	285	8	664	8	3621	24	1717	16	1747	16	625	8	1799	16	3488																											

Таблица А.9 - Фактические объемы работ за март 2020 года

Номер группы		Пг	Число месяца																																																													
Название НТТМ	Марка		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																															
Первая группа			Объем работ, Q	Часы работы																																																												
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	311	16	176	8	44	8	193	16	137	8	482	24	314	16	169	8	289	16	125	8	28	8	81	8	14	8	PEM	8	306	16	456	24	342	16	TO	-	487	24	258	16	43	8	416	24	523	24	74	8	94	8	309	16	342	16	109	8	268	16	416	24	507	24
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	499	24	412	24	304	16	285	16	467	24	435	24	205	16	314	16	270	16	522	24	484	24	566	24	263	16	455	24	511	24	235	16	374	16	358	16	265	16	563	24	239	16	425	24	467	24	201	16	492	24	541	24	425	24	465	24	303	16	383	16	330	16
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	299	8	1260	24	1121	16	1209	24	1696	24	1485	24	1340	24	363	8	1142	16	1162	16	317	8	728	16	686	16	963	16	1708	24	1332	24	1158	16	1267	24	427	8	1329	24	956	16	683	16	1522	24	1741	24	1480	24	1242	24	1006	16	1457	24	824	16	424	8	982	16
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	3444	16	2367	16	4002	16	2229	16	4517	24	147	8	3729	16	613	8	1337	8	2844	16	564	8	PEM	8	1850	8	3966	16	1597	8	4813	24	5455	24	5615	24	3188	16	TO	-	4601	24	111	8	5331	24	2368	16	5461	24	3039	16	1360	8	4312	16	6224	24	370	8	4419	16
Грейдер	ДЗ 122	55	240	8	TO	-	883	24	593	16	835	16	149	8	702	16	531	16	356	8	910	24	697	16	783	16	754	16	606	16	115	8	1287	24	720	16	1009	24	766	16	73	8	936	24	752	16	782	16	314	8	310	8	197	8	167	16	1309	24	740	16	413	8	1247	24
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	484	24	516	24	125	8	194	16	66	8	323	16	200	16	534	24	479	24	503	24	402	24	158	8	501	24	533	24	354	16	307	16	491	24	TO	-	210	16	95	8	106	8	250	16	184	16	191	16	180	8	322	16	189	16	34	8	440	24	161	8	378	24
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	46	8	251	16	53	8	536	24	345	16	271	16	262	16	240	16	97	8	483	24	360	16	445	24	536	24	90	8	340	16	106	8	303	16	133	8	12	8	269	16	404	24	PEM	8	540	24	55	8	473	24	46	8	391	24	11	8	374	16	550	24	496	24
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	376	8	1375	24	984	24	1343	24	941	16	306	8	736	16	607	16	829	16	521	16	177	8	816	16	487	16	496	16	160	8	1392	24	788	16	262	8	411	8	1098	24	702	16	228	8	493	16	1250	24	1309	24	556	16	PEM	8	543	16	1327	24	870	16	244	8
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	4106	24	PEM	8	4741	16	5254	24	2054	8	5635	24	6099	24	169	8	490	8	754	8	581	8	5590	24	4916	16	6035	24	6308	24	7005	24	6278	24	7118	24	2453	8	1090	8	110	8	6014	24	7497	24	4413	16	3336	16	1640	8	1289	8	613	8	2641	16	4521	16	292	8
Грейдер	ДЗ 122	55	423	8	924	24	496	16	295	8	95	8	651	16	1119	24	519	16	387	8	84	8	TO	-	1305	24	850	16	1161	24	1299	24	902	24	663	16	502	16	1212	24	187	8	1217	24	163	8	880	24	830	16	910	24	1231	24	1238	24								
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	295	16	195	16	391	24	204	16	136	8	512	24	120	8	271	16	37	8	TO	-	365	16	138	8	426	24	457	24	410	24	409	24	214	16	366	16	289	16	221	16	320	16	108	8	264	16	343	16	326	16	134	8	470	24	201	16	256	24	PEM	8	279	16
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	208	16	313	16	371	16	72	8	469	24	276	16	344	16	329	16	44	8	67	8	146	8	572	24	124	8	41	8	369	16	409	24	395	24	533	24	232	16	326	16	200	24	PEM	8	123	8	565	24	228	16	272	16	284	16	319	16	93	8	330	16		
Экскаватор	CATERPILLAR 320L	51	393	16	314	16	112	8	360	16	PEM	8	579	24	324	16	323	16	346	24	664	24	703	24	692	24	57	8	716	24	TO	-	270	16	209	8	706	24	321	16	213	16	232	16	432	16	241	8	359	16	569	24	685	24	590	24	698	24	668	24	227	8		
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGSP	107	632	16	649	16	239	8	1438	24	1503	24	1313	24	867	16	353	8	212	8	212	8	1087	24	329	8	760	16	1444	24	150	8	343	8	949	24	PEM	8	1386	24	1395	24	934	16	1103	24	891	16	186	8	1240	24	639	16	148	8	565	16	744	16	1001	16	504	8
Грейдер	ДЗ 122	55	1088	24	282	8	413	8	287	8	112	8	96	8	PEM	8	370	8	1148	24	608	16	813	24	PEM	8	1262	24	977	24	619	16	970	24	1084	24	426	8	940	24	1121	24	607	16	1205	24	222	8	721	16	TO	-	608	16	165	8	400	8	307	8	453	16	398	8
Вторая группа		т/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																															
Автокран	Ивановец КС-35715	192	1844	16	3654	24	3521	24	1148	8	853	8	2257	16	2568	16	4513	24	3807	24	4201	24	2455	16	3599	24	2406	16	2836	16	782	8	1454	8	4331	24	1569	16	3798	24	193	8	4385	24	525	8	2443	16	3888	24	4416	24	986	8	3718	24	1569	16	4028	24	4399	24	3257	24
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	2612	16	5951	24	96	8	1121	8	3133	16	5509	24	1613	8	3747	16	5263	24	4767	16	5774	24	6564	24	240	8	4407	16	6388	24	5147	24	5121	24	5720	24	1819	8	925	8	527	8	2412	16	478	8	1715	8	4595	16	5028	24	7088	24	5200	24	2576	16	5582	24		
Автовышка	Elephant-Honyong E-SKY 450	5,4	101	24	67	16	31	8	106	24	88	24	22	8	20	8	88	24	106	24	47	16	113	24	49	16	114	24	128	24	56	16	81	16	46	16	128	24	96	24	122	24	59	16	103	24	128	24	77	16	121	24	126	24	103	24	5	8	98	24	12	8	107	24
Автокран	Ивановец КС-35715	192	4122	24	3262	24	808	8	2479	16	1612	16	1710	16	3919	24	4141	24	1153	8	1804	16	1990	16	3268	24	3094	24	1520	8	3755	24	2015	16	1665	16	397	8	2078	16	428	8	4568	24	4154	24	3086	24	1750	16	3915	24	922	24	1118	24	1342	8	908	8	1824	16		
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	4094	16	1823	8	6406	24	884	8	700	8	5045	24	1815	8	3701	16	3168	16	6185	24	3383	16	5025	24	2226	8	5690	24	5251	24	1673	8	1820	8	1370	8	6234	24	4257	16	5398	24	123	8	1161	8	4937	24	PEM	8	1596	8	5701	24	3536	16	764	8	6720	24	5486	24
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э	2,4	24	16	8	8	TO	-	52	24	18	8	5	8	22	16	49	24	7	8	46	24	9	8	20	16	25																																					

Таблица А.10 - Плановые объемы работ за март 2020 года

Номер группы		Пт	Число месяца																																																													
Название НТТМ	Марка																																																															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																															
Первая группа		м³/ч	Объем работ, Q	Часы работы																																																												
Экскаватор-погрузчик	ICB 3CX	23,5	267	16	144	8	36	8	179	16	118	8	395	24	273	16	152	8	214	16	111	8	24	8	79	8	11	8	54	8	254	16	374	24	304	16	TO	-	429	24	188	16	37	8	374	24	455	24	69	8	75	8	253	16	243	16	92	8	220	16	387	24	360	24
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	439	24	338	24	258	16	231	16	500	24	322	24	180	16	270	16	240	16	412	24	465	24	487	24	234	16	405	24	445	24	174	16	314	16	294	16	217	16	507	24	194	16	417	24	378	24	145	16	418	24	525	24	349	24	372	16	372	16	281	16		
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	254	8	1109	24	1188	16	907	24	1577	24	1203	24	1085	24	294	8	982	16	1034	16	266	8	604	16	693	16	790	16	1213	24	1199	24	961	16	1052	24	371	8	1143	24	1004	16	601	16	1142	24	1567	24	1273	24	869	24	865	16	1136	24	717	16	411	8	835	16
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	2927	16	2083	16	4242	16	1672	16	4201	24	119	8	3020	16	497	8	1150	8	2531	16	640	8	649	8	1869	8	3252	16	1134	8	4332	24	4528	24	4660	24	2774	16	TO	-	4831	24	98	8	3998	24	2131	16	4696	24	2127	16	1170	8	3363	16	5415	24	359	8	3756	16
Грейдер	ДЗ 122	55	257	8	TO	-	724	24	510	16	610	16	124	8	569	16	377	16	377	16	783	24	495	16	689	16	641	16	491	16	99	8	1042	24	576	16	898	24	682	16	74	8	768	24	677	16	696	16	254	8	316	8	152	8	629	16	1348	24	599	16	351	8	1122	24
Экскаватор-погрузчик	ICB 3CX	23,5	431	24	454	24	108	8	159	16	56	8	355	16	166	16	443	24	422	24	528	24	394	24	115	8	451	24	448	24	262	16	270	16	398	24	TO	-	162	16	78	8	102	8	210	16	147	16	172	16	149	8	270	16	164	16	29	8	409	24	143	8	318	24
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	34	8	211	16	42	8	456	24	311	16	236	16	210	16	209	16	80	8	396	24	313	16	449	24	584	24	94	8	275	16	95	8	279	16	108	8	10	8	231	16	470	24	31	8	524	24	47	8	407	24	39	8	352	24	8	8	337	16	440	24	412	24
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	320	8	1210	24	1043	24	1007	24	875	16	248	8	596	16	492	16	713	16	464	16	149	8	677	16	492	16	407	16	114	8	1253	24	654	16	217	8	358	8	944	24	737	16	201	8	370	16	1125	24	1126	24	526	16	364	8	424	16	1154	24	844	16	207	8
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	4717	24	258	8	5025	16	3941	24	1910	8	4564	24	4940	24	137	8	421	8	671	8	488	8	4640	24	4965	16	4949	24	4479	24	6305	24	5211	24	5908	24	2134	8	937	8	116	8	5292	24	5623	24	3972	16	2869	16	1148	8	1109	8	478	8	2298	16	4385	16	248	8
Грейдер	ДЗ 122	55	343	8	813	24	446	16	233	8	86	8	579	16	996	24	498	16	341	8	68	8	TO	-	1175	24	646	16	813	24	1156	24	938	24	583	16	507	16	1030	24	161	8	974	24	114	8	766	24	104	8	927	24	91	8	1037	24	896	16	774	24	1059	24	1065	24
Экскаватор-погрузчик	ICB 3CX	23,5	263	16	172	16	383	24	173	16	120	8	440	24	115	8	228	16	27	8	TO	-	259	16	121	8	379	24	370	24	287	24	303	24	188	16	311	16	301	16	177	16	275	16	89	8	256	16	278	16	290	16	110	8	414	24	225	16	298	24	98	8	285	16
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	183	16	272	16	308	16	61	8	427	24	226	16	265	16	270	16	47	8	58	8	121	8	46	8	475	24	109	8	36	8	325	16	335	24	344	24	458	24	190	16	274	16	401	24	33	8	122	8	412	24	237	16	296	16	216	16	636	16	82	8	274	16
Экскаватор	CATERPILLAR 320DL	51	334	16	276	16	160	8	365	16	299	16	469	24	262	16	599	24	571	24	626	24	581	24	594	24	441	16	222	16	TO	-	243	16	173	8	584	24	279	16	183	8	585	24	380	16	131	8	123	16	489	24	480	24	481	24	260	16	236	16	648	24	193	8
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGPS	107	537	16	571	16	253	8	1079	24	1398	24	1064	24	702	16	286	8	182	8	189	8	913	24	273	8	768	16	1184	24	107	8	418	8	1064	24	113	8	1206	24	1200	24	981	16	971	24	668	16	167	8	1066	24	447	16	127	8	441	16	647	16	971	16	428	8
Грейдер	ДЗ 122	55	903	24	231	8	438	8	264	8	122	8	236	8	98	8	326	8	1022	24	432	16	948	24	105	8	1073	24	782	24	619	16	815	24	911	24	345	8	780	24	975	24	595	16	1265	24	189	8	541	16	TO	-	541	16	142	8	340	8	255	8	371	16	358	8
Вторая группа		т/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																															
Автокран	Ивановец КС-35715	192	1549	16	3069	24	3028	24	930	8	699	8	2031	16	2106	16	4378	24	3160	24	3109	24	1989	16	3023	24	2310	16	2326	16	555	8	1236	8	4114	24	1098	16	3076	24	162	8	3859	24	399	8	2370	16	3305	24	4019	24	838	8	2789	24	1349	16	3343	24	3695	24	2768	24
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	2168	16	4225	24	86	8	1121	8	2444	16	5178	24	1371	8	3372	16	4316	24	3861	16	5139	24	5711	24	204	8	3570	16	5366	24	5610	24	4558	24	4633	24	1473	8	1289	8	823	8	453	8	2195	16	406	8	1372	8	4917	16	4173	24	6237	24	3900	24	2138	16	4801	24
Автовышка	Elephant-Hoyong E-SKY 450	5,4	91	24	60	16	26	8	87	24	78	24	17	8	72	24	91	24	47	16	96	24	44	16	101	24	101	24	60	16	64	16	40	16	106	24	78	24	99	24	62	16	84	24	107	24	66	16	104	24	99	24	97	24	10	8	87	24	10	8	103	24		
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2968	24	3132	24	727	8	2206	16	1725	16	1402	16	3370	24	3603	24	992	8	1551	16	1493	16	2320	24	2785	24	1353	8	3304	24	1934	16	1199	16	357	8	1849	16	3974	24	3365	24	2623	24	1400	16	3328	24	784	8	2600	16	4459	24	1087	8	808	8	1496	16		
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	3644	16	1477	8	5253	24	743	8	602	8	4086	24	1379	8	3331	16	3421	16	5443	24	2740	16	5276	24	2248	8	5292	24	4411	24	1355	8	1711	8	1165	8	4551	24	3704	16	3995	24	108	8	848	8	5647	24	100	8	1341	8	4618	24	2864	16	619	8	5914	24	4279	24
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э	2,4	24	16	7	8	TO	-	37	24	15	8	19	16	38	24	5	8	41	24	8	8	17	16	15	8	34	24	24	16	7	8	5	8	16	16	5	8	11	8	30	16	40	24	33	24	31	16	35	24	30	16	27	16	45	24	27	16	17	8				
Автокран	Ивановец КС-35715	192	1491	16	886	8	151	8	3463	24	1907	16	3758	24	1443	8	208	8	1879	16	3618	24	853	8	4027	24	297	8	3074	24	2628	16	956	8	1495	16	3296	24	3541	24	226	8	2298	16	200	8	930	8	3632	24	3459	24	1017	8	1125	8	1855	16	1384	16	359	8		
Автокран	Клинец КС-35719-1-02	300	5470	24	270	8	5080	24	5849	24	2647	16	264	8	4713	24	4388	24	3216	16	1321	8	3382	16	5648	24	5408	24	461	8	4584	24	4874	24	4339	24	6659	24	5489	24	2802	16	477	8	487	8	4938	24	3228	16	2907	16	2078	8	4285	16	3589	16	4208	16	523	8	4083	24

Таблица А.12 - Плановые объемы работ за апрель 2020 года

Номер группы		Пг	Число месяца																																																															
Название НТТМ	Марка		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																																		
			Объем работ, Q	Часы работы																																																														
Первая группа		м³/ч																																																																
Экскаватор-погрузчик	ICB 3CX	23,5	410	24	251	16	151	8	321	24	25	8	49	8	38	8	195	16	63	8	249	16	36	8	406	24	423	24	90	8	145	8	421	24	7	8	349	24	353	24	74	8	494	24	133	8	248	16	137	8	6	8	319	16	276	16	209	16	112	8	304	16				
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	212	16	459	24	325	16	421	24	463	24	420	24	491	24	279	16	365	16	422	24	256	16	218	16	476	24	513	24	302	16	201	16	391	24	265	16	284	16	272	16	358	24	178	16	163	16	217	16	307	16	333	24	TO	-	349	24	461	24	554	24				
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	1412	24	678	16	1361	24	230	8	1446	24	442	16	1152	24	1529	24	TO	-	906	16	517	16	1403	24	552	16	101	8	126	8	766	16	676	16	522	16	946	16	424	8	1027	24	999	16	812	16	652	16	1103	24	1371	24	106	8	1702	24	114	8	201	8	5634	24		
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	2316	16	2777	16	2640	16	1158	8	1683	8	910	8	4699	24	6293	24	1998	16	2483	16	3228	16	4909	24	2257	16	1089	8	477	8	5215	24	3660	24	1963	16	2885	16	6032	24	1950	16	5816	24	5782	24	4641	24	3578	16	3572	16	1903	16	6797	24	450	8	5634	24				
Грейдер	ДЗ 122	55	322	8	647	16	1068	24	845	16	1114	24	388	16	523	16	413	16	232	8	167	16	232	8	1033	24	503	16	864	24	653	16	70	8	358	8	65	8	536	16	1021	24	76	8	891	24	1059	24	1117	24	144	8	931	24	611	16	724	24								
Экскаватор-погрузчик	ICB 3CX	23,5	340	24	288	16	386	24	367	24	311	24	47	8	325	24	213	16	91	8	450	24	307	16	167	16	91	8	231	16	166	16	101	8	120	8	468	24	339	24	58	8	309	24	99	8	269	16	169	16	365	24	46	8	138	8	184	8	246	16	286	16				
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	48	8	36	8	233	16	159	16	324	16	305	24	483	24	288	16	336	24	215	16	297	16	395	24	312	24	457	24	446	24	350	16	451	24	133	8	353	24	485	24	418	24	TO	-	114	8	482	24	124	8	278	16	231	16	442	24	123	8	432	24				
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	1043	24	156	8	1075	24	1371	24	489	16	405	16	850	24	1327	24	776	24	2081	24	331	8	239	8	182	8	637	16	538	16	751	16	574	16	1100	24	457	16	1131	24	781	16	423	16	545	16	855	24	1041	24	733	16	1054	24	630	16	187	8	919	24				
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	3059	16	4133	24	3648	16	1999	8	6160	24	4903	24	5288	24	3855	16	2023	8	2951	16	5479	24	4178	16	5757	24	800	8	1309	8	4633	16	TO	-	1159	8	3431	16	404	8	5054	24	695	8	3654	16	5215	24	3027	16	5746	24	4111	24	5922	16	1903	16	6797	24	450	8	5634	24
Грейдер	ДЗ 122	55	1013	24	843	24	784	16	470	16	440	16	889	24	598	16	747	24	903	24	468	16	64	8	593	16	513	16	352	16	909	24	575	16	80	8	720	16	684	16	417	16	806	24	1012	24	235	8	900	24	147	8	201	8	853	16	259	8	1009	24	427	16				
Экскаватор-погрузчик	ICB 3CX	23,5	58	8	526	24	402	24	327	24	67	8	128	8	267	16	296	16	128	8	407	24	129	8	124	8	542	24	107	8	321	24	135	8	379	24	430	24	117	8	265	16	277	16	269	16	200	16	324	24	302	16	101	8	21	8	65	8	39	8	246	16				
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	175	8	409	24	340	24	106	8	323	16	267	16	474	24	96	8	154	8	237	16	278	16	400	24	345	16	TO	-	51	8	465	24	266	16	335	24	197	16	565	24	405	24	260	16	162	16	429	24	404	24	74	8	122	8	452	24	356	24	275	16				
Экскаватор	CATERPILLAR 320DL	51	282	16	186	8	566	24	781	24	432	24	81	8	218	16	652	24	337	16	177	8	165	8	420	24	203	16	382	24	377	16	266	16	599	24	350	16	609	24	365	16	459	24	460	24	293	16	169	16	324	24	321	16	135	16	126	16	630	24	98	8				
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGPS	107	287	8	182	8	1183	24	1102	24	634	16	1005	24	1308	24	254	8	143	8	1010	24	117	8	1031	24	450	16	901	24	1268	24	1309	24	1236	24	253	8	244	8	749	16	811	16	TO	-	743	16	973	24	412	8	260	8	1044	24	757	16	917	24	589	16				
Грейдер	ДЗ 122	55	306	8	171	8	257	8	827	24	923	24	493	16	948	24	1287	24	876	24	32	8	771	16	809	24	35	8	340	8	675	16	847	24	200	8	517	16	764	24	795	24	860	24	39	8	796	24	1231	24	834	24	605	16	609	16	266	8	456	16	323	16				
Вторая группа		т/ч																																																																
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2262	16	2324	16	1610	16	2714	24	3256	24	2430	16	1800	16	2181	16	1975	16	2889	16	3978	24	2537	16	2492	16	2256	16	1680	16	TO	-	2408	16	3230	24	2640	16	2021	16	2045	16	3445	24	3569	24	2310	16	2204	16	2728	16	2615	16	3053	24	3868	24	2225	16				
Автокран	Клицки КС-55713-5К-3	300	334	8	458	8	2195	16	5873	24	2435	16	991	8	2184	8	5422	24	1519	8	1096	8	1288	8	3872	16	1175	8	813	8	4919	24	2158	8	4980	24	1428	8	1325	8	5490	24	4976	24	4708	24	3619	16	2317	8	3635	16	1845	8	1232	8	3499	16								
Автовышка	Elephant-Horyong E-SKY 450	5,4	43	16	39	8	100	24	64	16	95	24	56	16	15	8	33	8	91	24	92	24	22	8	17	8	52	16	83	24	21	8	94	24	13	8	83	24	21	8	14	8	36	8	5	8	103	24	53	16	14	8	9	8	132	24	21	8	38	16						
Автокран	Ивановец КС-35715	192	3437	24	2105	16	1965	16	543	8	TO	-	2637	24	2448	16	1049	8	2077	16	103	8	2278	16	189	8	3752	24	556	8	1821	16	2826	24	1310	16	3405	24	2679	16	615	8	818	8	634	8	184	8	2249	16	606	8	1538	16	1058	8	2851	16	1369	8	2430	16				
Автокран	Клицки КС-55713-5К-3	300	694	8	3978	24	4844	24	5832	24	1714	8	4374	24	975	8	338	8	1928	8	3418	16	1643	8	771	8	3406	16	7823	24	299	8	2003	16	1541	8	2391	16	5337	24	179	8	1023	8	4504	24	1135	8	427	8	1672	8	3461	16	3688	16	4222	24	5303	24	4821	24				
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э	2,4	16	16	9	8	43	24	1	8	12	8	4	8	1	8	20	16	26	16	15	8	29	16	37	24	47	24	18	16	12	8	11	8	32	16	42	24	30	16	37	24	48	24	23	16	10	8	42	24	37	24	5	8	41	24	32	16	14	16	39	24				
Автокран	Ивановец КС-35715	192	1828	16	3749	24	1013	8	1643	16	2791	24	3973	24	2389	16	2720	24	3048	24	2205	16	2832	24	2557	24	962	8	1555	16	3984	24	3689	24	1551	16	1430	16	1950	16	3554	24	4513	24	3713	24	3177	24	1436	16	TO	-	2605	24	925	8	3551	24	3271	24	1894	16				
Автокран	Клицки КС-35719-1-02	300	4131	24	3594	24	4414	16	4780	24	2744	16	2764	16	4657	24	1267	8	2914	16	3120	16	4214	24	382	8	3903	16	731	8	4136	24	832	8	763	8	1998	8	1005	8	2442	16	6053	24	2423	16	2329	16	4390	24	808	8	4380	24	3167	16	3540	16	2744	16	4933	24				
Автовышка	Камаз ПСС-141.189-7,5 (АПМ-18)	3,5	25	8	29	16	37	16	55	24	68	24	23	8	12	8	54	24	20	8	30	16	34	16	32	8	54	24	34	16	36	16	70	24	39	16	65	24	46	24	39	24	27	16	9	8	30	16	6	8	17	8														

Таблица А.13 - Фактические объемы работ за май 2020 года

Номер группы		Пг	Число месяца																																																													
Название НТТМ	Марка		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																															
Первая группа			м³/ч	Объем работ, Q	Часы работы, Q																																																											
Эксплуататор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	89	8	126	8	157	8	78	8	241	16	360	16	539	24	200	16	426	24	211	16	161	8	248	16	380	24	464	24	453	24	272	16	388	24	533	24	106	8	206	16	181	8	502	24	291	16	221	16	335	16	6	8	185	16	129	8	412	24	59	8	465	24
Эксплуататор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	89	8	328	16	302	16	352	16	243	16	341	16	228	16	356	16	390	24	388	24	311	16	218	16	330	16	493	24	357	16	458	24	570	24	400	24	319	16	201	16	504	24	393	24	337	16	367	16	347	16	506	24	355	16	360	16	394	24	487	24	411	24
Эксплуататор	CATERPILLAR 349D2	104	910	16	1236	24	1302	24	1166	24	1439	24	662	16	921	16	814	16	675	16	446	8	523	8	404	8	862	16	1574	24	1409	24	511	8	1200	24	185	8	649	16	1499	24	1502	24	437	16	PEM	8	274	8	804	16	1184	24	1191	24	1483	24	1248	24	658	16	470	8
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	2491	16	2797	16	4122	16	261	8	4150	16	4579	24	956	8	5144	24	5793	24	4099	16	811	8	4428	16	1583	8	3790	16	5265	24	4031	16	3879	16	3173	16	1257	8	4680	24	2686	16	6598	24	1418	16	2510	16	3611	16	2350	16	431	8	4326	16	2083	8	4074	16		
Грейдер	ДЗ 122	55	1150	24	750	16	803	16	302	8	1032	24	1002	24	152	8	538	16	587	16	505	16	1222	24	359	8	339	8	1115	24	968	24	1198	24	560	16	691	16	22	8	94	8	1023	24	1026	24	563	16	35	8	101	8	558	16	877	16	1132	24	283	8	75	8	1315	24
Эксплуататор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	36	8	334	16	61	8	128	8	100	8	1002	24	479	24	387	16	482	24	292	16	422	24	380	24	178	8	245	16	68	8	331	16	377	24	306	16	482	24	905	24	336	16	158	8	553	24	136	8	31	16	407	24	292	16	469	24	477	24	240	16		
Эксплуататор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	106	8	199	16	PEM	8	70	8	163	8	323	16	158	8	359	16	31	8	354	16	19	8	506	24	305	16	570	24	18	8	439	24	391	24	332	16	128	8	338	16	175	8	87	8	484	24	519	24	549	24	132	8	303	16	180	8	175	8	95	8	208	16
Эксплуататор	CATERPILLAR 336DL	85	680	16	1286	24	738	16	1247	24	913	16	TO	-	1120	24	957	24	637	16	399	8	678	16	813	16	1393	24	570	16	1406	24	192	8	732	16	676	16	899	16	441	8	1295	24	1077	24	679	16	1057	24	1292	24	655	16	991	24	356	8	690	16	902	16	1046	24
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	370	8	605	8	842	8	6834	24	2284	8	6612	24	1781	8	3528	16	3384	16	2415	8	1494	8	6641	24	7425	24	7291	24	4036	16	3111	16	4925	16	2183	8	6771	24	3955	16	6008	24	5182	24	2706	16	1418	8	4628	16	6827	24	4184	16	5527	24	2271	8	5725	24	6653	24
Грейдер	ДЗ 122	55	753	16	1129	24	786	16	562	16	1158	24	221	8	PEM	8	1221	24	1309	24	928	24	200	16	704	16	378	8	16	8	895	24	222	8	1094	24	546	16	847	16	928	24	420	8	127	8	232	8	216	8	243	8	27	8	131	8	1138	24	303	8	1309	24		
Эксплуататор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	392	24	517	24	506	24	406	24	138	8	511	24	31	8	PEM	8	310	16	220	16	200	16	656	16	26	8	326	16	289	16	340	16	139	8	274	16	495	24	35	8	395	24	208	16	26	8	128	8	239	16	150	8	27	8	214	16	96	8	261	16	305	16
Эксплуататор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	55	8	296	16	369	16	518	24	339	16	462	24	144	16	PEM	8	140	8	555	24	404	24	74	8	354	16	97	8	229	16	114	8	551	24	79	8	337	16	146	8	394	24	198	16	115	8	97	8	106	8	364	16	143	8	301	16	331	16	328	16	49	8
Эксплуататор	CATERPILLAR 320DL	51	335	16	371	16	526	24	708	24	362	16	564	24	738	24	567	24	100	8	374	16	206	16	493	24	PEM	8	904	16	301	16	479	16	292	16	291	16	509	24	524	24	384	24	194	16	618	24	51	8	510	24	221	8	293	16	518	24	494	24	675	24	325	16
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGP5	107	219	8	614	16	890	16	1053	24	774	16	1305	24	1103	24	1414	24	1001	16	528	16	811	16	1298	24	1519	24	1124	24	1129	24	1121	24	PEM	8	389	8	1182	24	676	16	908	16	1368	24	777	16	1327	24	1125	24	103	8	548	16	225	8	524	16	892	24	109	8
Грейдер	ДЗ 122	55	542	16	369	8	PEM	8	679	16	1270	24	1283	24	318	8	72	8	623	16	555	16	314	8	760	16	294	8	156	8	228	16	PEM	8	699	16	275	8	264	8	63	8	1175	24	268	8	927	24	216	8	390	8	1035	24	1065	24	638	16	1275	24	306	8		
Вторая группа			т/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																														
Автокран	Ивановец КС-35715	192	4316	24	3683	24	2806	16	425	8	3039	16	3727	24	2160	16	2834	16	1659	16	2922	16	2925	16	3149	24	3782	24	2227	16	4155	24	233	8	548	8	3591	24	2255	16	1392	8	3419	24	2138	16	1911	16	1336	8	1073	8	303	8	400	8	1352	8	2328	16	42	8	426	8
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	6634	24	3572	16	2247	8	6749	24	4134	16	TO	-	6293	24	1711	8	3059	8	1619	8	1558	24	443	8	3374	24	7015	24	5945	24	4998	24	2343	8	3598	16	3006	16	567	8	457	8	6283	24	4965	24	556	8	4178	16	4344	16	1925	8	6391	24	5836	24	5374	24		
Автовышка	Elephant-Horyung E-SKY 450	5,4	47	16	95	24	124	24	84	16	30	8	35	8	77	16	125	24	75	16	95	24	32	8	35	8	111	24	65	16	66	16	7	8	94	24	5	8	128	24	102	24	11	8	8	33	8	64	16	107	24	93	24	102	24	28	8	9	8	108	24			
Автокран	Ивановец КС-35715	192	954	8	3937	24	400	8	2836	16	3074	24	483	8	4028	24	993	8	2729	16	2756	16	3403	16	609	8	1741	16	1487	8	1259	8	4177	24	2361	16	1417	8	63	8	892	8	PEM	8	3457	24	3672	24	3472	24	2168	16	1104	8	1275	8	445	8	3691	24	913	8	3418	24
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	6190	24	253	8	5986	24	3436	16	840	8	4138	16	3497	16	6401	24	5318	24	5309	24	6297	24	6076	24	7028	24	1674	8	4380	16	TO	-	2914	16	7137	24	1674	8	7143	24	475	8	1752	8	3636	16	1533	8	3586	16	3995	16	1680	8	1614	8	4181	16	3267	16	1901	8
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.183	2,4	50	24	5	8	52	24	13	8	17	8	14	8	20	16	52	24	30	16	39																																											

Таблица А.14 - Плановые объемы работ за май 2020 года

Номер группы			Число месяца																																																															
Название НТТМ	Марка	Пг	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31																																																															
			Объем работ, Q Часы работы																																																															
Первая группа			м³/ч																																																															
Экскаватор-погрузчик	ИСКЭХ	23,5	97	8	103	8	137	8	65	8	200	16	328	16	453	24	146	16	383	24	184	16	135	8	218	16	285	24	408	24	376	24	228	16	365	24	384	24	103	8	185	16	143	8	507	24	244	16	194	16	265	16	5	8	163	16	112	8	363	24	53	8	377	24		
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСУ WB93R	24,5	77	8	328	16	242	16	278	16	219	16	239	16	201	16	292	16	328	24	283	16	196	16	297	16	399	24	296	16	325	24	490	24	360	24	325	16	173	16	449	24	322	24	280	16	312	16	305	16	400	24	288	16	306	16	398	24	394	24	440	24				
Экскаватор	САТЕРПИЛЛАР 349D2	104	746	16	1187	24	1003	24	1014	24	1209	24	569	16	728	16	611	16	601	16	450	8	439	8	327	8	767	16	1306	24	1141	24	414	8	1008	24	161	8	694	16	1064	24	1352	24	621	16	137	8	225	8	675	16	1231	24	1060	24	1290	24	998	24	586	16	423	8		
Бульдозер	САТЕРПИЛЛАР D9R	462	2043	16	2685	16	3174	16	227	8	3486	16	3938	24	755	8	3858	24	5156	24	4140	16	681	8	3587	16	1409	8	1374	8	3070	16	4265	24	3386	16	3375	16	3395	16	892	8	4212	24	2820	16	5608	24	3365	16	2108	16	3755	16	2092	16	375	8	3461	16	1854	8	3667	16		
Грейдер	ДЗ 122	55	966	24	555	16	658	16	272	8	877	24	892	24	129	8	522	16	470	16	480	16	953	24	395	8	359	8	914	24	862	24	308	24	476	24	587	16	19	8	84	8	890	24	893	24	495	16	28	8	98	8	485	16	754	16	974	24	235	8	64	8	960	24		
Экскаватор-погрузчик	ИСКЭХ	23,5	27	8	297	16	52	8	140	8	76	8	92	8	453	24	417	24	303	16	419	24	404	24	338	24	148	8	174	16	54	8	308	16	320	24	275	16	189	8	7245	24	2808	16	5407	24	5441	24	2300	16	1163	8	3888	16	7100	24	3724	16	4808	24	1817	8	5095	24	5988	24
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСУ WB93R	24,5	101	8	210	16	115	8	60	8	139	8	291	16	122	8	291	16	28	8	251	16	17	8	374	24	275	16	185	16	14	8	386	24	317	24	299	16	97	8	335	16	151	8	88	8	411	24	514	24	456	24	112	8	236	16	155	8	147	8	103	8	285	16		
Экскаватор	САТЕРПИЛЛАР 336DL	85	558	16	1235	24	668	16	1085	24	767	16	TO	-	885	24	718	24	567	16	403	8	570	16	659	16	1240	24	473	16	1139	24	156	8	615	16	588	16	962	16	313	8	1166	24	1131	24	577	16	867	24	1085	24	681	16	882	24	310	8	552	16	803	16	941	24		
Бульдозер	САТЕРПИЛЛАР D10T	521	303	8	581	8	648	8	5946	24	1919	8	5686	24	1407	8	2646	16	3012	16	2439	8	1255	8	5379	24	6608	24	6052	24	3269	16	2520	16	4137	16	1899	8	7245	24	2808	16	5407	24	5441	24	2300	16	1163	8	3888	16	7100	24	3724	16	4808	24	1817	8	5095	24	5988	24		
Грейдер	ДЗ 122	55	633	16	926	24	747	16	500	16	1239	24	285	8	206	8	1050	24	572	16	1309	24	817	24	534	16	570	16	340	8	14	8	743	24	158	8	908	24	448	16	703	16	789	24	315	8	91	8	202	8	179	8	219	8	23	8	114	8	854	24	227	8	1139	24		
Экскаватор-погрузчик	ИСКЭХ	23,5	333	24	419	24	364	24	341	24	124	8	434	24	30	8	13	8	264	16	185	16	174	16	218	16	21	8	258	16	301	16	279	16	113	8	225	16	411	24	33	8	387	24	177	16	22	8	104	8	167	16	132	8	25	8	173	16	83	8	222	16	217	16		
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСУ WB93R	24,5	48	8	326	16	306	16	430	24	302	16	476	24	168	16	69	8	125	8	433	24	428	24	61	8	333	16	82	8	185	16	103	8	485	24	72	8	303	16	130	8	351	24	172	16	97	8	69	8	91	8	291	16	116	16	288	16	266	16	44	8				
Экскаватор	САТЕРПИЛЛАР 320DL	51	275	16	356	16	405	24	616	24	304	16	485	24	583	24	425	24	89	8	378	16	234	16	539	24	341	16	252	16	244	16	388	16	245	16	253	16	545	24	372	24	526	24	204	16	925	24	452	24	428	24	230	16	261	16	451	24	395	24	601	24	293	16		
Бульдозер	САТЕРПИЛЛАР D6TLGSP	107	180	8	589	16	685	16	916	24	650	16	1122	24	871	24	1061	24	891	16	538	16	684	16	1051	24	1352	24	933	24	1236	24	1227	24	998	24	338	8	1265	24	480	16	817	16	1436	24	660	16	1088	24	945	24	107	8	488	16	196	8	419	16	1073	24	132	8		
Грейдер	ДЗ 122	55	661	16	353	8	42	8	543	16	1092	24	975	24	270	8	60	8	511	16	466	16	248	8	654	16	257	8	561	16	202	8	699	16	239	8	216	8	54	8	987	24	214	8	862	24	188	8	328	8	1014	24	948	24	632	16	1135	24	248	8						
Вторая группа			т/ч																																																															
Автокран	Ивановец КС-35715	192	3841	24	3020	24	2469	16	310	8	2218	16	3242	24	1901	16	2721	16	3019	16	2396	16	2428	16	2582	24	3404	24	1626	16	3615	24	210	8	455	8	2586	24	1894	16	1322	8	2975	24	1881	16	1567	16	1443	8	934	8	273	8	324	8	1176	8	1676	16	40	8	345	8		
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	5838	24	3822	16	2157	8	6074	24	3514	16	TO	-	5412	24	1266	8	1410	8	6299	24	315	8	2800	16	5195	24	5752	24	4934	24	5348	24	2429	8	3094	16	2645	16	556	8	370	8	5592	24	4071	24	450	8	3008	16	1559	8	1445	8	5177	24	5077	24	4729	24				
Автовышка	Elephant-Horyong E-SKY 450	5,4	40	16	67	24	88	24	84	16	24	8	30	8	66	16	102	24	61	16	83	24	27	8	31	8	99	24	71	16	53	16	5	8	84	24	5	8	99	24	90	24	11	8	6	8	34	8	32	8	54	16	95	24	81	24	86	24	25	8	8	8	88	24		
Автокран	Ивановец КС-35715	192	668	8	3346	24	424	8	2297	16	2767	24	353	8	3625	24	894	8	2265	16	3009	24	566	8	1236	16	1032	8	3676	24	2054	16	1176	8	56	8	1119	8	1005	8	2904	24	3268	24	3125	24	1583	16	1016	8	1054	8	1115	8	414	8	3322	24	767	8	2993	24				
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	6314	24	218	8	5088	24	3058	16	697	8	3435	16	2728	16	5441	24	4627	24	4672	24	5478	24	5225	24	7169	24	1490	8	3066	16	TO	-	2623	16	5924	24	1356	8	5714	24	342	8	1647	8	2763	16	1579	8	2941	16	3556	16	1411	8	1323	8	3721	16	3104	16	1673	8		
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э	2,4	42	24	4	8	44	24	11	8	12	8	17	16	49	24	24	16	30	24	36	24	47	24	25	16	26	16	31	16	9	8	8	8	43	24	57	24	8	8	38	16	24	16	7	8	34	16	31	16	25	16	22	16	49	24	18	16	11	8	45	24				
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2504	16	1944	16	503	8	2498	24	3007	24	2742	16	5035	24	2690	24	4110	24	1177	8	3638	24	1970	16	122	8	815	8	3473	24	1884	16	812	8	2611	24	2842	24	2783	24	924	8	271	8	434	8	150	8	3895	24	1857	16	2961	24	1074	8	3397	24	3010	24	1630	16		
Автокран	Клинец КС-35719-1-02	300	4583	24	1889	8	3791	16	1415	8	4778	16	5290	24	5730	24	TO	-	1634	8	3506	16	1999	16	6199	24	5144	24	3849	24	2681	16	3667	16	4911	24	7461	24	3025	16	901	8	235	8	3164	16	772	8	1852	8	3621	16	5333	24	4284	24	1077	8	763	8	284	8	4372	24		
Автовышка	КамАЗ ПСС-141.189-7,5 (АГПМ-18)	3,5	69	24	35	16	28	16	30	16	13	8	7	8	14	8	52	24	75	24	7	8	5	8	19	8	53	24	47	16	29	16	4	8	64	24	16	8	44	16	53	24	61	24	49	24	45	16	12	8	28	16	13	8	28	16	75	24								
Третья группа			м²/ч																																																															

Таблица А.15 - Фактические объемы работ за июнь 2020 года

Номер группы		П _г	Число месяца																																																														
Название НТТМ	Марка		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30				
			Объем работ, Q	Часы работы																																																													
Первая группа		м ³ /ч																																																															
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	432	24	377	24	435	24	40	8	441	24	500	24	163	8	535	24	466	24	547	24	424	24	311	16	197	16	435	24	272	16	373	24	213	16	294	16	TO	-	210	16	274	16	443	24	384	24	81	8	274	16	150	8	372	24	232	16	30	8	540	24			
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	132	8	508	24	344	16	295	16	328	16	491	24	218	16	322	16	249	16	215	16	429	24	458	24	242	16	341	16	215	16	388	24	357	16	250	16	313	16	392	24	484	24	317	16	329	16	454	24	345	16	414	24	479	24	228	16	366	16	393	24			
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	454	8	390	8	228	8	729	16	1204	16	988	16	902	16	1227	16	1168	16	1955	24	212	8	1209	16	135	8	259	8	660	8	1357	24	927	16	1319	16	1017	16	1761	24	1419	24	1269	16	1110	16	1892	24	1921	24	1302	16	1262	16	331	8	1674	24	212	8			
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	3727	16	4048	16	1580	8	5188	24	5356	24	6095	24	2929	16	4011	16	6065	24	465	8	432	8	576	8	4123	16	5899	24	5402	24	4682	16	218	8	7352	24	584	8	3424	16	5039	16	1606	8	546	8	6936	24	7553	24	3962	16	1795	8	6712	24	4039	16	3736	16			
Грейдер	ДЗ 122	55	768	16	1280	24	129	8	398	8	1101	24	1274	24	656	16	765	16	672	16	720	16	69	8	1193	24	920	24	1171	24	166	8	853	16	408	8	56	8	1092	24	342	8	427	8	645	16	514	16	893	24	320	8	879	16	390	8	171	16	1315	24	1081	24			
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	456	24	77	8	73	8	13	8	72	8	452	24	274	16	212	16	335	16	154	8	423	24	391	24	180	8	520	24	224	16	47	8	208	16	547	24	288	16	518	24	431	24	64	16	TO	-	224	16	174	8	26	8	156	8	12	8	514	24					
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	12	8	156	8	360	16	353	16	300	16	188	8	161	8	43	8	490	24	367	16	262	16	366	16	180	16	363	16	255	16	372	16	76	8	307	16	426	24	563	24	112	8	295	16	41	8	330	16	231	16	80	8	68	8	237	16	208	16					
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	181	8	1561	24	916	16	1016	16	1150	24	1458	24	607	16	1169	24	197	8	501	8	799	16	1424	24	1036	16	905	16	964	16	420	8	1102	24	854	24	PEM	-	984	16	483	8	736	16	434	8	1493	24	1288	24	1219	24	402	8	536	8	1018	16					
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	3495	16	1690	8	1929	8	4624	16	5013	16	1312	8	7407	24	2163	16	PEM	-	8432	24	7717	24	4946	16	5506	16	4008	16	6917	24	5986	24	2727	8	4098	16	3928	16	354	8	6173	24	8563	24	1239	8	6575	24	5504	16	7327	24	5036	16	7439	24	5918	24	2685	8			
Грейдер	ДЗ 122	55	930	24	403	8	879	16	584	16	682	16	122	8	887	24	205	8	569	16	440	16	140	8	440	16	552	16	330	8	1279	24	1268	24	1275	24	1008	24	510	16	743	16	1202	24	1012	24	304	8	1186	24	874	16	196	8	591	16	223	8	1035	24	402	8			
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	357	16	74	8	298	16	212	16	544	24	84	8	209	16	68	8	101	8	243	16	520	24	238	16	TO	-	284	16	486	24	338	16	336	16	40	8	320	16	519	24	373	24	195	16	97	8	34	8	245	16	410	24	39	16	110	8	102	16					
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	54	8	543	24	472	24	16	8	26	8	345	16	481	24	203	16	484	24	27	8	70	8	124	8	570	24	550	24	104	8	517	24	279	16	573	24	449	24	31	8	PEM	-	8	129	8	569	24	20	8	453	24	567	24	167	8	560	24	57	8				
Экскаватор	CATERPILLAR 320DL	51	925	24	948	24	483	16	406	16	264	8	817	24	920	24	243	8	848	24	422	16	957	24	243	16	576	24	588	16	145	8	331	16	664	24	TO	-	923	24	884	24	806	24	294	8	314	8	632	24	662	24	PEM	-	8	234	8	896	24	883	24	515	24	728	24
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGSP	107	PEM	-	8	1107	16	775	16	1716	24	479	8	1246	24	1157	16	155	8	1097	16	625	16	903	16	1123	16	1766	24	1178	16	816	16	226	8	642	16	1190	16	691	16	1638	24	1359	24	283	8	811	16	330	8	1074	16	542	8	798	16	1715	24	467	8	1682	24		
Грейдер	ДЗ 122	55	553	16	103	8	PEM	-	8	1242	24	36	8	58	8	1001	24	820	16	674	16	532	16	1223	24	1308	24	1060	24	511	16	433	8	1314	24	280	8	472	16	480	16	222	8	606	16	1164	24	900	24	1284	24	196	8	675	16	1243	24	395	8	863	16	524	16		
Вторая группа		т/ч																																																															
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2600	16	2800	16	2300	16	3350	24	3700	24	3000	16	2000	16	2450	16	2380	16	2700	16	3900	24	2850	16	2800	16	2400	16	2300	16	2800	16	3800	24	3000	16	2350	16	2350	16	4150	24	4150	24	3000	16	2900	16	3100	16	4300	24	4250	24	2500	16							
Автокран	Клиныч КС-55713-5К-3	300	927	8	5082	24	1723	8	3992	16	6210	24	2438	16	1110	8	3876	16	5430	24	1371	8	6569	24	2850	16	1892	8	5496	24	2371	8	2049	8	6867	24	5772	24	6145	24	2100	8	5428	24	4097	16	2062	8	7080	24	5455	24	665	8	4425	16	2424	16	1351	8					
Автовышка	Elephant-Honyong E-SKY 450	5,4	126	24	42	8	48	16	123	24	36	8	TO	-	115	24	41	8	65	16	23	8	28	8	41	8	81	16	89	24	88	24	56	16	39	8	67	16	94	24	65	16	43	8	114	24	37	8	38	8	89	24	14	8	24	8	61	16	35	8					
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2594	16	3358	24	4254	24	1274	8	2081	16	3781	24	4419	24	2876	24	1148	16	PEM	-	8	3311	24	2558	16	2984	16	596	8	4100	24	1307	8	3398	24	2951	16	3804	24	1829	16	777	8	433	8	432	8	2910	16	3800	24	4120	24	775	8	825	24	1163	8	3940	24	2344	16
Автокран	Клиныч КС-55713-5К-3	300	4088	16	4805	24	4111	24	PEM	-	8	5799	24	6159	24	5907	24	4486	16	7116	24	904	8	6468	24	4155	16	7028	24	6672	24	6354	24	2699	16	2529	16	6140	24	5260	24	6146	24	6809	24	2089	8	5852	24	4254	16	4348	16	5477	24	5246	24	2919	16	2453	16	3965	16		
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э	2,4	22	16	14	8	40	24	15	8	14	8	43	24	15	8	44	24	34	16	2	8	28	16	39	24	12	8	7	8	57	24	39	24	35	16</																													

Таблица А.16 - Плановые объемы работ за июнь 2020 года

Номер группы		П ₁	Число месяца																																																															
Название НТТМ	Марка		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30																																																															
			Объем работ, Q		Часы работы		Объем работ, Q		Часы работы		Объем работ, Q		Часы работы		Объем работ, Q		Часы работы		Объем работ, Q		Часы работы		Объем работ, Q		Часы работы		Объем работ, Q		Часы работы		Объем работ, Q		Часы работы																																	
Первая группа		м ³ /ч																																																																
Экскаватор-погрузчик	ИВБ 3СХ	23,5	389	24	305	24	305	24	33	8	397	24	410	24	139	8	476	24	410	24	558	24	360	24	243	16	144	16	357	24	234	16	332	24	175	16	288	16	TO	-	172	16	227	16	359	24	357	24	68	8	206	16	116	8	312	24	227	16	25	8	448	24				
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСУ WB93R	24,5	112	8	467	24	303	16	298	16	331	16	422	24	185	16	296	16	184	16	191	16	369	24	398	24	203	16	303	16	159	16	341	24	250	16	198	16	291	16	318	24	282	16	283	16	345	24	304	16	373	24	412	24	189	16	300	16	318	24						
Экскаватор	САТЕРПИЛЛАР 349D2	104	400	8	320	8	192	8	765	16	1084	16	899	16	758	16	1018	16	1016	16	1388	24	233	8	883	16	120	8	215	8	469	8	1221	24	825	16	1134	16	824	16	1567	24	1277	24	1117	16	1043	16	1362	24	1921	24	1120	16	1085	16	298	8	1423	24	148	8				
Бульдозер	САТЕРПИЛЛАР D9R	462	3280	16	3319	16	1327	8	5447	24	4820	24	5546	24	2460	16	3329	16	5277	24	330	8	475	8	420	8	3669	16	4896	24	3835	24	4214	16	194	8	6323	24	473	8	3047	24	4535	16	1413	8	513	8	4994	24	7553	24	3407	16	1544	8	6041	24	3433	16	2615	16				
Грейдер	ДЗ 122	55	684	16	896	24	112	8	354	8	859	24	1057	24	630	16	581	16	558	16	605	16	56	8	1145	24	846	24	984	24	146	8	768	16	355	8	50	8	983	24	291	8	371	8	542	16	442	16	750	24	304	8	721	16	390	8	638	16	1184	24	811	24				
Экскаватор-погрузчик	ИВБ 3СХ	23,5	328	24	73	8	59	8	11	8	61	8	375	24	236	16	180	16	318	16	347	24	344	24	148	8	380	24	122	16	41	8	192	16	465	24	248	16	394	24	358	24	258	16	TO	-	197	16	155	8	22	8	140	8	10	8	452	24								
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСУ WB93R	24,5	10	8	133	8	295	16	314	16	258	16	145	8	214	8	35	8	402	24	332	16	323	16	184	16	191	16	369	24	398	24	203	16	303	16	159	16	341	24	250	16	198	16	291	16	318	24	282	16	283	16	345	24	304	16	373	24	412	24	189	16	300	16	318	24
Экскаватор	САТЕРПИЛЛАР 336DL	85	159	8	1280	24	769	16	1067	16	1035	24	1327	24	510	16	970	24	171	8	356	8	879	16	1040	24	922	16	605	16	643	16	868	16	374	8	1281	24	935	24	259	8	886	16	425	8	692	16	312	8	1493	24	1308	24	362	8	456	8	713	16						
Бульдозер	САТЕРПИЛЛАР D10T	521	3076	16	1386	8	1620	8	4855	16	4512	16	1194	8	6222	24	2662	16	2069	8	5987	24	8489	24	1044	16	6111	16	4900	16	3327	16	4911	24	5387	24	2427	8	3524	16	3182	16	315	8	5556	24	7535	24	1165	8	4734	24	5504	16	6301	24	4331	16	6695	24	5030	24	1880	8		
Грейдер	ДЗ 122	55	772	24	334	8	756	16	456	16	580	16	106	8	807	24	172	8	484	16	312	16	123	8	196	16	146	16	290	8	1113	24	1090	24	1186	24	937	24	423	16	728	16	889	24	729	24	264	8	1067	24	708	16	176	8	520	16	172	8	932	24	350	8				
Экскаватор-погрузчик	ИВБ 3СХ	23,5	253	16	53	8	256	16	172	16	479	24	81	8	188	16	61	8	86	8	216	16	541	24	193	16	TO	-	290	16	428	24	297	16	259	16	36	8	282	16	452	24	302	24	166	16	81	8	29	8	196	16	435	24	474	24	249	16	101	8	188	16				
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСУ WB93R	24,5	44	8	440	24	453	24	14	8	28	8	283	16	366	24	201	16	421	24	24	8	54	8	88	8	553	24	451	24	94	8	419	24	246	16	567	24	479	24	131	8	111	8	467	24	15	8	408	24	493	24	458	24	145	8	476	24	44	8						
Экскаватор	САТЕРПИЛЛАР 320DL	51	814	24	777	24	606	16	426	16	238	8	743	24	773	24	202	8	738	24	300	16	1053	24	309	16	806	24	488	16	103	8	591	24	TO	-	748	24	787	24	725	24	259	8	295	8	615	24	894	24	323	16	201	8	806	24	751	24	510	24						
Бульдозер	САТЕРПИЛЛАР D6TLG9S	107	422	8	908	16	461	16	1802	24	431	8	1134	24	772	16	129	8	954	16	444	16	993	16	856	16	1572	24	978	16	579	16	203	8	571	16	1023	16	560	16	1458	24	723	24	249	8	762	16	238	8	1074	16	466	8	686	16	1544	24	397	8	1177	24				
Грейдер	ДЗ 122	55	586	16	181	8	19	8	1366	24	30	8	54	8	811	24	640	16	499	16	543	16	1101	24	1138	24	933	24	434	16	329	8	1169	24	249	8	368	16	432	16	182	8	515	16	1234	24	810	24	1130	24	263	8	581	16	1019	24	316	8	716	16	451	16				
Вторая группа		т/ч	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30																																																															
Автокран	Ивановец КС-35715	192	1950	16	2436	16	1748	16	2680	24	3145	24	2640	16	1640	16	2034	16	1999	16	2241	16	2622	16	2380	16	2544	16	1752	16	1886	16	2464	16	3344	24	2430	16	1810	16	2256	16	3486	24	3528	24	2430	16	2436	16	2511	16	2741	16	3655	24	3698	24	2700	16						
Автокран	Клиницы КС-5713-5К-3	300	779	8	4167	24	1447	8	3513	16	6583	24	2048	16	966	8	2829	16	5267	24	1440	8	5715	24	2223	16	1665	8	5881	24	2134	8	1475	8	6524	24	4906	24	4878	24	1848	8	4505	24	3523	16	1567	8	4956	24	4637	24	592	8	3894	16	2060	16	1162	8						
Автовышка	Elephant-Hoyong E-SKY 450	5,4	126	24	35	8	51	16	106	24	26	8	TO	-	102	24	36	8	52	16	19	8	23	8	36	8	72	16	74	24	80	24	49	16	28	8	37	16	69	24	56	16	36	8	41	8	99	24	33	8	89	24	12	8	19	8	52	16	28	8						
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2101	16	2418	24	3531	24	1083	8	1706	16	3214	24	4817	24	3654	24	1469	16	347	8	2847	24	2302	16	747	16	530	8	3567	24	1372	8	3670	24	2331	16	3271	24	1518	16	3622	24	2066	16	3116	24	4450	24	4420	24	3428	24	1047	8	3428	24	1875	16						
Автокран	Клиницы КС-5713-5К-3	300	3638	16	4325	24	4757	24	807	8	5103	24	4989	24	5139	24	3634	16	6120	24	814	8	4592	24	3490	16	6536	24	5271	24	5592	24	2375	16	2226	16	5096	24	4471	24	5163	24	6673	24	1504	8	6262	24	3446	16	3913	16	4128	24	4616	24	2744	16	1717	16	3925	16				
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э	2,4	19	16	11	8	35	24	13	8	12	8	37	24	11	8	39	24	29	16	2	8	23	16	39	24	9	8	6	8	49	24	35	24	30	16	17	16	36	16	31	24	13	8	21	16	41	24	52	24	31	16	23	16	7	8	32	16	12	8	5	8				
Автокран	Ивановец КС-35715	192	406	8	600	8	483	8	2727	16	620	8	2608	24	2273	1																																																		

Таблица А.17 - Фактические объемы работ за июль 2020 года

Номер группы		Число месяца																																																																						
Название НТМ	Марка	П _т	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31																																																																					
			Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы	Объем работ, Q	Часы работы																																				
Первая группа		м ² /ч																																																																						
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	246	16	228	16	282	16	121	8	506	24	503	24	496	24	38	8	383	24	391	24	251	16	507	24	377	24	152	8	296	16	43	8	385	24	205	16	427	24	530	24	477	24	196	16	488	24	462	24	425	24	351	16	362	16	65	8	509	24	549	24	505	24								
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	TO	-	330	16	461	24	451	24	345	16	263	16	445	24	321	16	337	16	248	16	327	16	416	24	343	16	443	24	323	16	440	24	546	24	227	16	549	24	219	16	514	24	265	16	450	24	469	24	316	16	434	24	324	16	555	24	217	16	232	16	222	16								
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	1056	16	1227	16	1309	16	416	8	1974	24	629	8	402	8	1376	24	885	16	995	16	1012	16	1174	16	1912	24	239	8	622	8	1408	24	277	8	472	8	1438	24	1913	24	303	8	1528	24	532	8	1215	16	840	16	1821	24	1502	24	1532	24	856	16	659	8										
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	6301	24	3680	16	7553	24	3655	16	5180	24	3230	16	3328	16	6443	24	3606	16	3580	16	6510	24	3925	16	7705	24	4605	16	7181	24	2680	16	6088	24	4376	16	3785	16	2353	8	5603	24	3767	16	PEM	8	6992	24	4732	16	6619	24	4285	16	1599	8	1520	8	1117	8	4499	16								
Грейдер	ДЗ 122	55	1221	24	606	16	1189	24	1079	24	1150	24	453	16	1312	24	381	8	691	16	245	8	60	8	359	8	1298	24	1146	24	387	8	876	16	1207	24	934	24	931	24	227	8	PEM	8	1005	24	TO	-	1036	24	64	8	194	8	474	16	229	8	794	16	658	16	847	16								
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	269	16	143	8	495	24	159	8	226	16	158	8	191	16	103	8	365	16	239	16	220	16	300	16	386	24	290	16	38	8	505	24	135	8	393	24	227	16	490	24	91	8	61	8	397	24	48	8	403	24	410	24	199	16	PEM	8	446	24	251	16										
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	425	24	134	8	309	16	235	16	523	24	TO	-	346	16	305	16	150	8	60	8	545	24	161	8	147	8	351	16	167	8	467	24	200	16	556	24	144	8	276	16	569	24	509	24	332	16	38	8	73	8	252	16	311	16	44	8	382	16												
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	167	8	527	8	916	16	775	16	908	16	1041	16	575	16	1126	24	1584	24	1443	24	1303	24	756	16	683	16	288	8	1309	24	1259	24	451	8	1059	24	1522	24	1162	24	1496	24	907	16	1132	24	458	8	725	16	412	8	1087	16	685	16	1326	24												
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	204	8	TO	-	6676	24	1095	8	6711	24	7574	24	3446	16	6479	24	1845	8	1288	8	5706	16	8073	24	8612	24	2375	8	1131	8	5712	16	2222	16	PEM	8	6869	24	8002	24	5600	16	5050	16	2103	8	5878	24	1839	8	626	8	7348	24	800	8	8389	24	872	16										
Грейдер	ДЗ 122	55	752	16	1010	24	454	16	809	16	384	8	238	8	555	16	TO	-	967	24	396	8	279	8	1286	24	689	16	246	8	279	8	1286	24	655	16	246	8	60	16	1287	24	1242	24	172	8	438	8	776	16	735	16	162	8	1010	24	1203	24	1074	24	874	16	908	16	1089	24	635	16	699	16	761	16
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	PEM	8	88	8	313	16	61	8	190	16	107	8	382	24	106	8	506	24	546	24	456	24	11	8	314	16	488	24	495	24	453	24	375	24	140	8	531	24	16	8	29	8	402	24	196	16	243	16	273	16	90	8	528	24	95	8	382	24	148	8	455	24								
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	192	16	282	16	303	16	240	16	233	16	560	24	214	16	363	16	261	16	404	24	392	24	313	16	230	16	489	24	333	24	30	8	PEM	8	61	8	267	16	311	16	261	16	199	16	199	16	TO	-	352	16	454	24	471	24	304	16	239	16	246	16	270	16	500	24						
Экскаватор	CATERPILLAR 320DL	54	661	24	337	16	928	24	482	16	974	24	293	8	467	16	828	24	969	24	328	8	784	24	670	24	PEM	8	423	16	564	16	361	16	402	16	225	8	625	16	695	24	411	16	377	16	952	24	499	16	479	16	360	16	346	16	318	8	343	16	222	8	192	8								
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGPS	107	1652	24	707	16	842	16	1368	24	929	16	1076	16	698	16	TO	-	640	16	353	8	894	16	826	16	1183	16	1176	16	1116	16	322	8	488	8	811	16	902	16	240	8	1298	24	PEM	8	395	8	1468	24	1360	24	808	16	1787	24	1481	24	1587	24	762	16										
Грейдер	ДЗ 122	55	1057	24	596	16	1172	24	1283	24	1164	24	1306	24	204	8	403	8	948	24	556	16	PEM	8	1303	24	1139	24	TO	-	1242	24	1086	24	1001	24	396	8	386	8	1074	24	973	24	316	8	1243	24	PEM	8	280	8	1074	24	844	16	908	16	1089	24	635	16	699	16	761	16						
Вторая группа		т/ч																																																																						
Автокран	Ивановец КС-35715	192	3508	24	4438	24	3737	24	3708	24	2799	16	2602	16	1511	8	1729	16	1067	8	4138	24	3067	16	3332	24	3394	24	1210	8	783	8	2330	16	993	8	2677	16	1070	8	147	8	3752	24	562	8	1942	16	1642	16	1560	16	3980	24	604	8	1473	8	3357	24	4374	24										
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	4450	16	1540	8	170	8	4534	16	5273	24	3060	16	1005	8	3398	16	738	8	5012	24	6113	24	1967	8	87	8	7030	24	6578	24	3862	16	374	8	4983	24	198	8	2701	16	6005	24	1465	8	3420	16	192	8	2303	8	3467	16	2927	16	4989	24	5753	24	617	8										
Автовышка	Elephant-Horyong E-SKY 450	5400	18604	16	1645	8	69029	16	108541	24	82773	16	122666	24	95618	24	62668	16	87900	24	109811	24	86929	24	102167	24	69450	16	88118	24	81474	16	115615	24	14683	8	25763	24	17197	16	121354	24	117711	24	88095	24	59625	16	69300	16	31751	8	76482	16	103031	24	62866	16	43705	16	33828	8	43804	16								
Автокран	Ивановец КС-35715	192	1645	16	1645	16	1118	8	3613	24	581	8	4116	24	2439	16	4393	24	4107	24	4081	24	948	8	4188	24	1594	16	779	8	2657	16	2427	16	1732	16	3475	24	3768	24	3623	24	2732	16	1898	16	602	8	3786	24	1496	8	2329	16	3662	24	2109	16	4482	24	1534	8	3779	24								
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	3558	16	6255	24	6238	24	6148	24	5899	24	2951	16	2455	16	5474	24	3801	16	2513	16	5525	24	3469	16	6622	24	4330	16	1794	8	4555	16	2567	16	1537	8	5474	24	1054	8	3880	16	6316	24	4538	16	5105	24	2748	16	2929	16	3256	16	1176	8	2938	16	4891	24	2346	8								
Автовышка	ГАЗ ПСС-131-189	2400	3527	16	26761	16	22708	16	41956	24	54162	24	22225	16	6502	8	34704	16	25261	16	35553	16	47983	24	32890	16	48588	24	8787	8	11208	8	31263	16	9683	8	36309	16	21126	16	37535	16	61610	16	44509	24	45175	24	7297	8	8059	8	TO	-	5576	8	29464	16	28607	16	44576	24	49123	24								
Автокран	Ивановец КС-35715	192	864	8	1634	16	4363	24	2548	16	2274	16	1207	8	2200	16	1074	8	3786	24	PEM	8	1672	16	2286	16	1376	8	529	8	2238	16	3249	24	626	8	703	8	2169	16	2259	16	657	8	4596	24	597	8	316	8	2320	16	499	8	4498	24	1726	16	1192	8	863	8	3505	24								
Автокран	Клинец КС-35719-1-02	300	6615	24	2610	16	1012	8	4940	24	1050	8	1235	8	6151	24	5063	24	6394	24	5231	24	7008	24	433	8	2137	8	761	8	4278	16	2834	16	4544	24	PEM	8	1987	8	1241	8	2159	8	5579	24	972	8	3563																							

Таблица А.18 - Плановые объемы работ за июль 2020 года

Table with columns: Номер группы, Название НТТМ, Марка, Пт, м³/ч, Число месяца (1-31), and rows for various equipment types like экскаватор-погрузчик, бульдозер, дорожная фреза, автокран, автогудронатор, etc.

Таблица А.19 - Фактические объемы работ за август 2020 года

Table with columns: Номер группы, Название НТМ, Марка, Пт, Число месяца (1-31), м³/ч, and various work volume metrics. The table is organized into six groups (Первая, Вторая, Третья, Четвертая, Пятая, Шестая) and lists numerous equipment types like excavators, bulldozers, and graders with their respective brands and monthly work volumes.

Таблица А.20 - Плановые объемы работ за август 2020 года

Номер группы			Число месяца																																																													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																															
Название НТТМ	Марка	P _т м³/ч	Объем работ, Q	Часы работы																																																												
			Первая группа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																														
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	434	24	373	24	349	16	280	16	42	8	328	24	169	16	36	8	93	8	339	16	446	24	252	16	83	8	166	16	393	24	291	24	499	24	417	24	399	24	148	8	208	16	224	16	381	24	193	16	395	24	237	16	133	8	156	16	204	16	85	8	422	24
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСУ WB93R	24,5	95	8	463	24	392	24	333	24	339	16	183	16	353	24	281	16	403	24	182	16	337	24	234	16	294	16	257	16	219	16	332	24	494	24	306	16	257	16	372	24	280	24	374	16	207	16	233	16	287	16	317	16	232	16	280	16	239	16	195	16	536	24
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	1073	24	363	8	1097	24	1365	24	1302	24	248	8	684	16	982	16	1441	24	595	8	272	8	1144	16	946	16	814	16	940	16	764	16	176	8	788	16	1654	24	315	8	1447	24	129	8	1210	24	286	8	1310	16	947	16	483	8	TO	-	1319	24	186	8	1637	24
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	6113	24	3060	16	1292	8	4294	24	4636	24	855	8	6047	24	982	16	3906	16	885	8	6077	24	4460	16	2429	16	2618	16	6298	24	2239	16	5380	24	3372	16	4631	24	6905	24	5136	16	1694	8	5523	16	962	8	515	8	349	8	1656	8								
Грейдер	ДЗ 122	55	956	24	384	8	140	8	276	8	1036	24	977	24	694	16	477	16	70	8	616	16	120	8	1045	24	2621	8	936	24	241	8	569	16	137	8	702	16	775	24	1086	24	657	16	252	8	981	24	1017	24	1282	24	434	16	34	8	136	8	927	24	284	8	181	8
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	221	16	114	8	297	16	277	16	87	8	272	16	104	8	426	24	308	16	359	24	100	8	199	16	389	24	221	16	242	16	365	24	166	16	315	24	390	24	31	8	422	24	12	8	480	24	291	16	234	16	195	16	38	8	39	8	294	16	264	16		
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСУ WB93R	24,5	91	8	383	24	146	8	134	8	408	24	470	24	402	24	203	16	591	24	269	16	196	16	108	8	139	16	344	24	122	8	35	8	105	8	401	24	326	16	232	16	480	24	445	24	194	16	172	16	291	16	288	16	286	24	77	8	240	16	38	8		
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	855	16	564	16	727	16	674	16	1083	24	567	16	390	8	459	8	1145	24	230	8	477	8	205	8	425	8	854	16	993	24	858	16	601	16	888	16	607	16	TO	-	695	16	748	16	929	16	545	8	485	16	1266	24	525	16	612	16	588	16	637	16		
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	5147	24	6224	24	2763	16	2282	16	3098	16	1399	8	177	8	495	8	3791	16	6808	24	4577	16	670	8	5597	24	828	8	1337	8	1560	8	5436	24	3421	16	4413	16	1546	8	6226	24	116	8	2654	16	3032	16	6675	24	5330	24	7379	24	5191	16	3883	16	2829	16	587	16
Грейдер	ДЗ 122	55	442	16	852	24	646	16	1008	24	609	16	853	24	1045	24	250	8	163	8	295	8	978	24	494	16	280	8	348	8	360	8	614	16	18	8	369	16	526	16	532	16	126	8	798	24	139	8	775	24	628	16	1032	24	839	24	441	16	745	24	576	24		
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	53	8	390	24	313	16	131	8	329	16	198	16	225	16	65	8	123	8	276	16	275	24	144	8	113	8	94	8	257	16	450	24	305	24	455	24	226	16	93	8	178	16	143	8	397	24	175	8	146	8	287	16	111	24	294	16	33	8	94	8	341	24
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСУ WB93R	24,5	411	24	310	16	433	24	342	16	46	8	187	16	172	16	48	8	208	16	268	16	199	16	141	8	73	8	88	8	358	16	256	16	384	24	418	24	385	24	301	16	495	24	431	24	203	16	334	16	503	24	251	16	200	16	118	8	290	24	426	24	441	24
Экскаватор	CATERPILLAR 320DL	51	515	16	881	24	220	8	588	24	221	8	462	16	747	24	580	16	327	16	653	24	613	24	281	8	640	24	580	24	170	8	483	16	363	16	310	16	250	8	136	8	774	24	696	24	732	24	743	24	542	16	696	24	394	16	187	8	862	24	435	16	579	24
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGPS	107	999	24	70	16	317	8	837	16	1204	24	304	8	232	8	1143	16	1207	16	1009	16	619	16	522	8	649	16	376	8	1455	24	1264	24	453	8	1226	24	1365	24	514	8	835	16	122	8	1253	24	164	8	1115	16	1375	24	642	16	1180	24	803	16	330	8	1000	16
Грейдер	ДЗ 122	55	1051	24	694	16	804	24	1118	24	275	8	658	16	520	16	585	16	732	24	84	8	1217	24	1091	24	217	8	210	8	636	24	190	8	403	16	293	8	348	8	1027	24	728	24	485	16	512	16	593	16	224	8	303	8	185	8	1020	24	318	8	268	8	817	24
Вторая группа			т/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																														
Автокран	Ивановец КС-35715	192	308	8	2744	24	1268	8	689	8	1541	16	2472	16	1969	16	1406	8	4509	24	3366	24	3476	24	TO	-	1938	16	3961	24	1177	8	2402	16	1532	16	1130	8	2368	16	1960	16	520	8	1561	16	3392	24	226	8	209	8	205	8	1996	16	1363	16	848	8	3023	24	1077	8
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	395	8	3165	16	3654	16	4399	16	6935	24	221	8	5622	24	1928	8	1809	8	4917	24	2911	16	192	8	1506	8	316	8	1395	8	1928	16	2103	16	2551	16	3134	16	5875	24	2696	16	31	8	2981	16	46	8	6238	24	4913	24	3323	16								
Автовышка	Elephant-Horyong E-SKY 450	5400	19436	8	110258	24	541	8	94707	24	57899	16	12265	8	21342	8	48590	16	79041	24	5240	8	72229	16	66946	16	75363	24	78391	24	58419	16	14284	8	24190	8	102461	24	65766	16	106329	24	826	8	58010	16	68572	16	100333	24	72906	16	34668	8	13626	8	53739	16	43069	16	49288	16	89490	24
Автокран	Ивановец КС-35715	192	458	8	599	8	1033	8	3617	24	799	8	1523	16	1554	16	2925	24	353	8	1281	16	TO	-	2926	24	2090	16	2555	24	4464	24	1997	16	3731	24	1763	16	4431	24	1161	8	500	8	1518	16	832	8	2886	24	1091	8	734	8	198	8	1889	16	1453	16	1478	16	1755	16
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	1932	8	160	8	6004	24	673	8	6695	24	5535	24	2058	16	572	8	2805	16	7117	24	3785	16	2518	16	5964	24	4662	24	518	8	473	8	1550	8	560	8	3072	16	3390	16	4083	16	5261	24	3737	16	4264	24	6090	24	5278	24	3284	16	909	8	4714	24	3059	16	5024	24
Автовы																																																																

Таблица А.22 - Плановые объемы работ за сентябрь 2020 года

Номер группы		Число месяца																																																												
Название НТТМ	Марка	П _г	1																																																											
			Объем работ, Q	Часы работы																																																										
Первая группа		м³/ч																																																												
Экскаватор-погрузчик	ЖСВ ЗСХ	23,5	303	24	221	16	112	8	25	8	114	8	428	24	262	16	197	16	117	8	185	16	369	24	411	24	209	16	411	24	304	16	373	24	346	24	212	16	283	16	65	8	122	8	309	16	566	24	434	24	197	16	117	8	100	8	322	24	295	16	TO	-
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСU WB93R	24,5	361	24	379	24	357	24	294	16	432	24	314	16	319	16	344	24	327	16	502	24	472	24	330	16	343	16	147	16	471	24	180	16	341	24	284	16	448	24	201	16	409	24	305	16	566	24	183	16	198	16	410	24	166	16	331	16	291	16	496	24
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	246	8	442	8	347	8	646	8	667	8	262	8	992	16	981	16	398	8	1011	16	1198	16	1528	24	1509	24	1310	24	579	8	1464	24	310	8	1222	24	154	8	376	8	1208	24	905	16	617	16	852	16	574	16	1233	16	1507	24	130	8	617	16	1145	16
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	2634	16	5039	24	895	8	5450	24	4447	16	6234	24	6189	24	309	8	2535	16	4639	24	7167	24	4595	16	1128	8	6074	24	4586	16	5650	24	3451	16	2602	16	1292	8	3637	16	3004	16	829	8	3762	16	313	8	113	8	5081	24	5621	24	674	8	6448	24	1829	8
Грейдер	ДЗ 122	55	583	16	257	8	1046	24	502	16	217	8	462	16	284	8	286	8	337	8	817	24	901	24	948	24	246	16	370	8	40	8	837	24	472	16	165	8	372	8	109	8	512	16	712	16	637	16	745	16	887	24	256	8	895	24	507	16	599	16	432	16
Экскаватор-погрузчик	ЖСВ ЗСХ	23,5	46	8	162	16	139	8	325	24	TO	-	210	16	121	8	183	16	417	24	383	24	208	16	195	16	26	8	289	16	111	8	471	24	399	16	436	24	234	16	242	16	53	8	275	16	378	24	373	24	211	16	151	8	206	16	223	16	200	16	287	16
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСU WB93R	24,5	288	16	351	16	121	8	269	16	115	8	47	8	545	24	127	8	223	16	9	8	151	8	285	16	443	24	192	16	298	16	465	24	366	24	430	24	369	24	316	16	411	24	131	8	79	8	121	8	367	24	358	16	287	16	62	8	262	16	309	24
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	114	8	327	8	227	8	586	16	272	8	318	8	432	8	376	8	285	8	408	8	1061	16	168	8	745	16	445	8	991	24	783	16	565	16	666	16	176	8	201	8	973	24	1290	24	1236	24	437	16	345	8	445	16	796	16	144	8	980	24		
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	3722	16	758	8	4868	24	4111	16	4034	16	5165	24	6660	24	3771	16	830	8	4076	16	310	8	4081	16	6591	24	4391	16	2513	8	5467	24	1036	8	3703	16	7444	24	4133	16	2527	8	1407	8	5583	24	5409	24	1546	8	2121	8	445	16	799	24	7018	24	2267	8
Грейдер	ДЗ 122	55	727	16	1104	24	1087	24	592	16	579	16	333	8	734	24	15	8	537	16	176	8	1125	24	425	16	359	16	322	8	110	8	234	8	395	16	722	16	1012	24	1078	24	365	8	206	8	157	8	179	8	901	24	144	8	238	8	771	24	1060	24	250	8
Экскаватор-погрузчик	ЖСВ ЗСХ	23,5	31	8	45	8	76	8	263	16	240	16	114	8	421	24	266	16	144	8	444	24	332	24	41	8	124	8	361	24	78	8	358	24	446	24	329	24	263	16	436	24	399	24	93	8	132	8	111	8	148	16	TO	-	471	24	338	24	321	16	496	24
Экскаватор-погрузчик	КОМАТСU WB93R	24,5	34	8	361	24	221	16	402	24	441	24	153	8	292	16	578	16	331	24	91	8	506	24	192	16	241	16	329	24	439	24	76	8	437	24	390	24	26	8	443	24	334	24	185	16	43	8	264	16	38	8	261	16	126	8	453	24	208	16	187	16
Экскаватор	CATERPILLAR 320DL	51	337	16	362	16	480	16	993	24	TO	-	265	8	368	16	571	24	765	24	593	24	566	16	443	16	540	16	262	8	726	24	475	16	482	16	770	24	554	16	134	8	215	8	779	24	342	16	745	24	338	16	344	16	650	24	632	24	190	8	256	8
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGFS	107	152	8	984	24	253	8	1175	16	1078	16	380	8	825	16	1445	24	817	16	1040	24	1496	24	674	16	1333	24	1405	24	1010	16	1039	24	711	16	1286	24	606	16	1126	24	455	8	1369	24	463	8	1133	24	1086	24	766	16	487	16	787	16	972	16	749	16
Грейдер	ДЗ 122	55	803	24	499	16	1020	24	67	8	57	8	305	8	221	8	335	8	203	8	936	24	927	24	761	16	763	24	186	8	376	16	226	8	732	16	510	16	636	16	73	8	948	24	436	16	790	16	230	8	831	24	887	24	220	8	84	8	522	16		
Вторая группа		т/ч																																																												
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2808	16	2884	16	2001	16	2814	24	2997	24	2550	16	1680	16	2132	16	2118	16	2295	16	3003	24	2024	16	2184	16	1872	16	2064	16	2392	16	2436	16	3078	24	2520	16	1998	16	1974	16	3362	24	3735	24	2160	16	2349	16	3069	16	2646	16	3483	24	3443	24	2400	16
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	5397	24	2598	16	1042	8	977	8	6177	24	877	8	2248	16	857	8	5197	24	1785	8	2638	16	4677	24	5102	24	2165	8	6121	24	3281	16	TO	-	1778	8	2608	16	5912	24	962	8	7354	24	762	8														
Автовышка	Elephant-Honyong E-SKY 450	5400	33459	8	80761	24	116479	24	7890	8	68077	16	67302	16	63577	16	101748	24	74124	24	57110	16	123468	24	79362	24	110790	24	29401	8	11752	8	1214	8	27504	8	3615	8	12361	8	131841	24	77045	24	9215	8	97768	24	10350	8	100193	24	27056	8	80110	16	32638	8	9364	8		
Автокран	Ивановец КС-35715	192	847	8	1248	8	1438	8	512	8	1454	16	733	8	2546	16	1624	16	894	8	2146	16	3470	24	267	8	1349	16	3077	24	325	8	1263	16	1569	16	2141	16	3078	24	2266	16	2001	16	2814	24	1040	8	2296	16	80120	24	3414	24	3662	24						
Автокран	Клинец КС-55713-5К-3	300	3216	16	1695	8	2023	16	2353	16	4238	24	4190	16	3265	16	4652	24	4686	24	6201	24	1274	8	2372	16	3482	16	4103	16	4630	16	654	8	5069	24	1140	8	2232	16	1509	8	5131	24	5003	24	5121	24	TO	-	3968	16	2087	8	4299	24	3260	16	4593	24	881	8
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э	2400	7701	8	20130	16	41423	24	7228	8	4837	8	48865	24	31283	16	3128	8	51688	24	8160	8	13391	8	22575	24	45061	24	17062	16	35574	24	3836	8	30538	16	52270	24	35683	24	42814	24	1008	8	38648	24	564	8	26130	16	15376	16	24109	16	47559	24	18555	16	12358	8	35852	24
Автокран	Ивановец КС-35715	192	2758	24	1875	16	667	8	3865	24	1689	16	359	8	1448	16	348	8	1997	16	1572	16	2326	24	835	8	3333	24	343	8	1116	8	426	8	1223	8	3579	24																								

Таблица А.23 - Фактические объемы работ за октябрь 2020 года

Номер группы		P _т	Число месяца																																																															
Название НТТМ	Марка		Число месяца																																																															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																	
Первая группа		м ³ /ч	Объем работ, Q	Часы работы																																																														
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	539	24	92	8	410	24	459	24	98	8	241	16	400	24	454	24	241	16	373	24	341	16	295	16	469	24	52	8	92	8	504	24	237	16	464	24	510	24	457	24	126	8	388	24	80	8	101	8	212	16	536	24	305	16	287	16	270	16	363	16	428	24	385	24
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	365	16	288	16	355	16	527	24	509	24	229	16	513	24	312	16	534	24	411	24	513	24	524	24	252	16	447	24	467	24	265	16	220	16	292	16	238	16	352	16	331	16	418	24	521	24	212	16	536	24	305	16	287	16	270	16	363	16	428	24	385	24		
Экскаватор	CATERPILLAR 349D2	104	921	16	1804	24	1664	24	1134	16	1923	24	975	16	314	8	1965	24	1862	24	839	16	1900	16	1337	24	458	8	1933	24	1555	24	516	8	1955	24	701	16	1991	24	828	16	903	16	164	8	594	8	745	16	1597	24	841	16	PEM	8	774	16	907	16	1242	16				
Бульдозер	CATERPILLAR D9R	462	5321	24	5739	24	4870	16	4486	16	980	8	4790	16	2819	16	16	PEM	8	5607	24	2864	16	1500	8	6299	24	3876	16	990	8	5845	24	3194	16	3549	16	4551	16	4818	16	4816	16	6041	24	1691	8	3059	16	4761	16	3316	16	351	8	2231	8	5967	24	3567	16	3099	16	4061	16	
Грейдер	ДЗ 122	55	674	16	762	16	887	24	673	16	255	8	TO	-	593	16	119	8	789	16	965	24	978	24	620	16	131	8	103	8	1012	24	1107	24	890	24	148	8	114	8	674	16	1046	24	1181	24	355	8	834	16	764	16	863	16	1052	16	567	16	995	24	1145	24	1041	24		
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	308	16	261	16	337	16	82	8	396	24	531	24	136	8	86	8	510	24	318	16	550	24	203	16	444	24	412	24	274	16	21	8	207	16	295	16	122	8	466	24	23	8	397	24	118	8	229	16	74	8	218	16	103	8	457	24	146	8	178	8	521	24		
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	318	16	566	24	442	24	268	16	165	8	44	8	TO	-	241	16	120	8	362	16	150	8	369	16	306	16	393	24	317	16	57	8	180	8	218	16	86	8	90	8	78	8	181	8	413	24	554	24	546	24	165	8	536	24	100	8	237	16	277	16				
Экскаватор	CATERPILLAR 336DL	85	526	8	420	8	1237	24	1352	24	429	8	564	16	131	8	1509	24	1080	16	1502	24	1325	24	366	8	735	16	281	8	592	16	310	8	1286	24	499	8	1006	16	368	8	523	8	1368	24	1377	24	1551	24	994	16	146	8	1200	24	1083	16	463	8	959	16	391	8		
Бульдозер	CATERPILLAR D10T	521	3194	16	6321	24	5504	16	2566	8	8463	16	1963	8	1696	8	8016	24	2215	8	7318	24	593	8	8463	24	7937	24	5922	24	5071	16	2086	8	1742	8	6351	24	PEM	8	4059	16	4531	16	7375	24	8043	24	4030	16	4983	16	8254	24	7947	24	3846	16	TO	-	3644	16	4634	16		
Грейдер	ДЗ 122	55	154	8	891	24	168	8	936	24	590	16	720	16	515	16	361	8	428	8	591	16	1107	24	1002	24	902	24	322	16	100	8	PEM	8	1120	24	1309	24	594	16	627	16	679	16	1297	24	363	8	1060	24	1193	24	431	8	279	8	890	24	615	16	581	16	265	8		
Экскаватор-погрузчик	JCB 3CX	23,5	429	24	520	24	160	8	337	16	515	24	359	16	357	16	236	16	479	24	69	8	94	8	295	16	272	16	60	8	285	16	278	16	72	8	361	16	415	24	121	8	471	24	324	16	452	24	431	24	26	8	9	8	PEM	8	232	16	441	24	505	24	242	16		
Экскаватор-погрузчик	KOMATSU WB93R	24,5	255	16	381	16	176	8	169	8	148	8	235	16	566	24	404	24	403	24	199	16	549	24	326	16	TO	-	434	24	239	16	545	24	397	24	82	8	394	24	467	24	90	8	108	8	403	24	54	16	PEM	8	485	24	377	16	421	24	391	24	113	8	67	8		
Экскаватор	CATERPILLAR 320DL	51	387	16	493	16	347	16	472	16	128	8	240	8	811	24	299	8	442	16	341	16	541	16	473	16	535	16	507	16	847	24	548	16	833	24	854	24	132	8	636	24	PEM	8	981	24	204	8	872	24	540	16	494	16	521	16	785	24	757	24						
Бульдозер	CATERPILLAR D6TLGPS	107	1583	24	558	8	454	8	1136	16	1151	16	676	16	193	8	143	8	1250	24	PEM	8	804	16	1349	24	1111	16	127	8	1562	24	443	8	661	16	436	8	983	16	582	8	1361	24	1304	24	1598	24	269	8	217	8	1023	16	374	8	547	8	1669	24	741	16	767	16		
Грейдер	ДЗ 122	55	92	8	1010	24	562	16	1026	24	413	8	360	8	175	8	690	16	57	8	1042	24	625	16	301	8	1119	24	327	8	1250	24	815	16	693	16	299	8	720	16	623	16	1174	24	132	8	414	8	702	16	187	8	836	16	1203	24	502	16	423	16	PEM	8	650	16		
Вторая группа			т/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																
Автокран	Ивановец КС-35715	192	3274	24	3497	24	2500	16	2344	16	1310	8	1679	16	PEM	8	1036	8	2353	16	3815	24	3519	24	4474	24	3624	24	567	8	4152	24	2509	16	2564	16	201	8	1541	16	3369	24	4559	24	220	8	446	8	4327	24	3411	24	1025	8	4532	24	862	8	4412	24	3403	24	3103	24		
Автокран	Клиньч КС-55713-5К-3	300	893	8	2623	16	4485	16	3099	16	2796	16	5341	24	409	8	5690	24	4052	16	6805	24	1744	8	7196	24	6493	24	1152	8	2245	8	2376	8	2782	16	4143	16	5420	24	1074	8	3773	16	6594	24	2529	16	3341	16	5144	24	3085	16	2422	16	158	8	1604	8						
Автовышка	Elephant-Horyong E-SKY 450	5,4	35	8	93	24	106	24	115	24	82	16	107	24	86	16	96	24	TO	-	85	16	90	24	10	8	41	8	94	24	49	16	58	16	61	16	91	24	60	16	77	16	129	24	111	24	211	24	59	16	88	24	41	8	88	24	20	8								
Автокран	Ивановец КС-35715	192	498	8	1320	8	2535	16	3554	24	1661	16	1972	16	4034	24	628	8	2911	16	3325	24	3828	24	633	8	672	8	2905	16	927	8	2026	16	PEM	8	275	8	2183	16	1204	8	1687	16	984	8	3108	24	3772	24	116	8	342	8	1208	8	1767	16	4440	24						
Автокран	Клиньч КС-55713-5К-3	300	2441	16	3593	24	1516	8	PEM	8	840	8	4728	16	1141	8	7051	24	4205	16	673	16	3983	16	5127	24	6182	24	2413	16	2070	8	3587	16	3569	16	6961	24	5215	24	1774	8	6830	24	5299	24	1845	8	3691	16	6595	24	2914	16	1826	8	5783	24	738	8	2401	16	2231	8		
Автовышка	ГАЗ ПСС-131.18Э	2,4	32	16	38	16	51	24	33	16	23	16	57	24	29	16	26	16	15	8	17	8	40	24	45	24	54	24	50	24	14	8	44	24	37	16	33	16	9	8	27	16	27	16	10	8	PEM	8	51	24	24	16	37	16												
Автокран	Ивановец КС-35715	192	1111	8	3907	24	413	8	835	8	4288	24	4169	24	3704	24	1280	8	1997	16	3724	24	594	16	3515	24	2129	16	213	8	3696	24	1198	8	PEM	8	1350	8	1374	8	102	8	1015	8	3946	24	2405	16	1080	8	510	8	2821	16	4349	24	2291	16	2555	16	1524	8	3310	24		
Автокран	Клиньч КС-35719-1-02	300	PEM	8	6308	24	6363	24	1186	8	3024	16	3014	16	3845	16	3549	16	1450	8	3906	16	1919	8	5441	24	4958	24	2447	16	6560	24	1127	8	2619	16	488	8	6331	24	2031	8	5299	24	7121	24	6582	24	6324	24	3105	16	6968	24	3425	16	4373	16	4746	16	5461	24	3731	16		
Автовышка	Камаз ПСС-141.189-7																																																																	

Таблица А.24 - Плановые объемы работ за октябрь 2020 года

Номер группы		П _г	Число месяца																																																																
Название НТТМ	Марка		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																		
Первая группа		м ³ /ч	Объем работ, Q	Часы работы																																																															
Экскаватор-погрузчик		JCB 3CX	23,5	480	24	78	8	328	24	372	24	85	8	200	16	352	24	372	24	212	16	392	24	286	16	207	16	342	24	43	8	81	8	454	24	206	16	455	24	520	24	375	24	102	8	349	24	84	8	82	8	254	16	85	8	378	24	275	16	173	16	333	24	454	24		
Экскаватор-погрузчик		KOMATSU WB93R	24,5	307	16	265	16	305	16	485	24	484	24	192	16	421	24	290	16	427	24	362	24	436	24	461	24	222	16	398	24	336	24	220	16	161	16	234	16	219	16	299	16	268	16	355	24	422	24	163	16	440	24	265	16	253	16	238	16	327	16	377	24	323	24		
Экскаватор		CATERPILLAR 349D2	104	764	16	1533	24	1381	24	930	16	1423	24	897	16	226	8	1651	24	1527	24	696	16	846	16	1150	24	467	8	1662	24	1260	24	428	8	1935	24	631	16	2190	24	729	16	740	16	822	16	341	8	457	8	671	16	1326	24	966	16	236	8	565	16	889	16	1081	16		
Бульдозер		CATERPILLAR D9R	462	4416	24	4878	24	4042	16	3679	16	725	8	4407	16	2742	16	6163	24	4598	24	2377	16	1335	8	5417	24	3954	16	851	8	4734	24	2651	16	3514	16	4096	16	5300	16	4238	16	4954	24	1505	8	2202	16	3666	16	2984	16	291	8	1896	8	5370	24	2604	16	3037	16	3533	16		
Грейдер		ДЗ 122	55	600	16	564	16	736	24	579	16	184	8	TO	-	640	16	94	8	663	16	791	24	802	24	639	16	128	8	85	8	901	24	985	24	765	24	126	8	100	8	593	16	868	24	1016	24	302	8	734	16	764	16	716	16	912	16	483	16	876	24	836	24	750	24		
Экскаватор-погрузчик		JCB 3CX	23,5	237	16	261	16	280	16	66	8	325	24	441	24	121	8	77	8	500	24	322	16	446	24	166	16	382	24	288	24	260	16	17	8	180	16	254	16	109	8	359	24	19	8	369	24	92	8	227	16	64	8	185	16	84	8	498	24	115	8	157	8	432	24		
Экскаватор-погрузчик		KOMATSU WB93R	24,5	261	16	509	24	358	24	220	16	140	8	35	8	TO	-	212	16	100	8	277	16	116	8	314	16	257	16	393	24	276	16	51	8	158	8	196	16	65	8	77	8	78	8	14	8	199	8	355	24	449	24	480	24	130	8	398	24	81	8	25	8	125	16	241	16
Экскаватор		CATERPILLAR 336DL	85	437	8	357	8	1027	24	1109	24	317	8	519	16	94	8	1268	24	886	16	1247	24	315	8	750	16	242	8	480	16	257	8	1273	24	449	8	1100	16	324	8	429	8	1218	24	991	24	1194	24	895	16	121	8	1020	24	975	16	338	8	940	16	340	8				
Бульдозер		CATERPILLAR D10T	521	2651	16	5373	24	4568	16	2104	8	2880	16	1806	8	921	8	6733	24	1816	8	6074	24	528	8	7278	24	8096	24	5093	24	4108	16	1731	8	2330	8	7725	24	1672	8	3572	16	3715	16	6564	24	5791	24	3103	16	4485	16	6851	24	6755	24	3461	16	TO	-	3571	16	4032	16		
Грейдер		ДЗ 122	55	125	8	766	24	136	8	711	24	176	16	590	16	489	16	310	8	347	8	420	16	966	24	832	24	731	24	379	16	286	8	36	8	1165	24	517	16	690	16	516	16	960	24	305	8	954	24	978	24	388	8	234	8	694	24	535	16	482	16	284	8				
Экскаватор-погрузчик		JCB 3CX	23,5	317	24	369	24	151	8	293	16	427	24	391	16	300	16	201	8	426	24	50	8	266	16	204	16	65	8	242	16	234	16	55	8	303	16	336	16	336	16	106	8	391	24	288	16	384	24	379	24	20	8	43	8	204	16	435	24	449	24	198	16				
Экскаватор-погрузчик		KOMATSU WB93R	24,5	230	16	343	16	162	8	150	8	139	8	200	16	425	24	396	24	330	24	167	16	428	24	251	16	TO	-	373	24	215	16	458	24	357	24	85	8	347	24	406	24	79	8	93	8	419	24	158	16	22	8	437	24	309	16	362	16	348	24	81	8	59	8		
Экскаватор		CATERPILLAR 320DL	51	321	16	419	16	288	16	387	16	95	8	221	8	584	24	251	8	362	16	283	16	481	16	407	16	546	16	436	16	686	24	455	16	825	24	769	24	85	8	197	8	706	24	385	16	873	24	147	8	671	24	801	24	707	24	459	16	325	16	123	8	769	24	659	24
Бульдозер		CATERPILLAR D6TLGSP	107	1314	24	474	8	377	8	932	16	852	16	622	16	139	8	162	8	1385	24	184	8	716	16	1160	24	1133	16	109	8	1265	24	368	8	654	16	392	8	1081	16	512	8	1116	24	1161	24	207	8	195	8	849	16	318	8	492	8	1218	24	726	16	667	16				
Грейдер		ДЗ 122	55	91	8	818	24	478	16	995	24	347	8	389	8	158	8	538	16	43	8	1000	24	550	16	247	8	906	24	268	8	900	24	668	16	582	16	236	8	598	16	536	16	1021	24	141	8	339	8	611	16	168	16	727	16	1023	24	387	16	440	16	17	8	553	16		
Вторая группа			т/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																	
Автокран		Ивановец КС-35715	192	2586	24	3007	24	2000	16	1828	16	1153	8	2024	16	290	8	932	8	2071	16	3434	24	3097	24	4519	24	2044	24	624	8	2906	24	2208	16	2308	16	169	8	1248	16	2628	24	4513	24	198	8	366	8	3894	24	3036	24	851	8	4033	24	767	8	3662	24	3743	24	2948	24		
Автокран		Клишцы КС-55713-5К-3	300	741	8	2256	16	3902	16	2603	16	3076	16	4486	24	335	8	4438	24	3425	16	5675	24	1482	8	4597	24	5649	24	1083	8	2021	8	1806	8	3854	16	217	8	2504	16	4661	24	913	8	3396	16	4880	24	1922	16	4270	24	2684	16	2034	16	134	8	1444	8						
Автовышка		Elephant-Horyong E-SKY 450	5,4	37	8	78	24	113	24	93	24	65	16	90	24	77	16	79	24	TO	-	71	16	73	24	8	8	36	8	78	24	54	16	48	16	47	16	77	24	46	16	64	16	105	24	87	24	85	24	92	24	108	24	53	16	70	24	33	8	76	24	18	8				
Автокран		Ивановец КС-35715	192	408	8	1043	8	2079	16	2950	24	1345	16	1716	16	3792	24	528	8	2291	16	2893	24	3101	24	525	8	544	8	2440	16	973	8	2456	16	199	8	248	8	1790	16	975	8	1518	16	748	8	2735	24	3701	24	263	8	267	8	2330	16	1027	8	1255	16	3952	24				
Автокран		Клишцы КС-55713-5К-3	300	2002	16	4158	24	1810	8	179	8	756	8	3924	16	981	8	6205	24	3490	16	2219	16	3067	16	4255	24	6738	24	1713	16	1780	8	2905	16	2891	16	6195	24	4694	24	1579	8	6762	24	4133	24	1974	8	3064	16	5342	24	2186	16	1570	8	5783	24	583	8	2401	16	2008	8		
Автовышка		ГАЗ ПСС-131.189	2,4	27	16	32	16	45	24	30	16	20	16	50	24	22	16	13	8	13	8	43	24	49	24	13	8	28	16	14	8	33	24	76	24	47	24	46	24	12	8	30	24	30	16	27	16	10	8	24	16	30	16	15	8	11	8	41	24	21	16	27	16				
Автокран		Ивановец КС-35715	192	989	8	2852	24	297	8	793	8	3773	24	3544	24	3334	24	1101	8	1777	16	3277	24	1818	16	3023	24	1831	16	177	8	2735	24	1198	8	389	8	1472	8	1140	8	90	8	883	8	3196	24	2549	16	756	8	428	8	2511	16	3697	24	1879	16	474	16	1341	8	2814	24		
Автокран		Клишцы КС-35719-1-02	300	401	8	5236	24	5854	24	1020	8	2812	16	2592	16	3307	16	3159	16	1436	8	3476	16	1689	8	5441	24	4264	24	2007	16	5707	24	868	8	2200	16	420	8	5508	24	1990	8	4345	24	6266	24																				

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Значения эксплуатационных плановых и фактических производительностей и коэффициентов выполнения работ и реализации технического потенциала НТТМ, по Главе 3)

Для групп машин рис. Б.1–Б.124 средние значения эксплуатационной производительности имеют следующие единицы измерения:

для землеройных машин – м³/ч

для грузоподъемных машин – т/ч

для асфальтоукладчиков – м²/ч

для катков – м²/ч

для КДМ – м²/ч · 1000

для маркировочных машин – м/ч · 1000

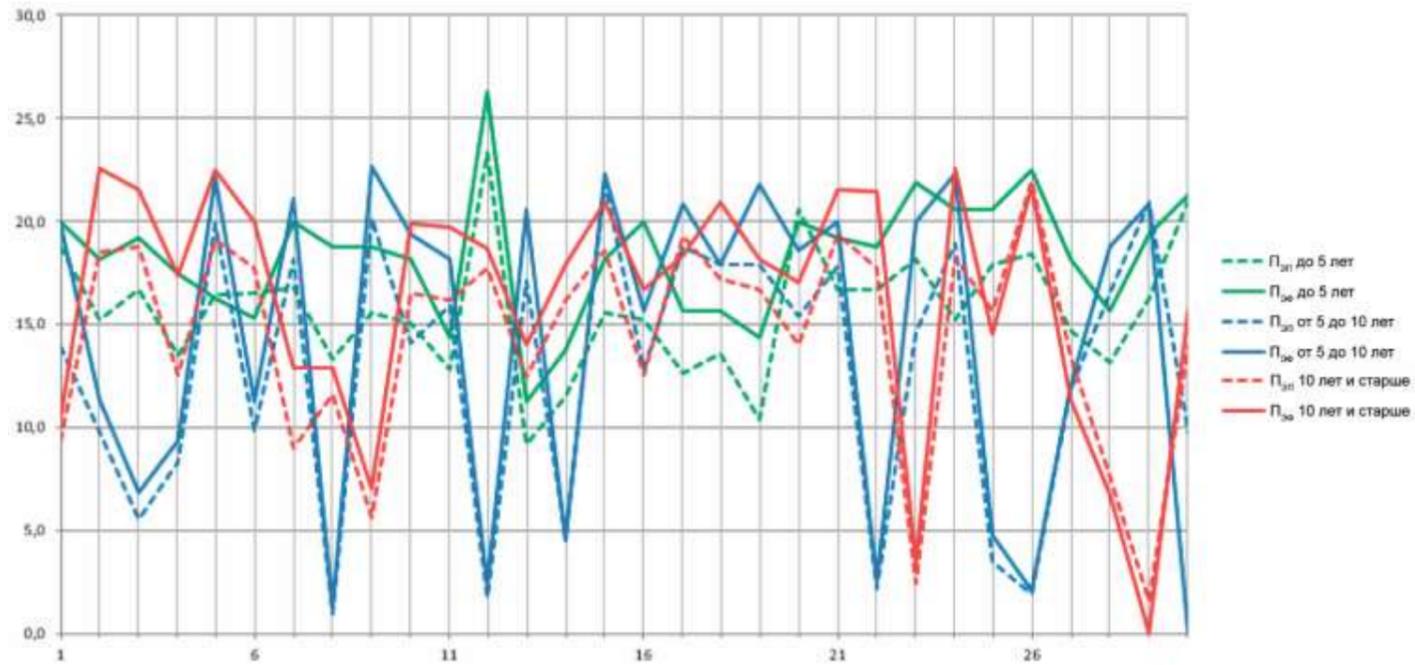


Рисунок Б.1 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у землеройных машин за ноябрь 2019 г.

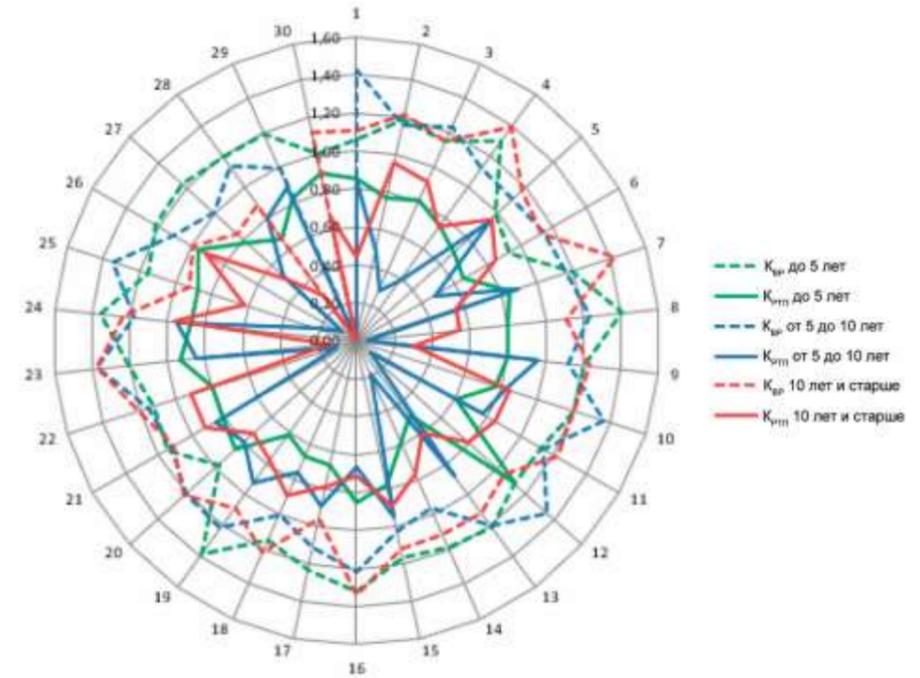


Рисунок Б.2 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у землеройных машин за ноябрь 2019 г.

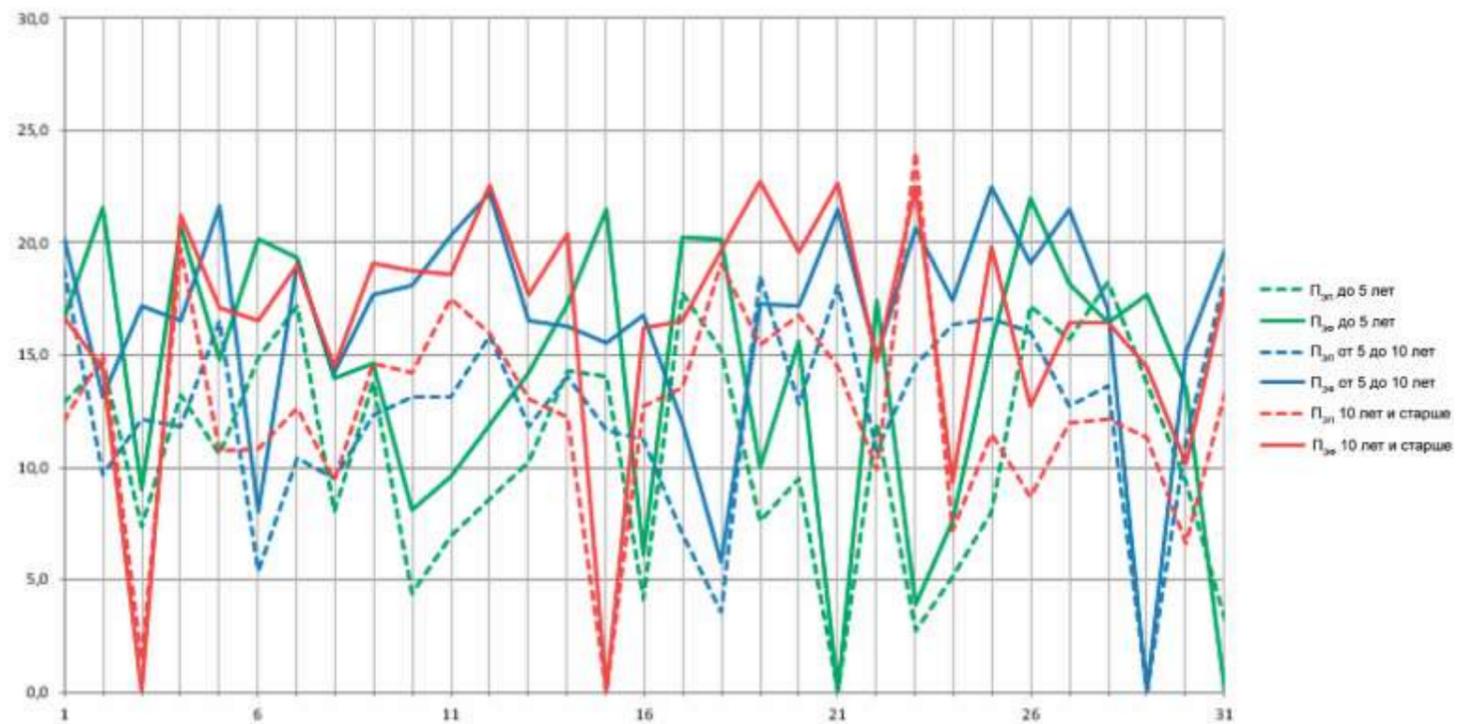


Рисунок Б.3 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у землеройных машин за декабрь 2019 г.

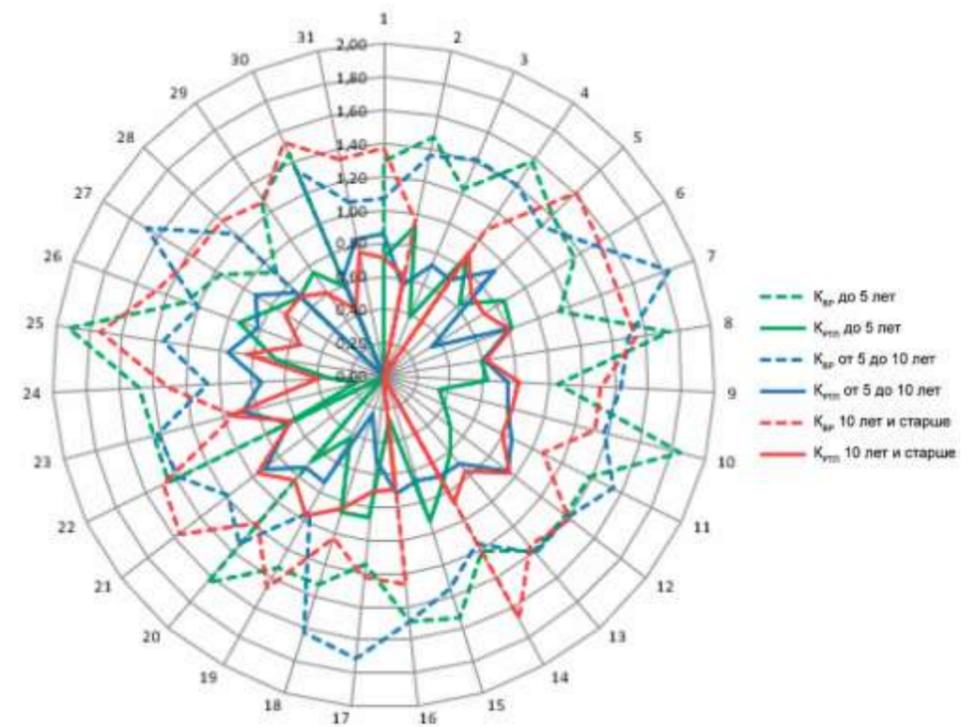


Рисунок Б.4 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у землеройных машин за декабрь 2019 г.

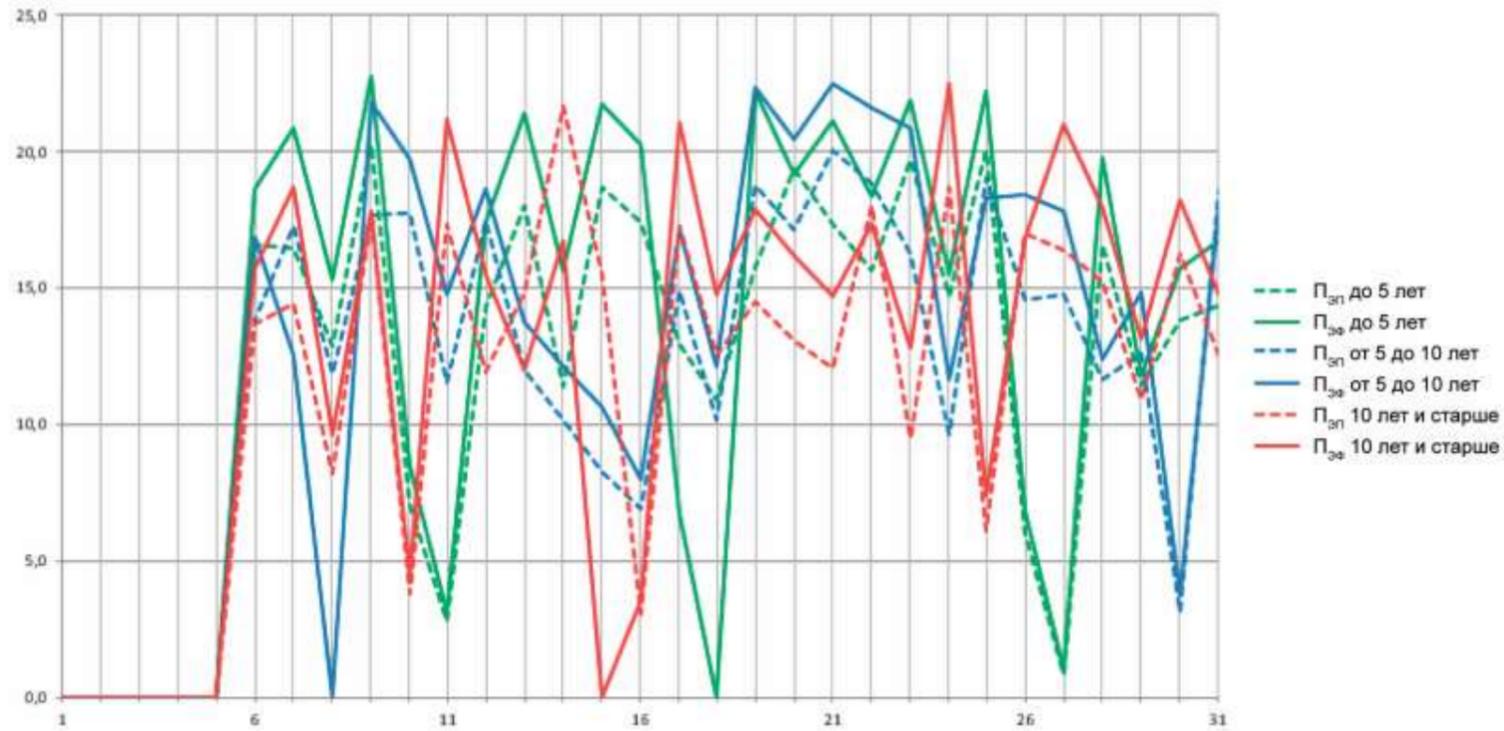


Рисунок Б.5 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у тракторных машин за январь 2020 г.

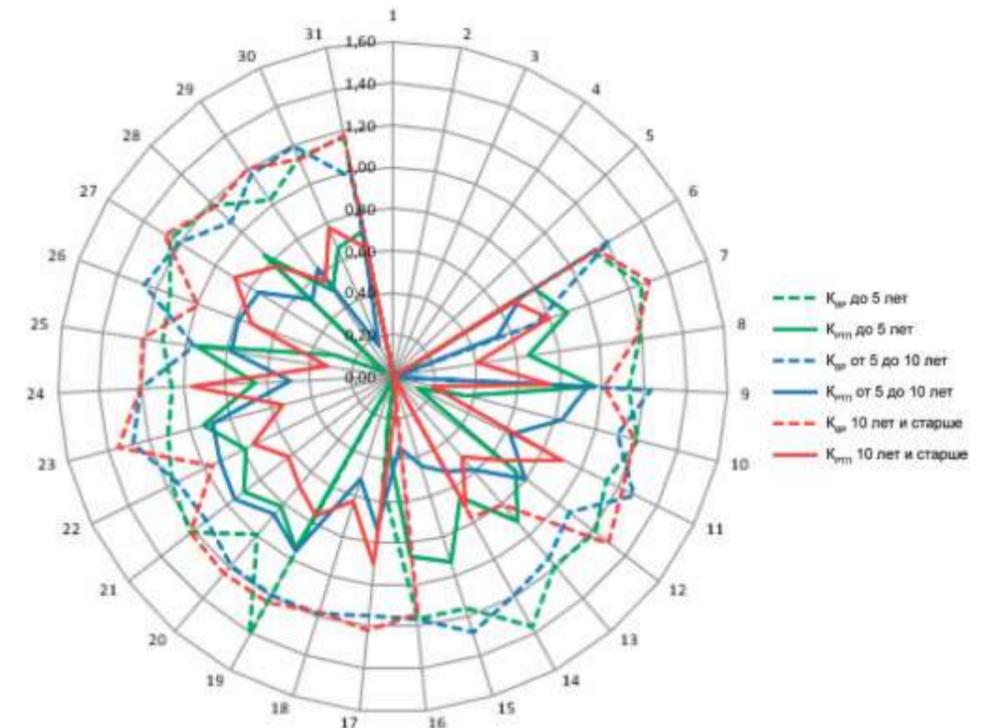


Рисунок Б.6 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{ртп}$) у тракторных машин за январь 2020 г.

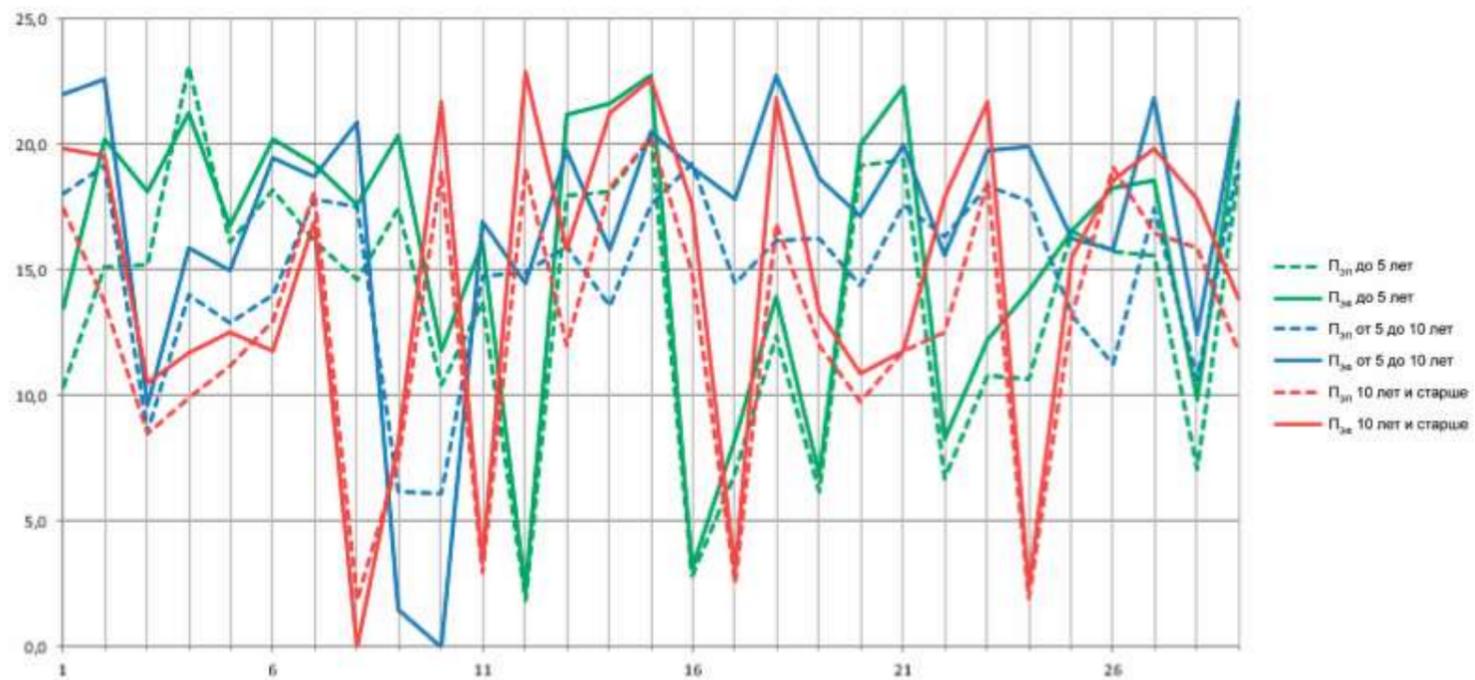


Рисунок Б.7 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у тракторных машин за февраль 2020 г.

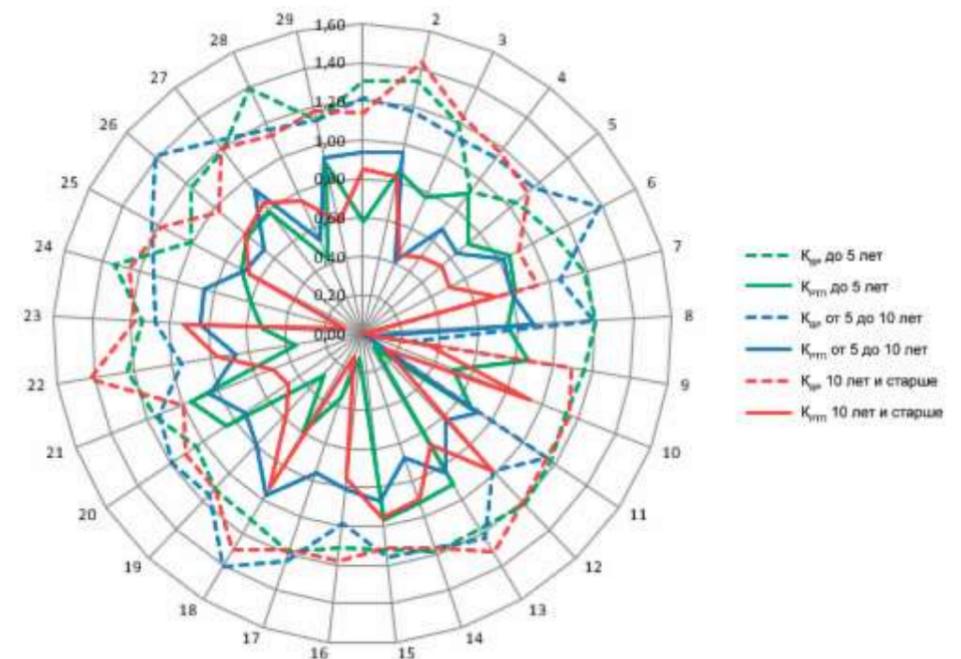


Рисунок Б.8 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{ртп}$) у тракторных машин за февраль 2020 г.

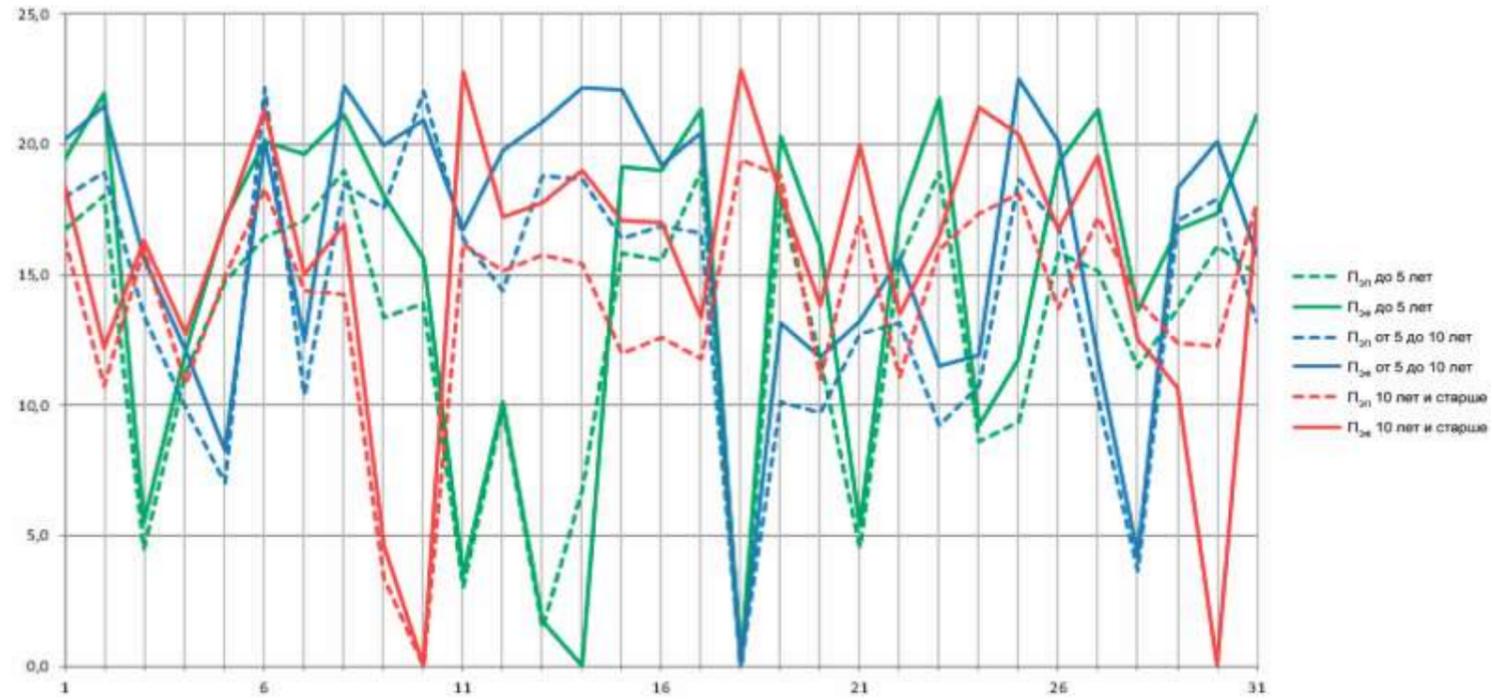


Рисунок Б.9 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у тракторных машин в марте 2020 г.

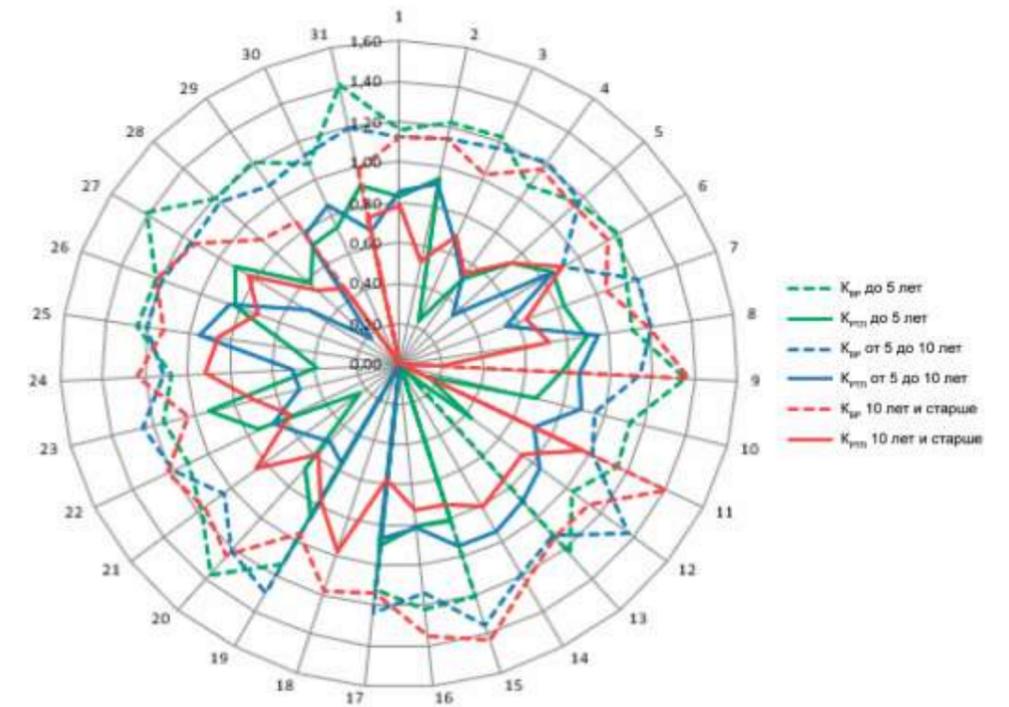


Рисунок Б.10 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у тракторных машин в марте 2020 г.

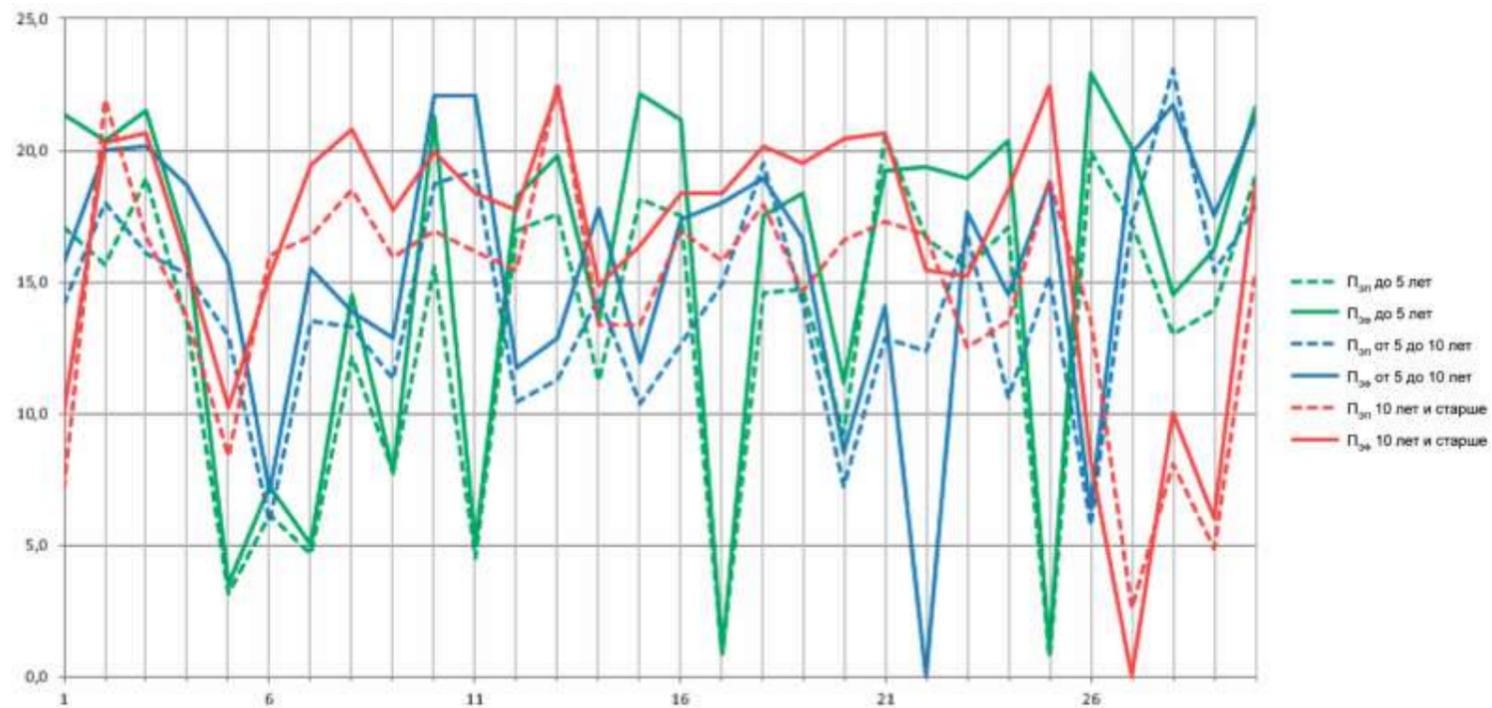


Рисунок Б.11 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у тракторных машин в апреле 2020 г.

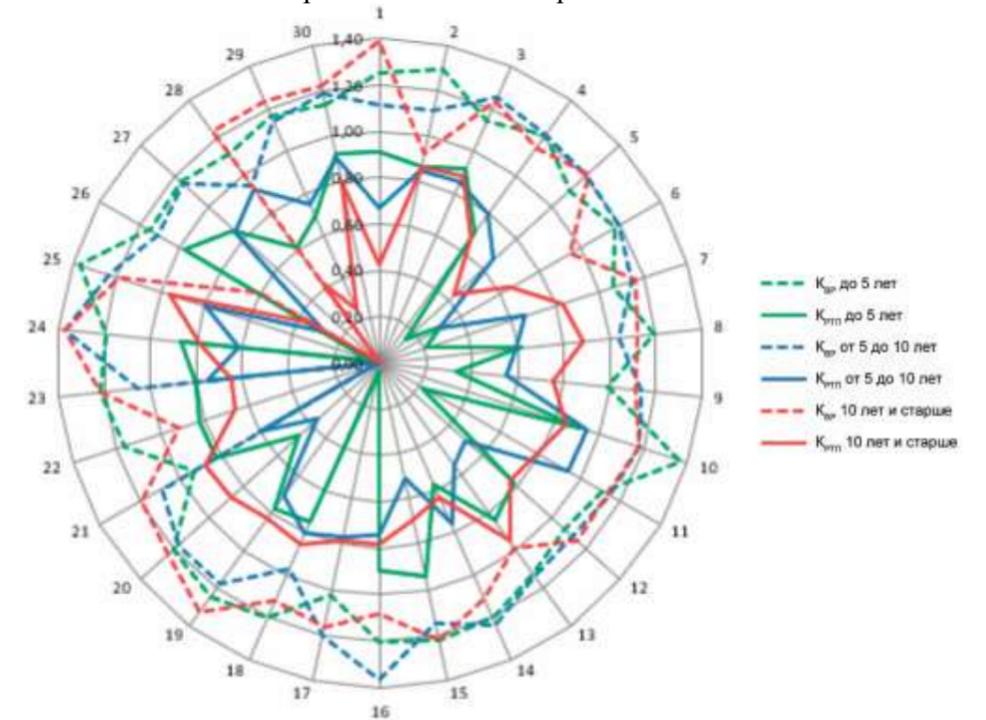


Рисунок Б.12 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у тракторных машин в апреле 2020 г.

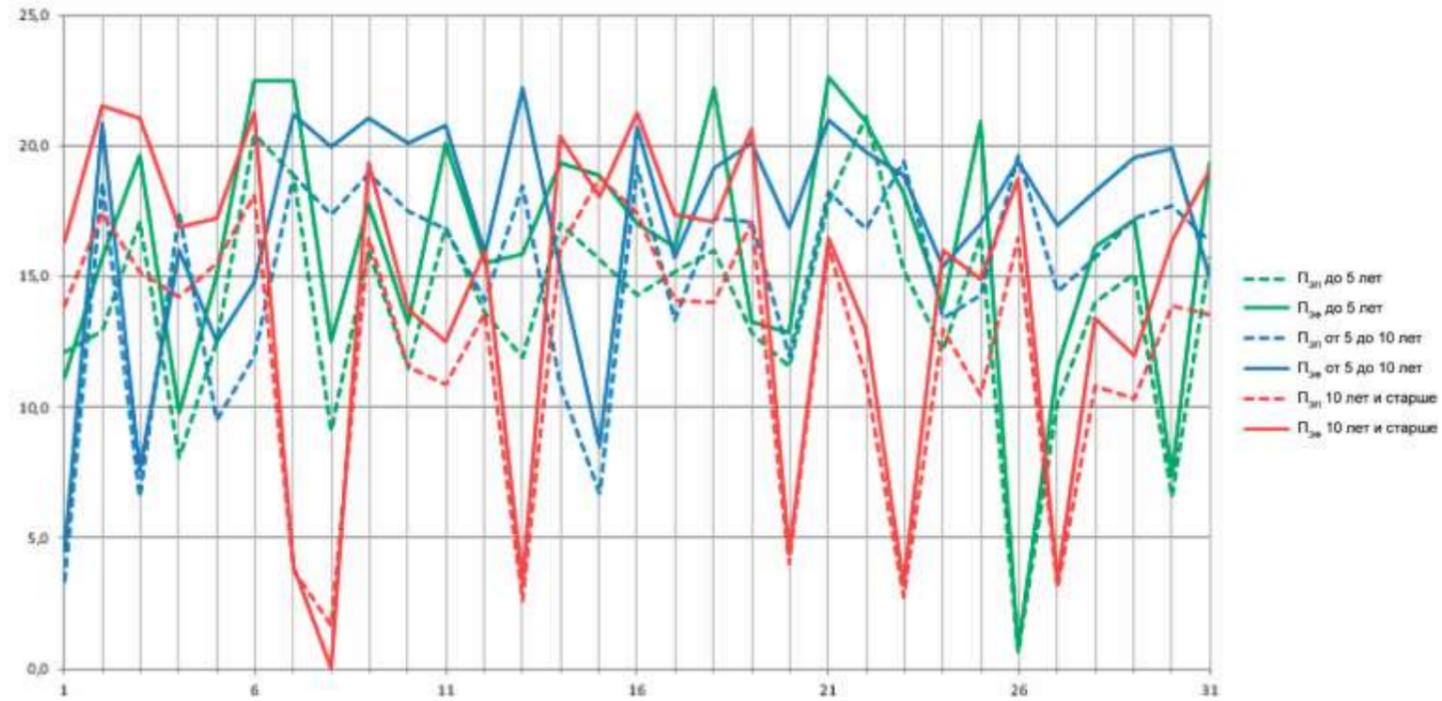


Рисунок Б.13 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у тракторных машин за май 2020 г.

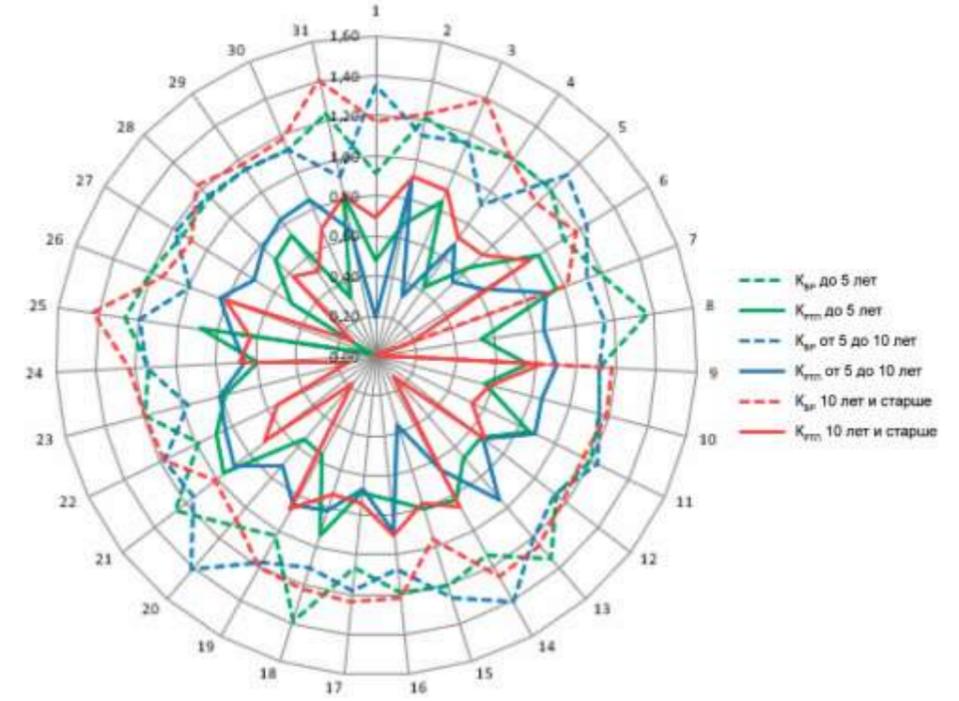


Рисунок Б.14 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у тракторных машин за май 2020 г.

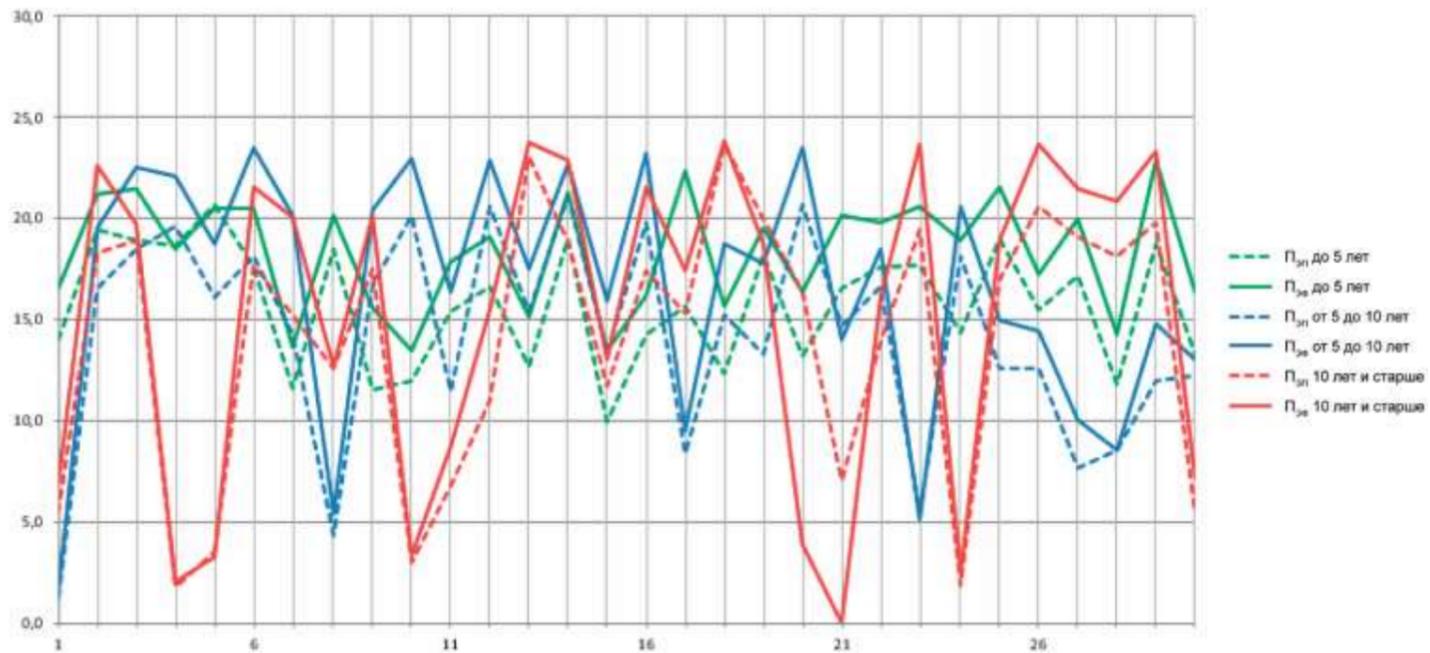


Рисунок Б.15 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у тракторных машин в июне 2020 г.

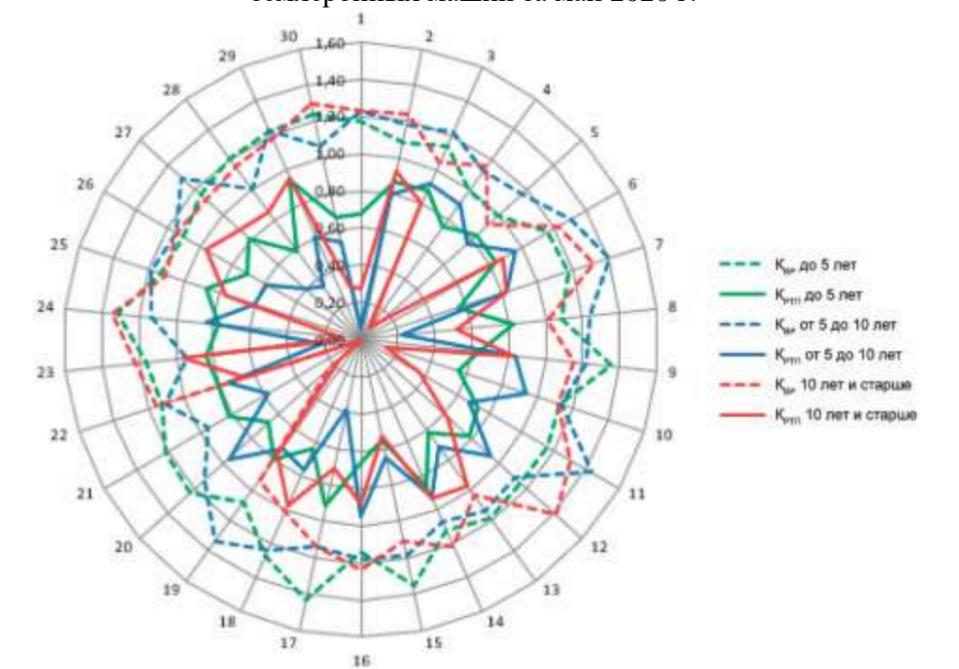


Рисунок Б.16 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у тракторных машин в июне 2020 г.

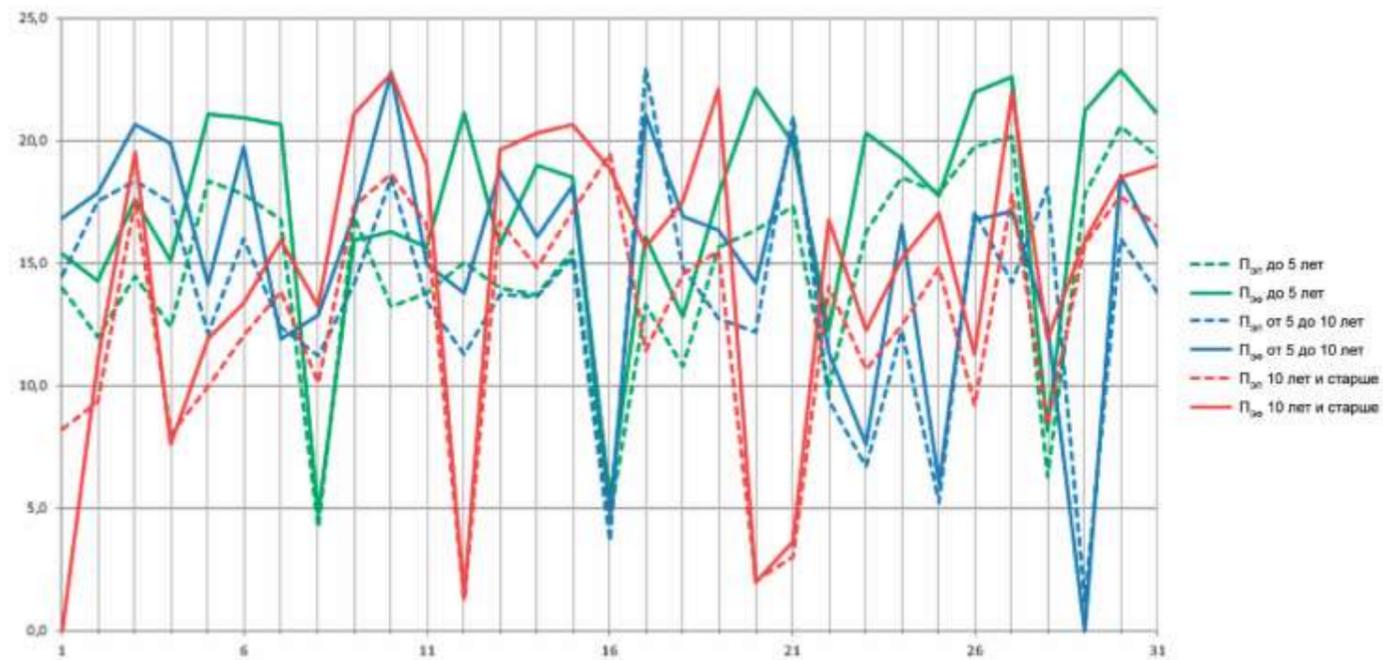


Рисунок Б.17 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у землеройных машин в июле 2020 г.

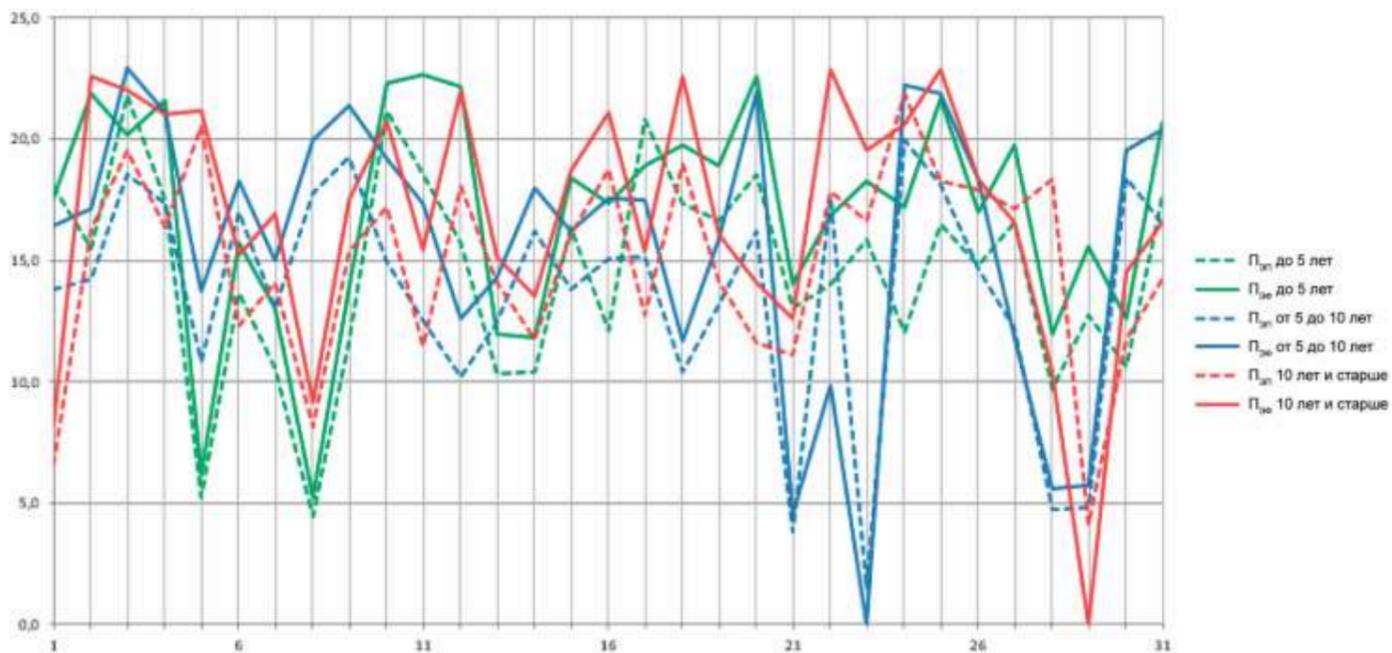


Рисунок Б.19 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у землеройных машин в августе 2020 г.

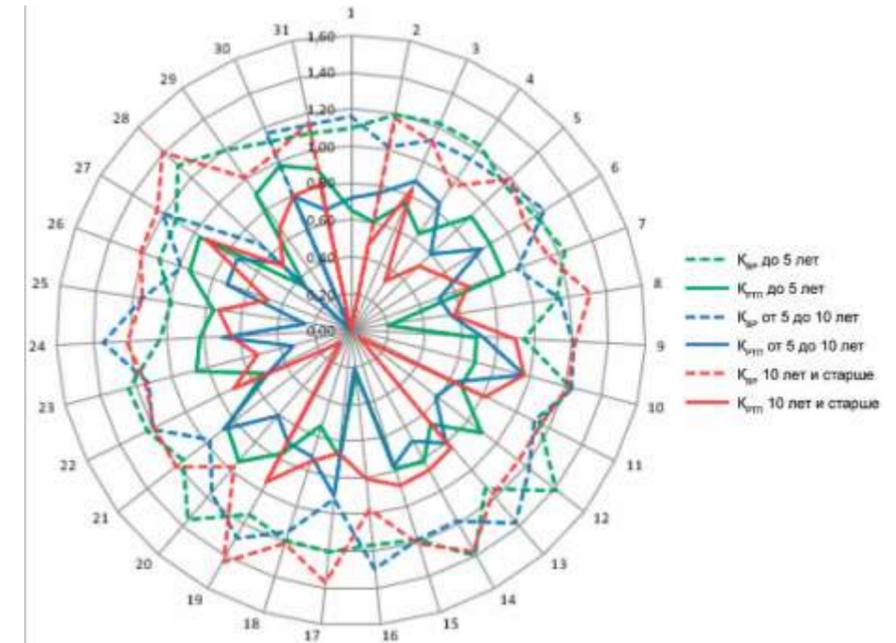


Рисунок Б.18 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у землеройных машин в июле 2020 г.

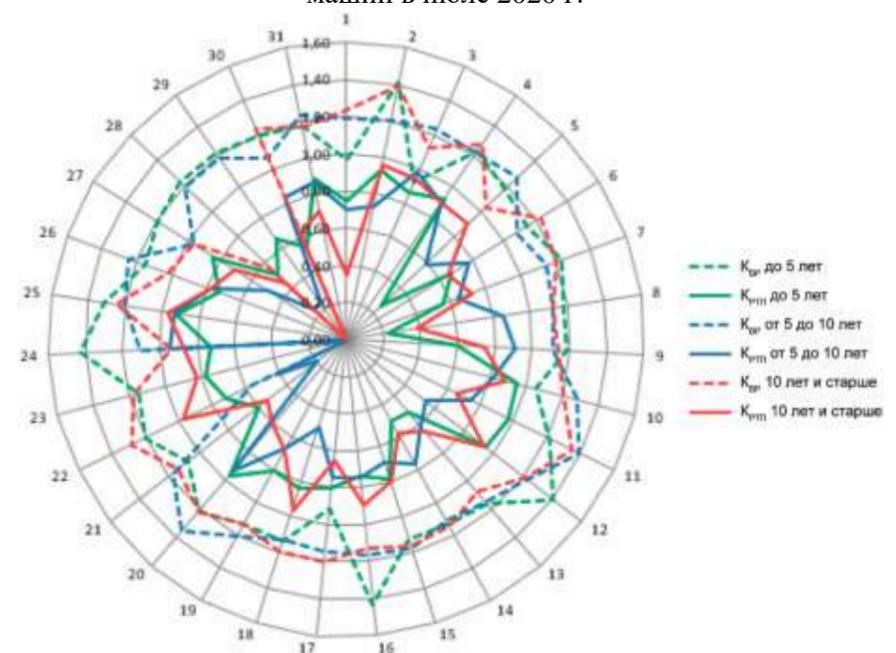


Рисунок Б.20 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у землеройных машин в августе 2020 г.

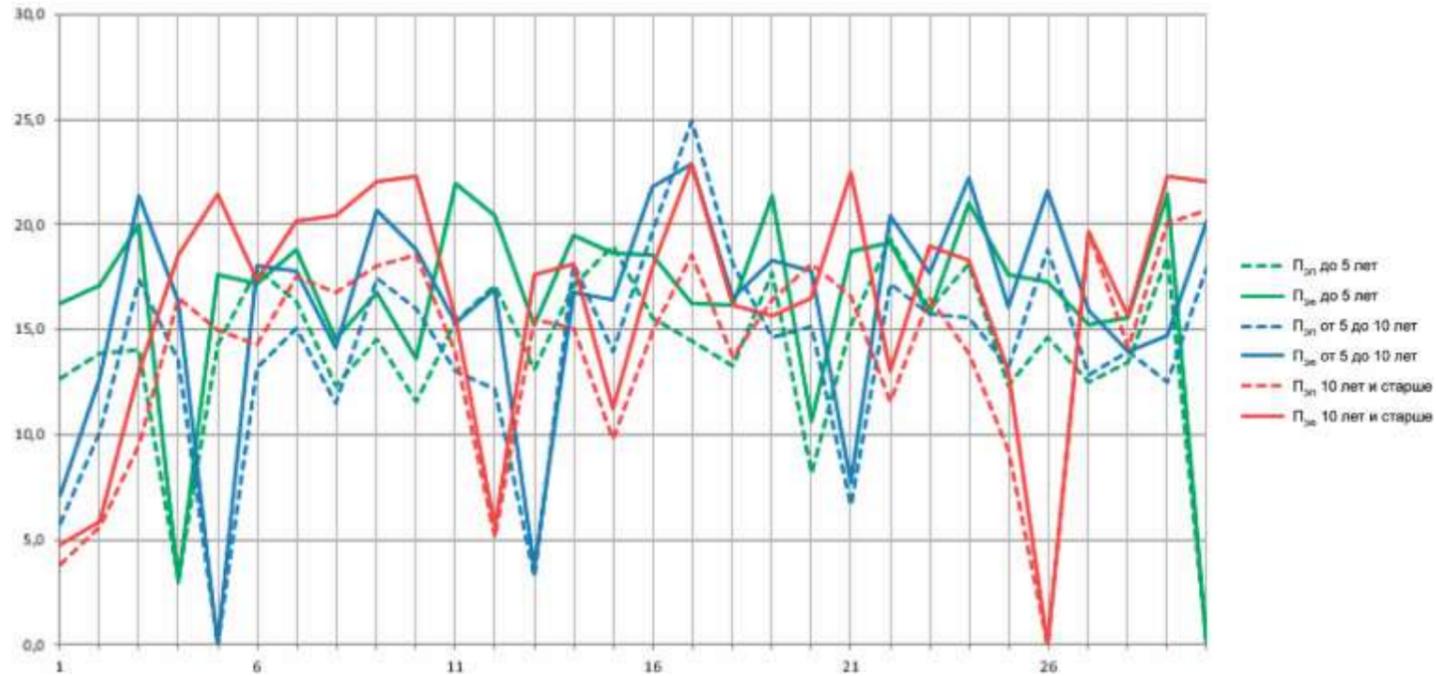


Рисунок Б.21 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у землеройных машин в сентябре 2020 г.

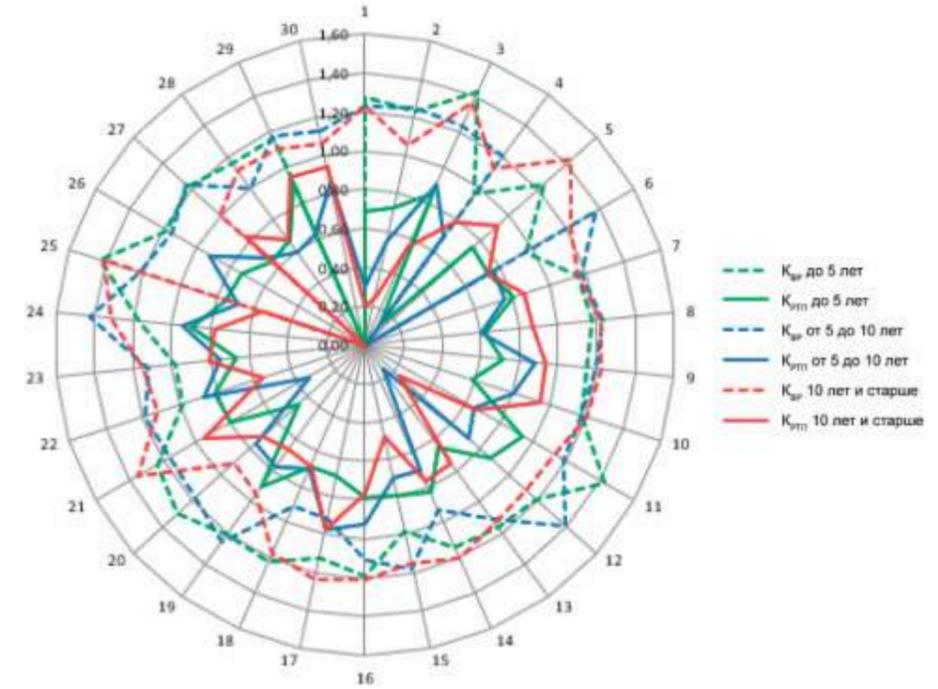


Рисунок Б.22 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у землеройных машин в сентябре 2020 г.

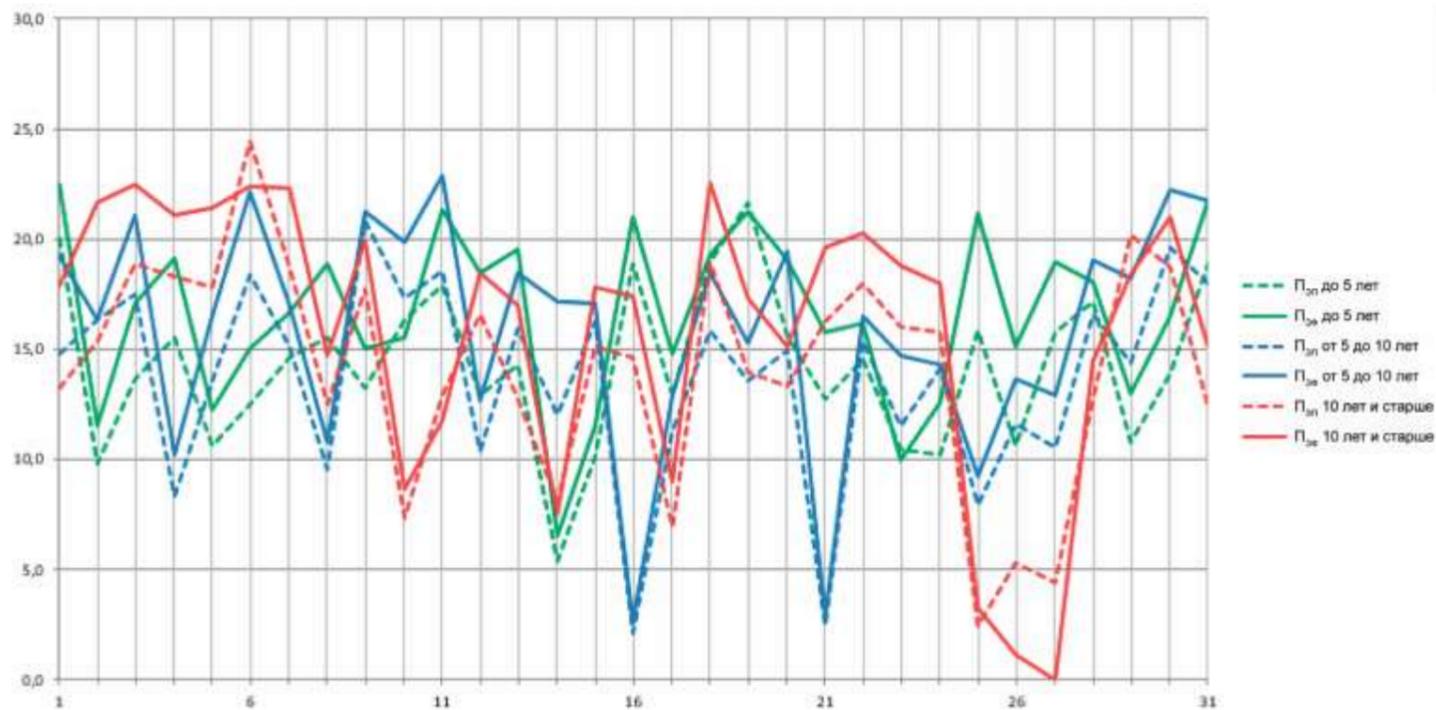


Рисунок Б.23 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у землеройных машин в октябре 2020 г.

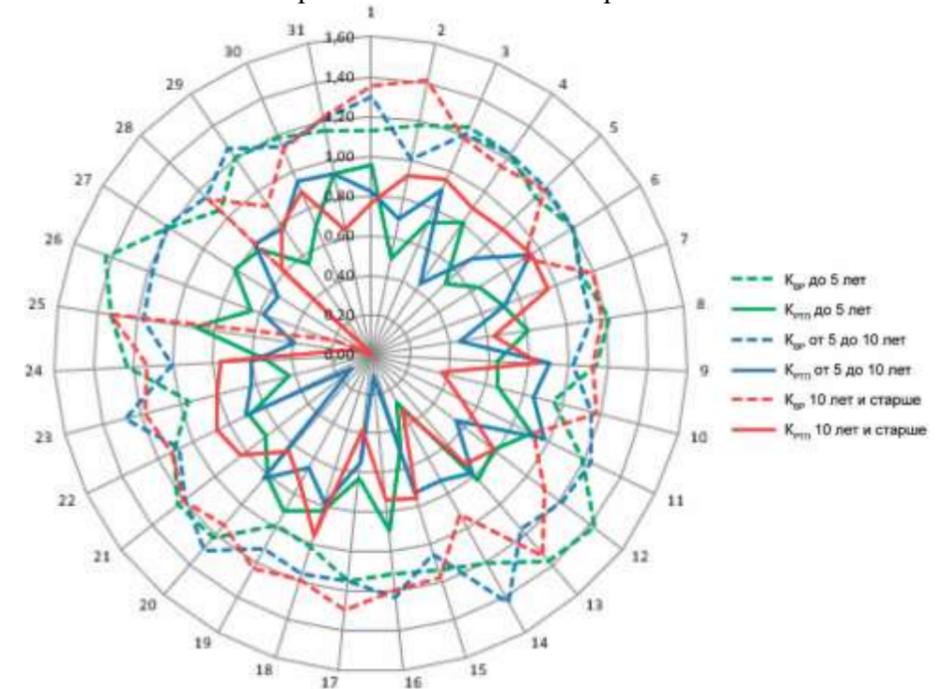


Рисунок Б.24 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у землеройных машин в октябре 2020 г.

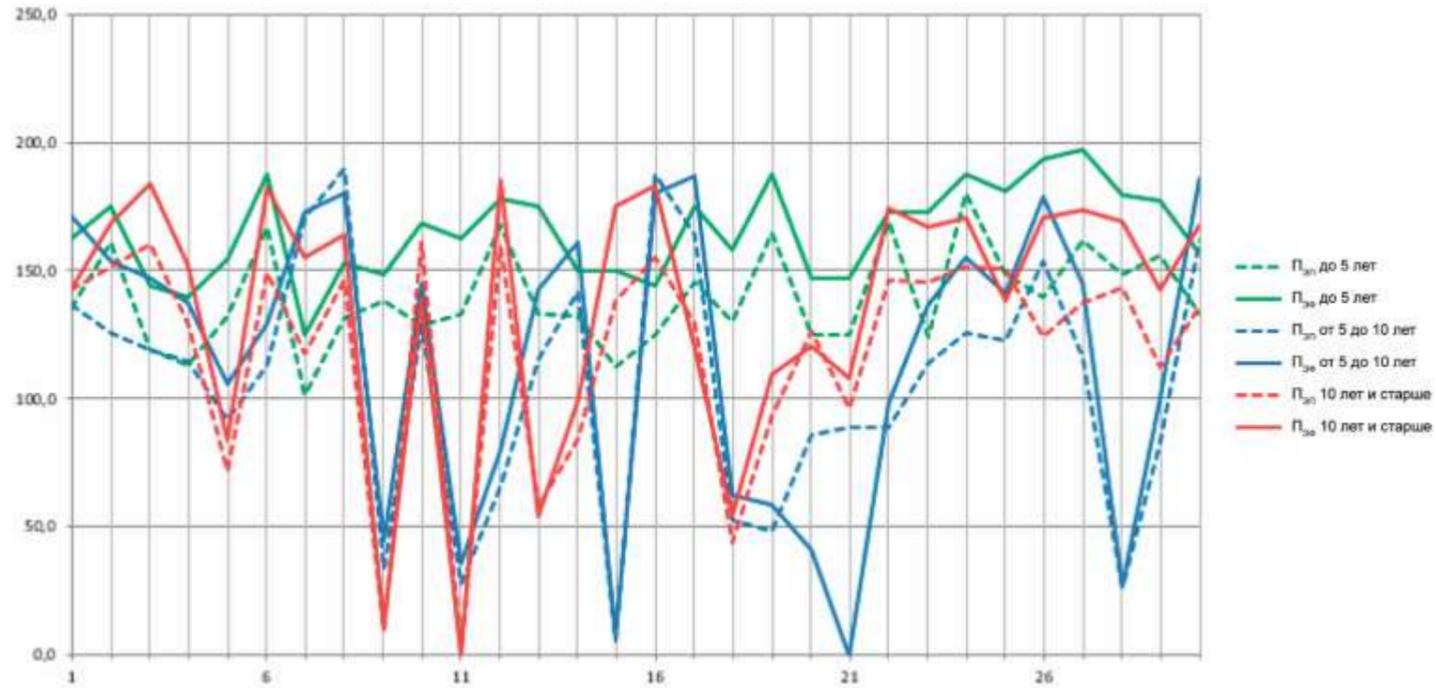


Рисунок Б.25 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в ноябре 2019 г.

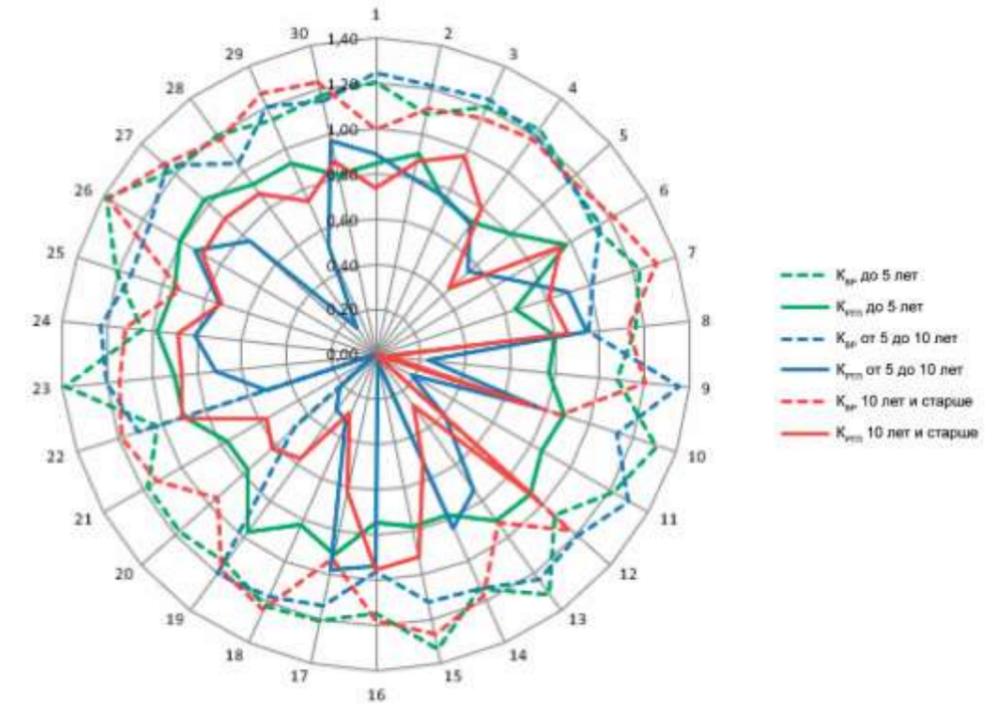


Рисунок Б.26 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{ртп}$) у грузоподъемных машин в ноябре 2019 г.

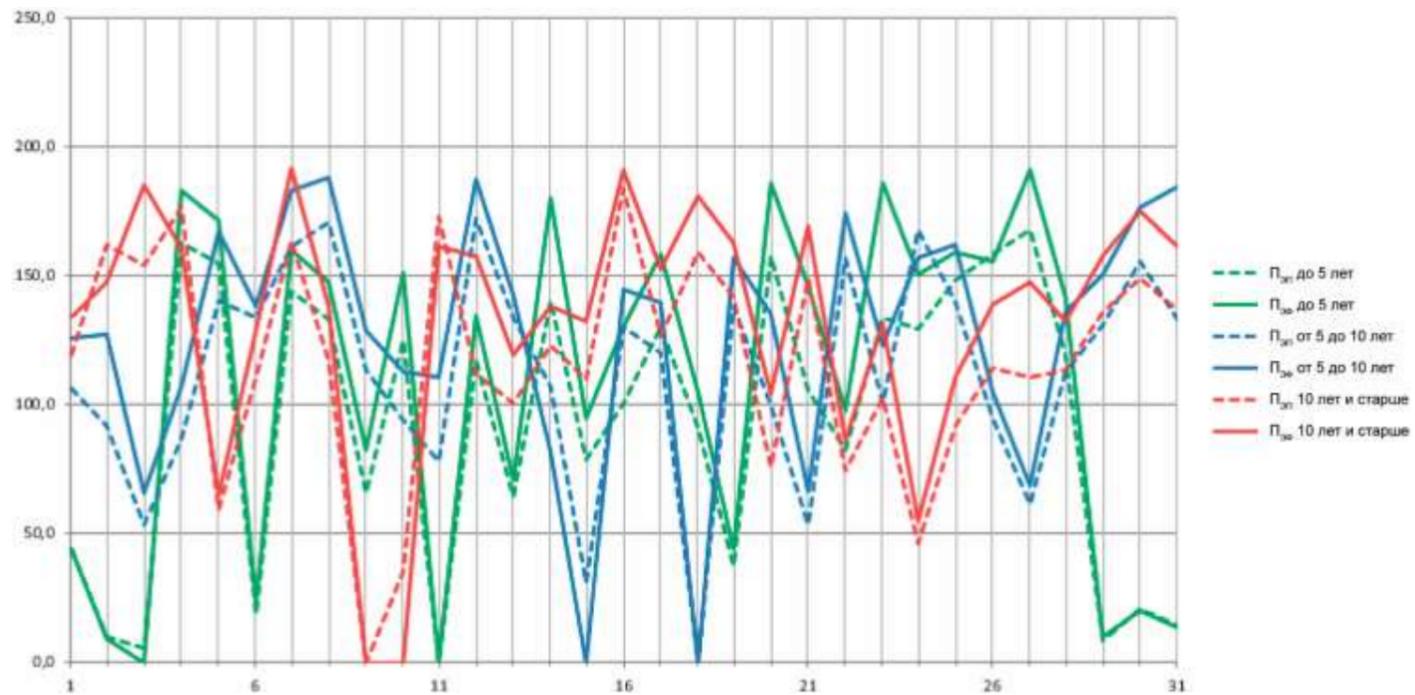


Рисунок Б.27 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в декабре 2019 г.

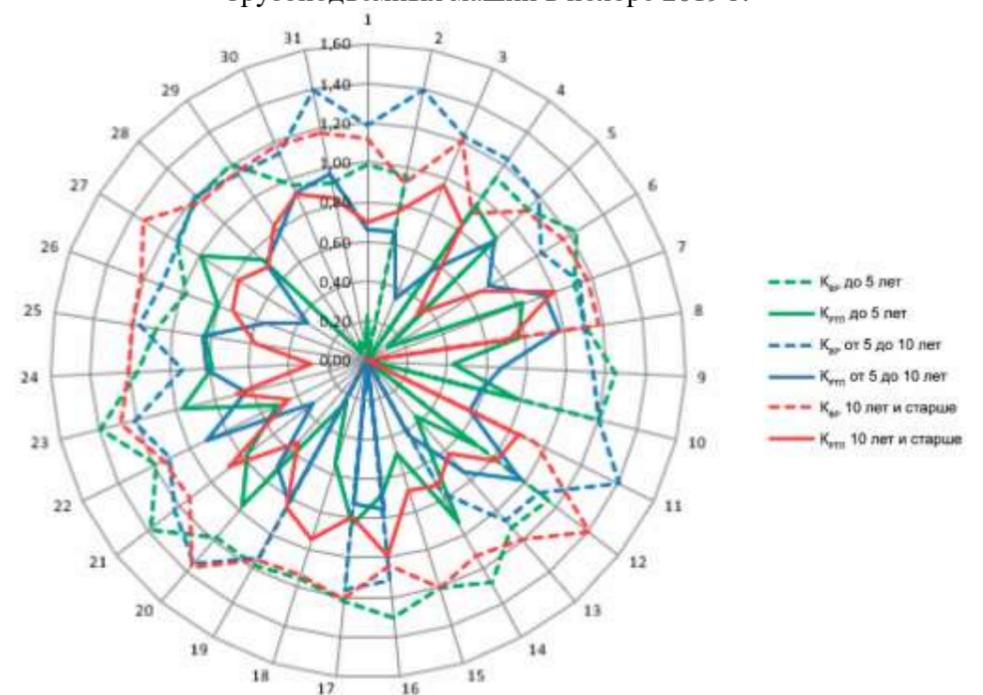


Рисунок Б.28 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{ртп}$) у грузоподъемных машин в декабре 2019 г.

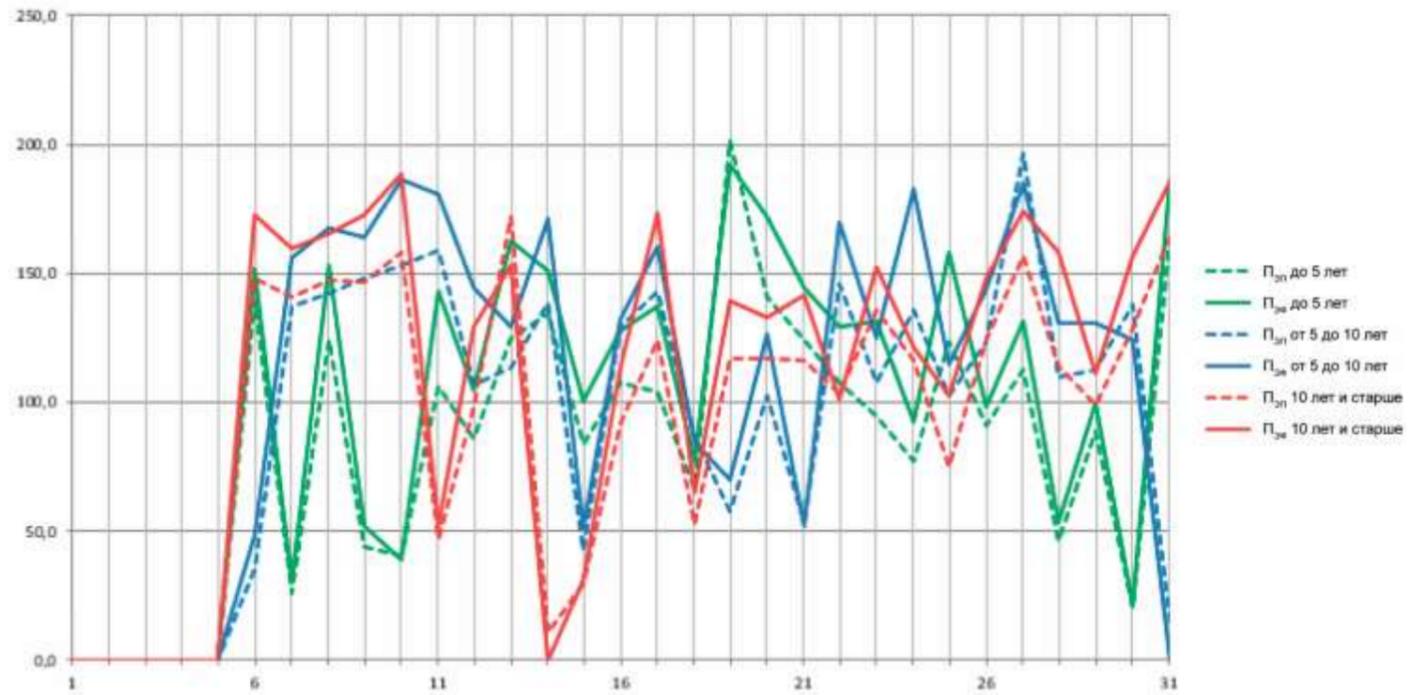


Рисунок Б.29 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в январе 2020 г.

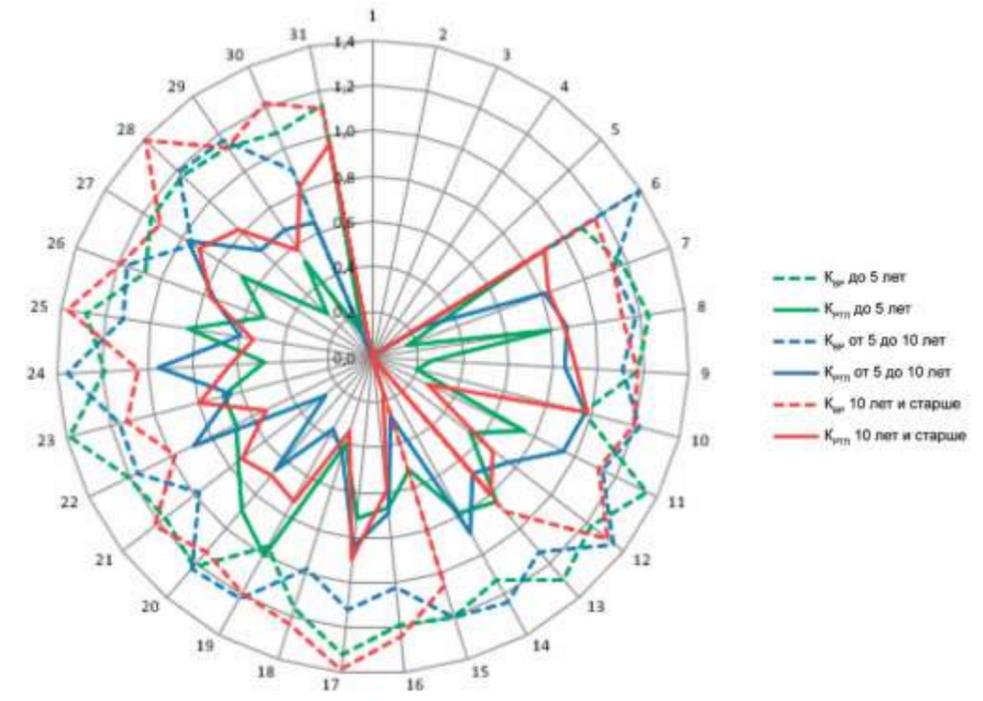


Рисунок Б.30 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у грузоподъемных машин в январе 2020 г.

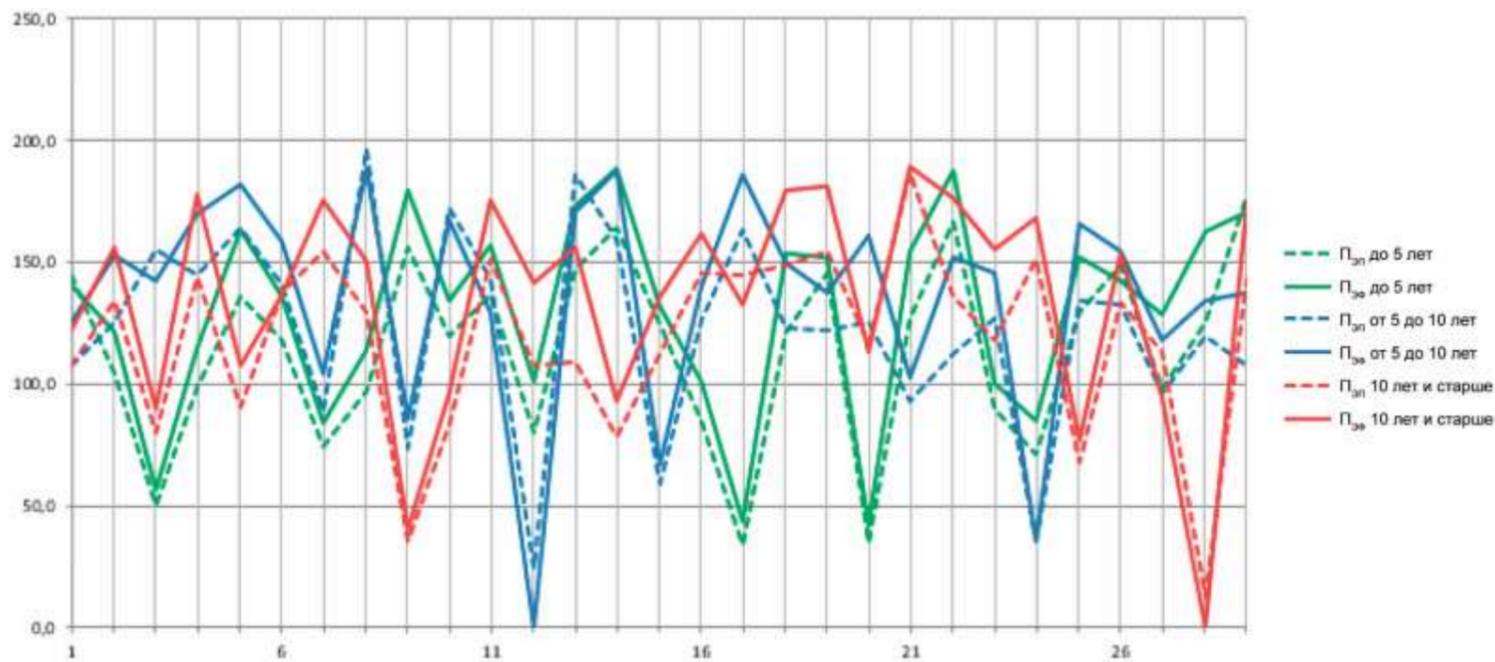


Рисунок Б.31 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в феврале 2020 г.

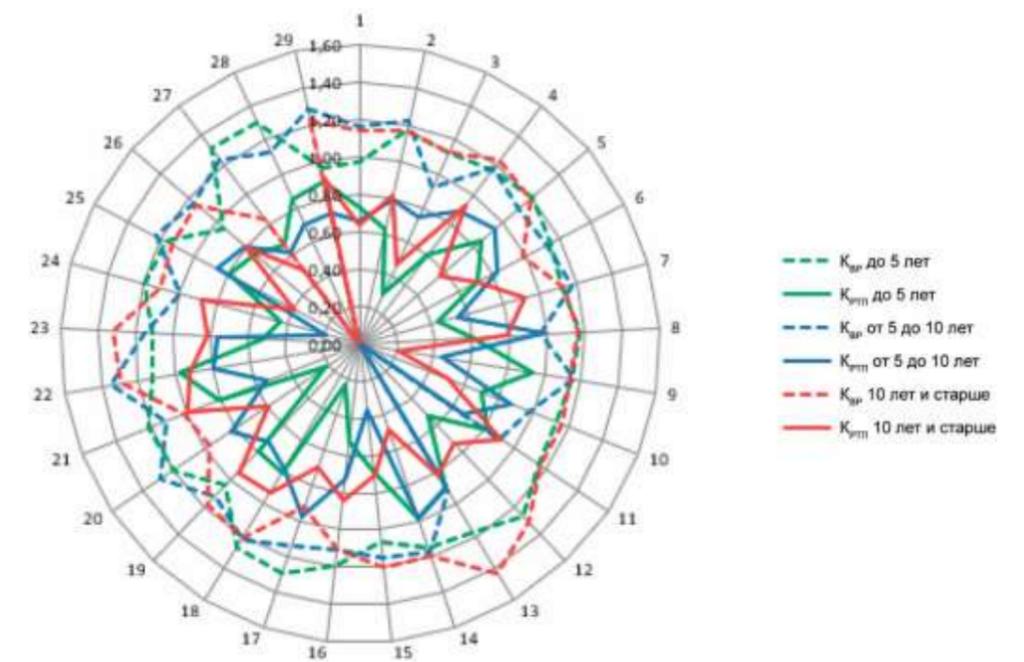


Рисунок Б.32 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у грузоподъемных машин в феврале 2020 г.

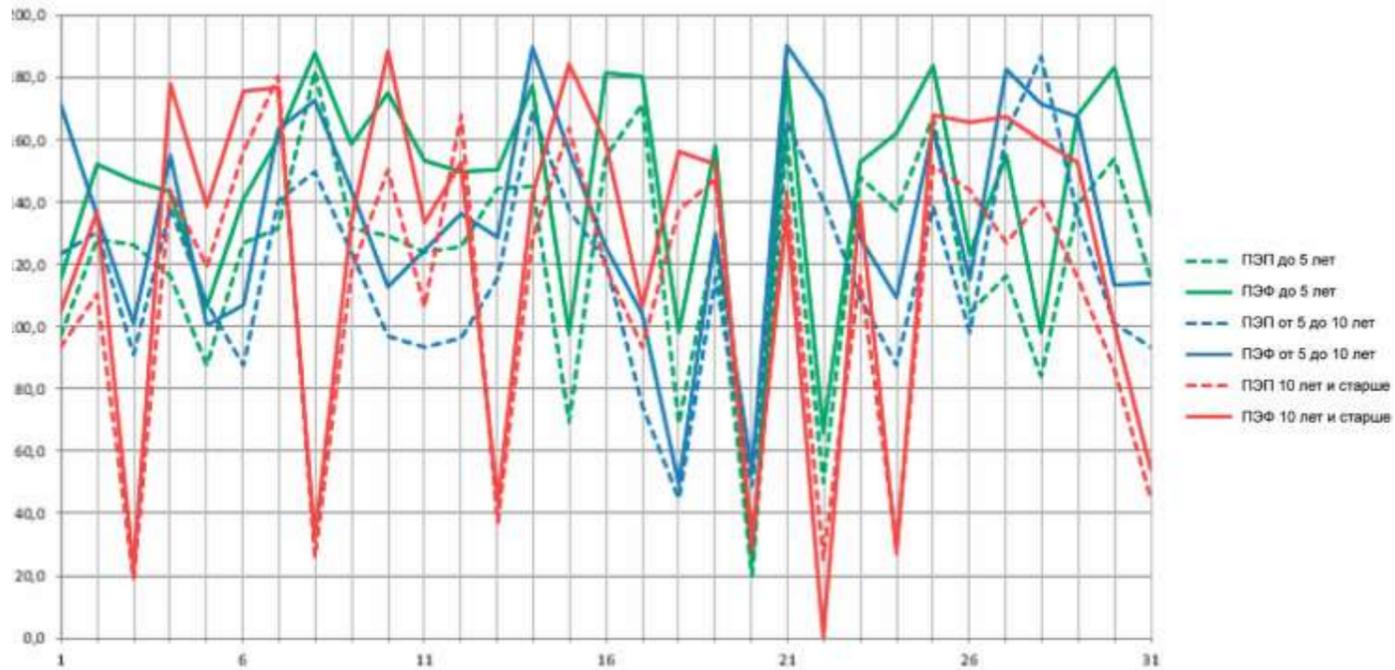


Рисунок Б.33 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в марте 2020 г.

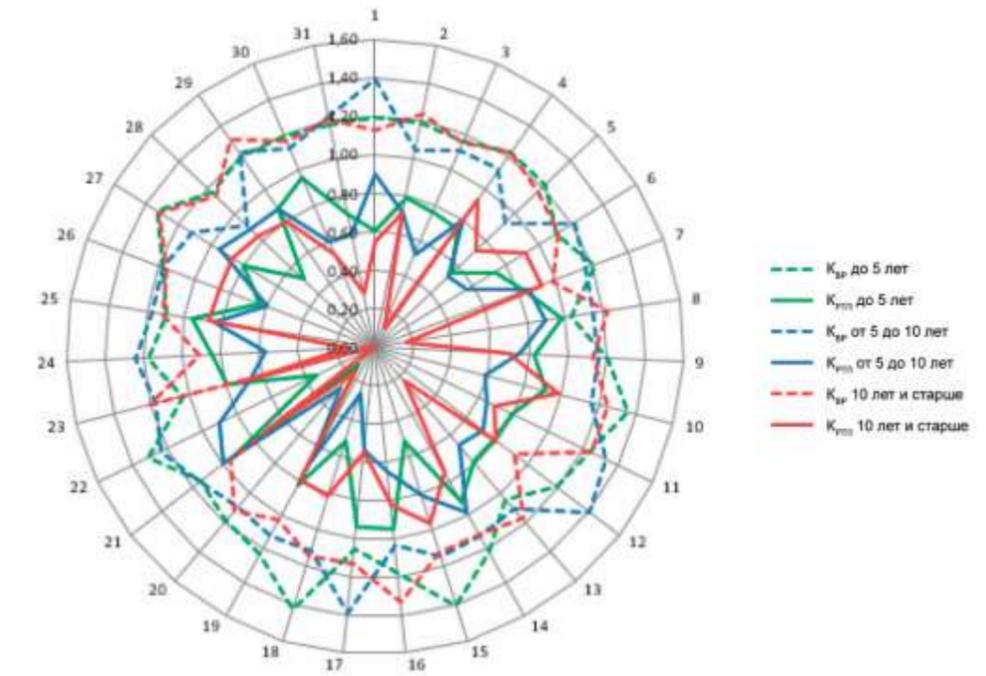


Рисунок Б.34 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у грузоподъемных машин в марте 2020 г.

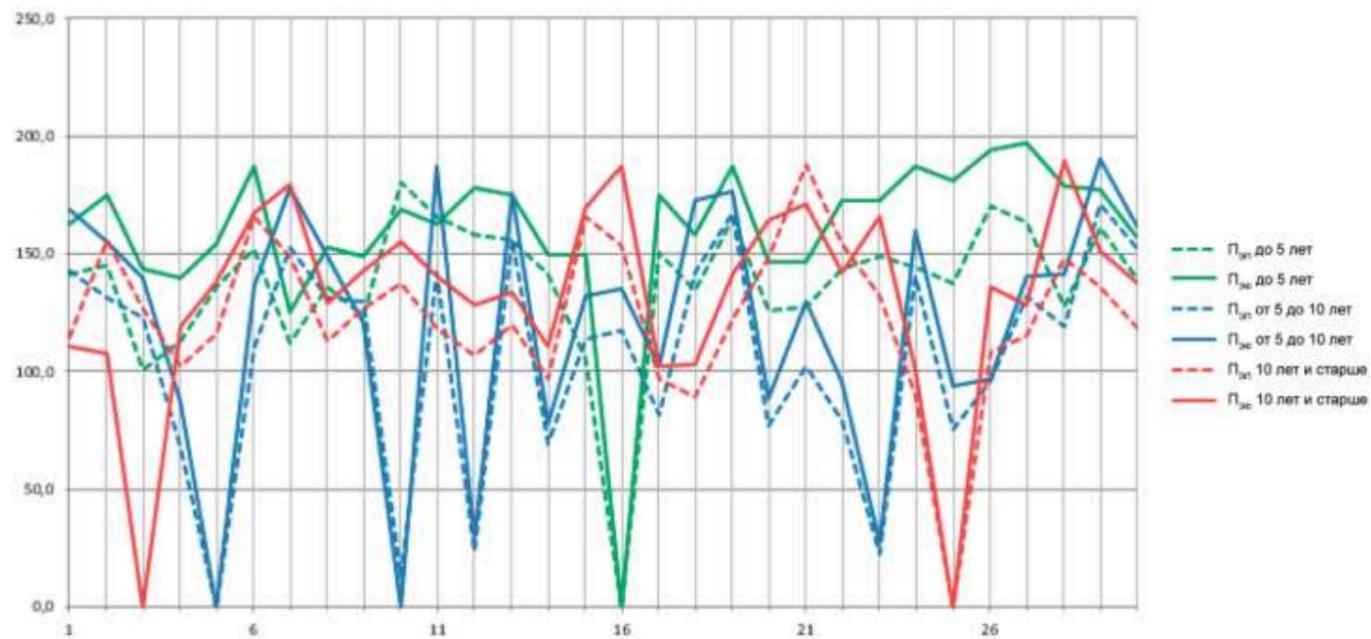


Рисунок Б.35 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в апреле 2020 г.

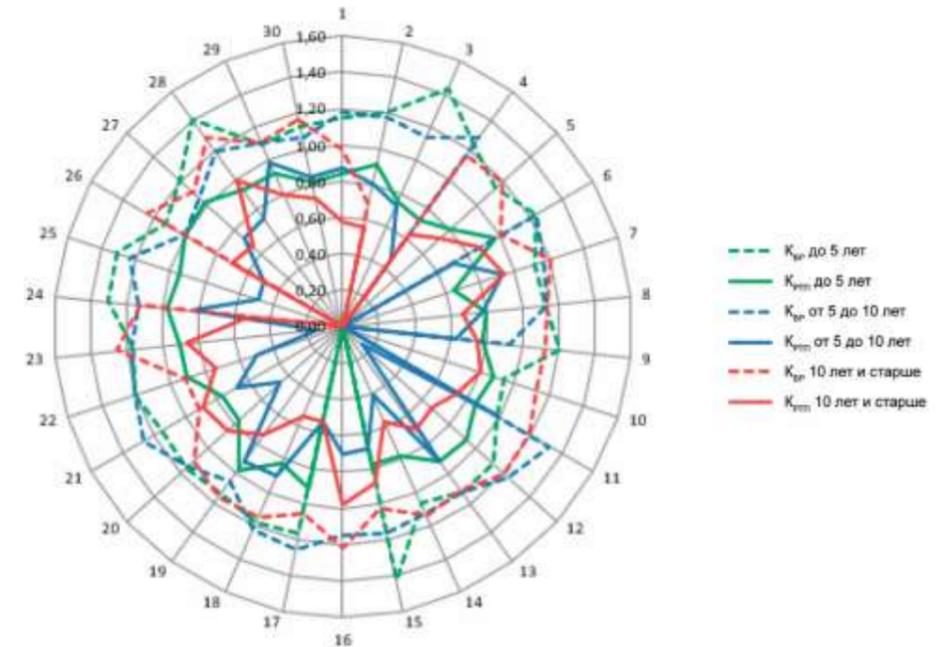


Рисунок Б.36 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у грузоподъемных машин в апреле 2020 г.

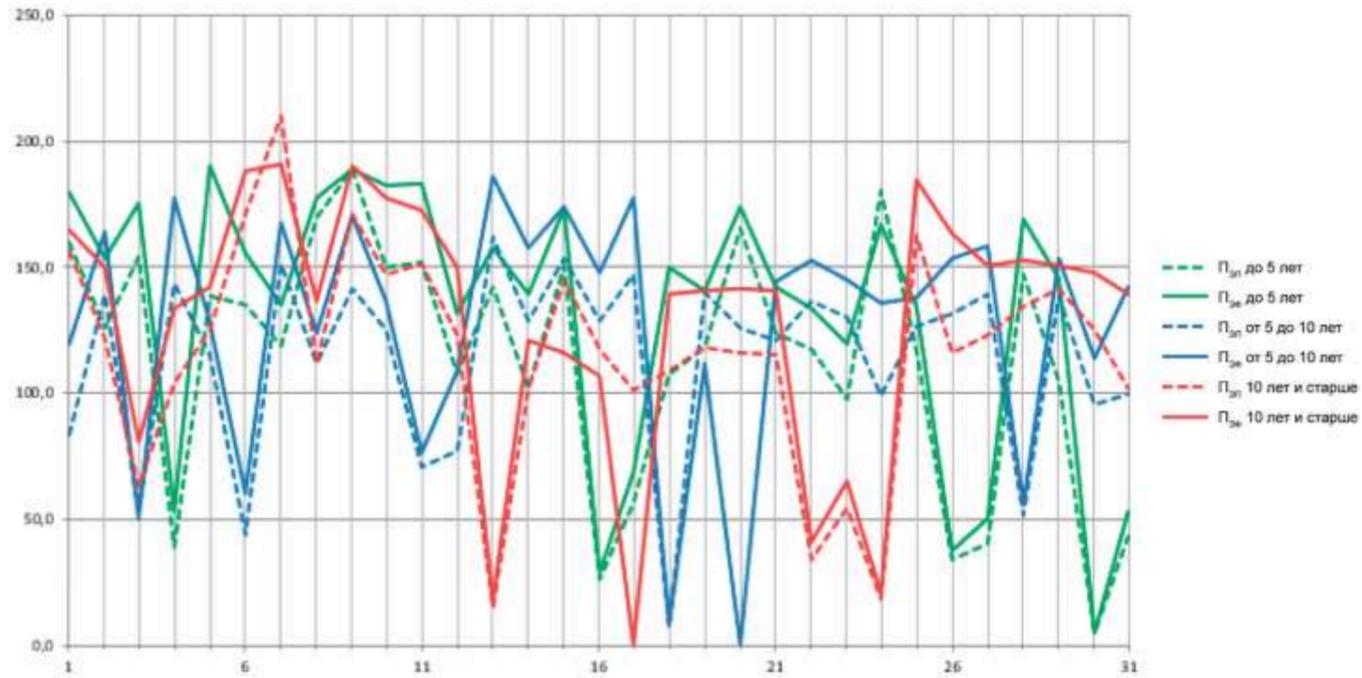


Рисунок Б.37 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в мае 2020 г.

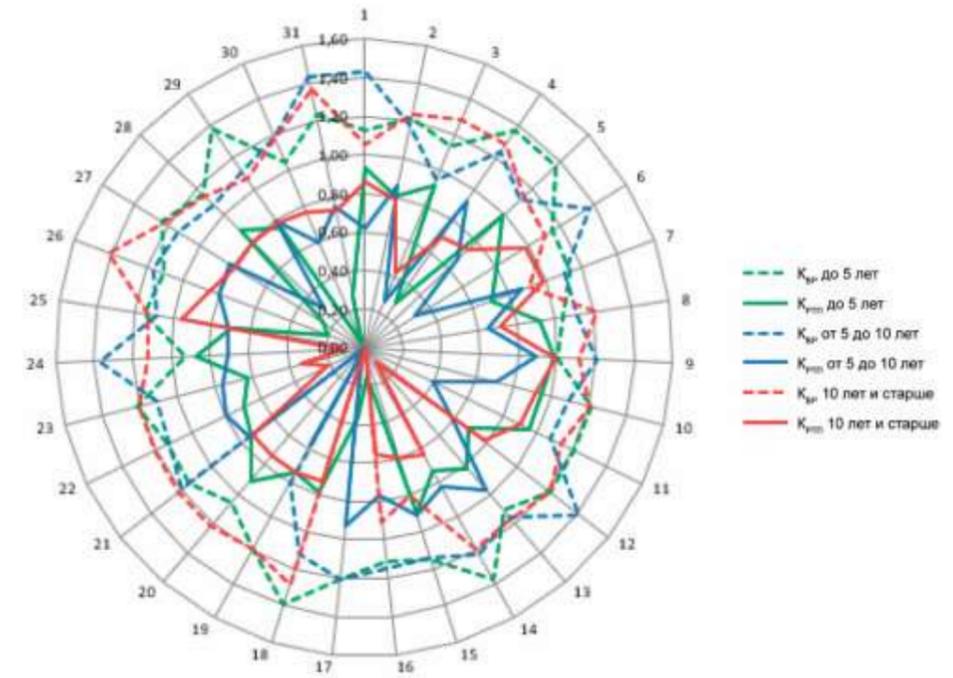


Рисунок Б.38 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у грузоподъемных машин в мае 2020 г.

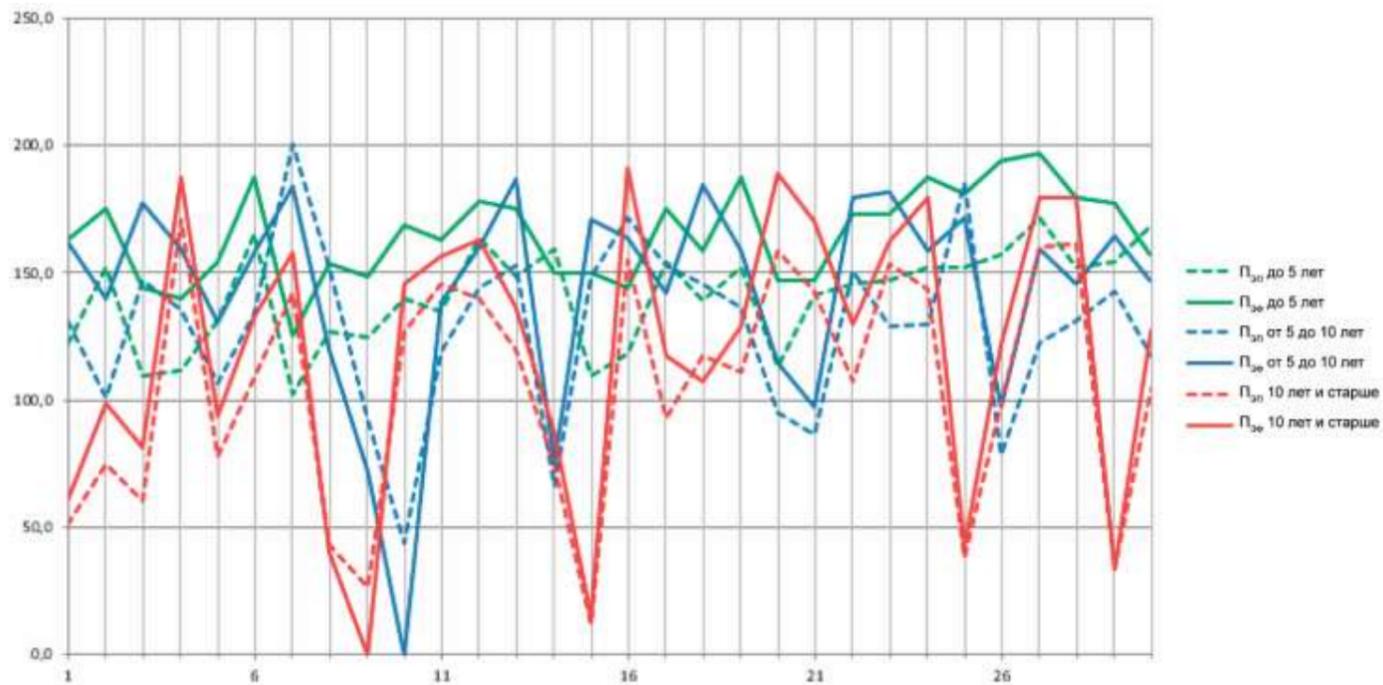


Рисунок Б.39 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в июне 2020 г.

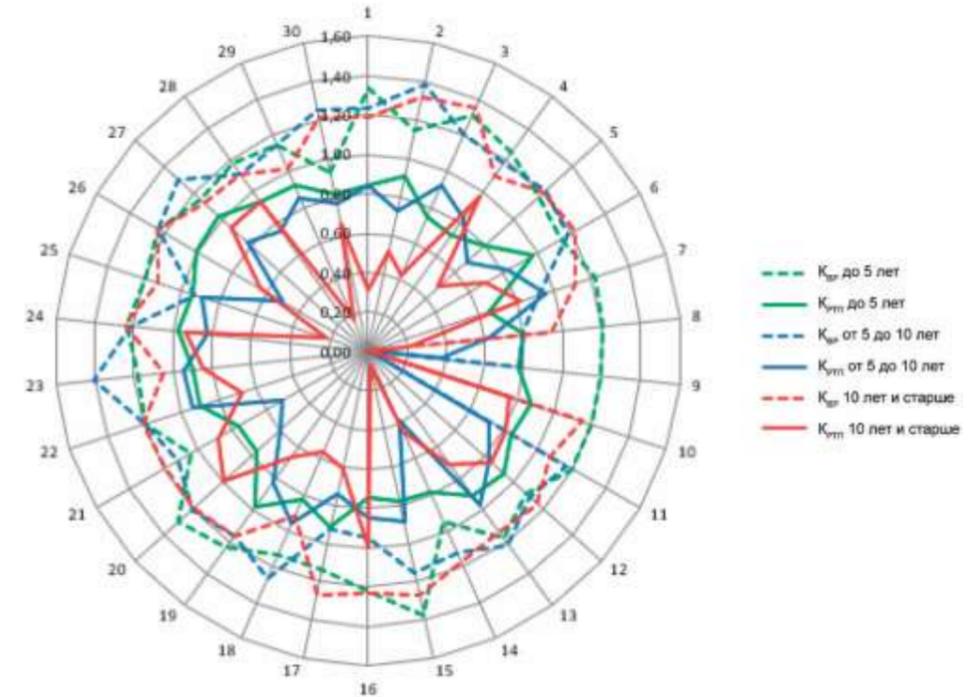


Рисунок Б.40 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у грузоподъемных машин в июне 2020 г.

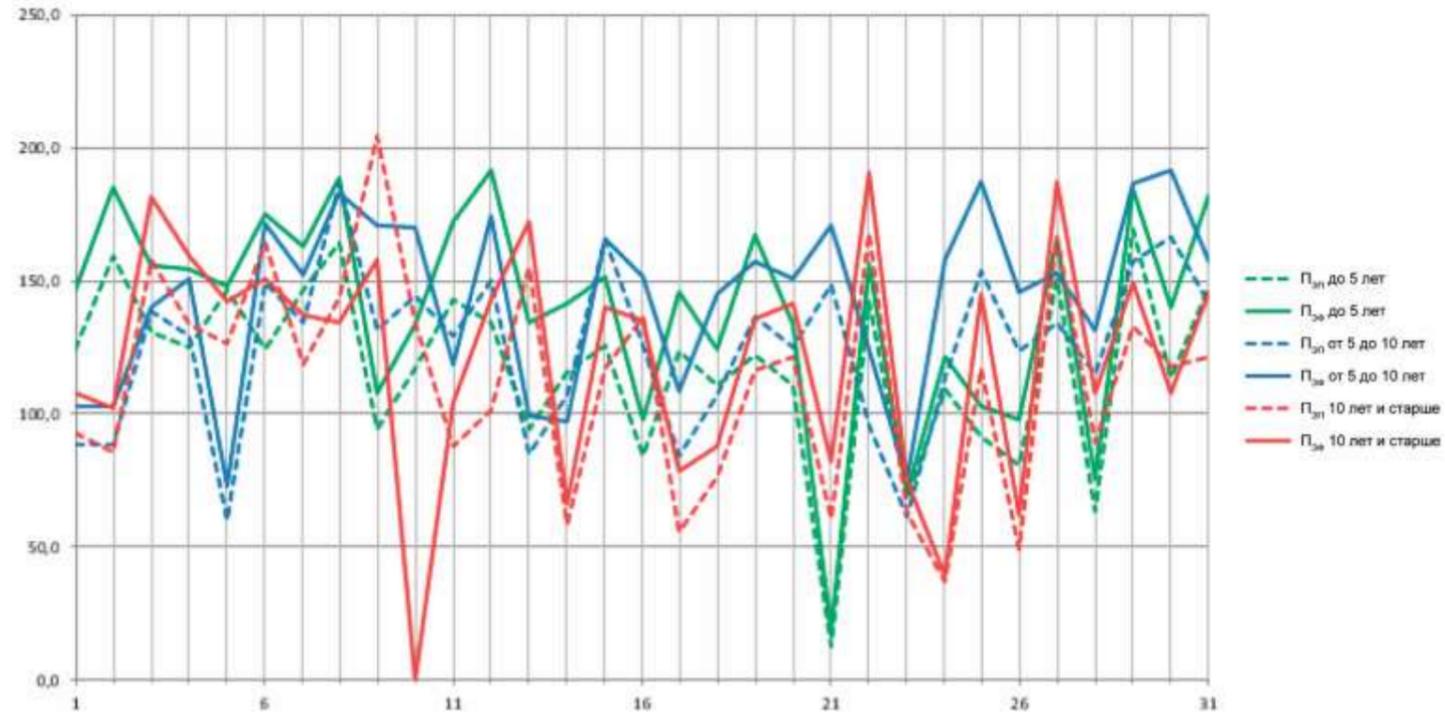


Рисунок Б.41 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в июле 2020 г.

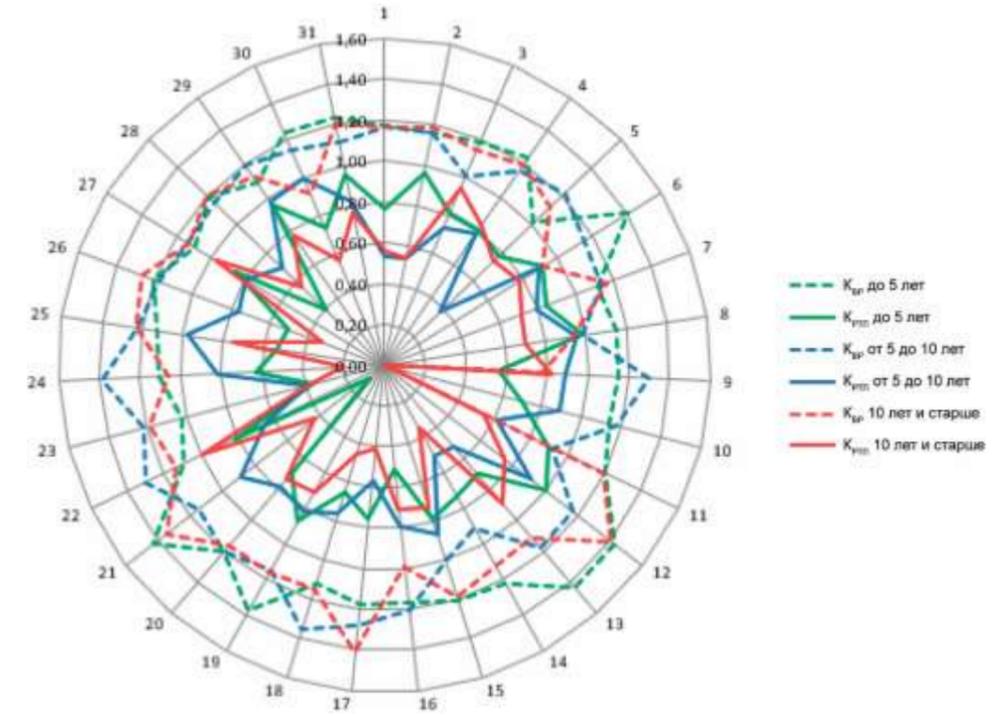


Рисунок Б.42 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у грузоподъемных машин в июле 2020 г.

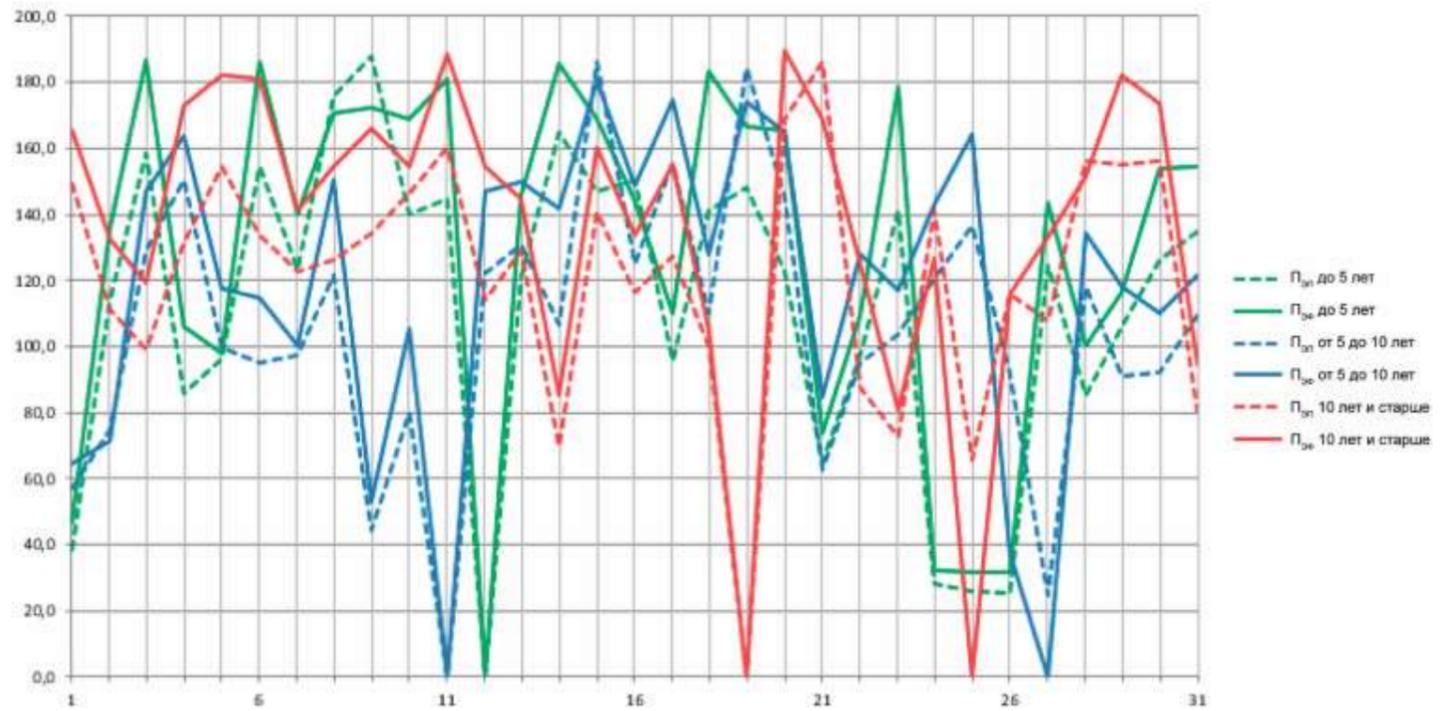


Рисунок Б.43 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в августе 2020 г.

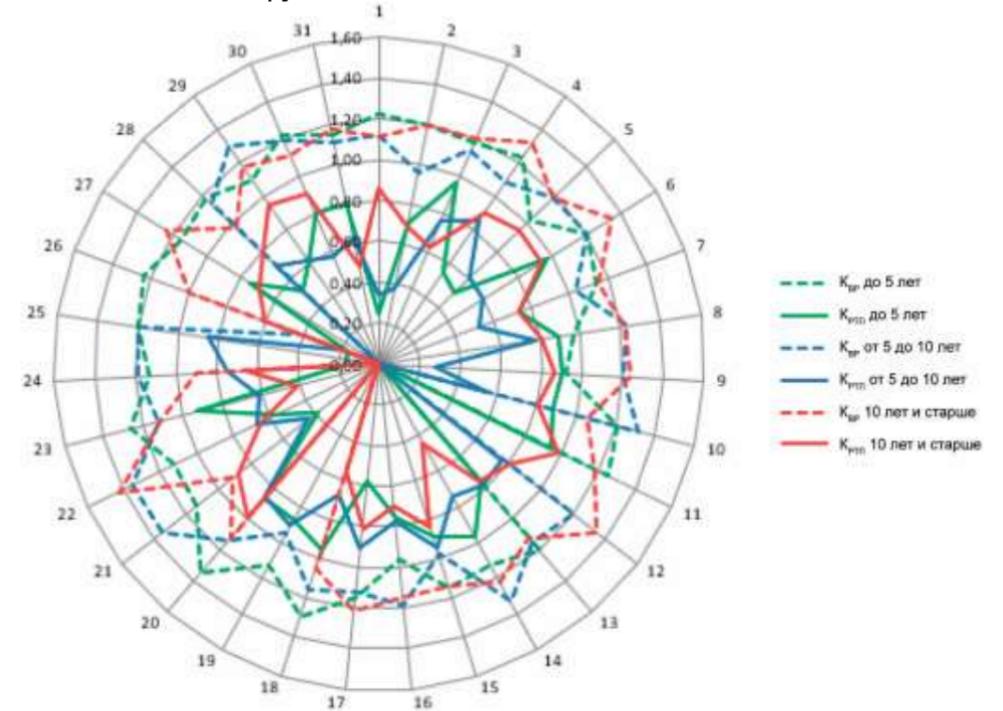


Рисунок Б.44 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у грузоподъемных машин в августе 2020 г.

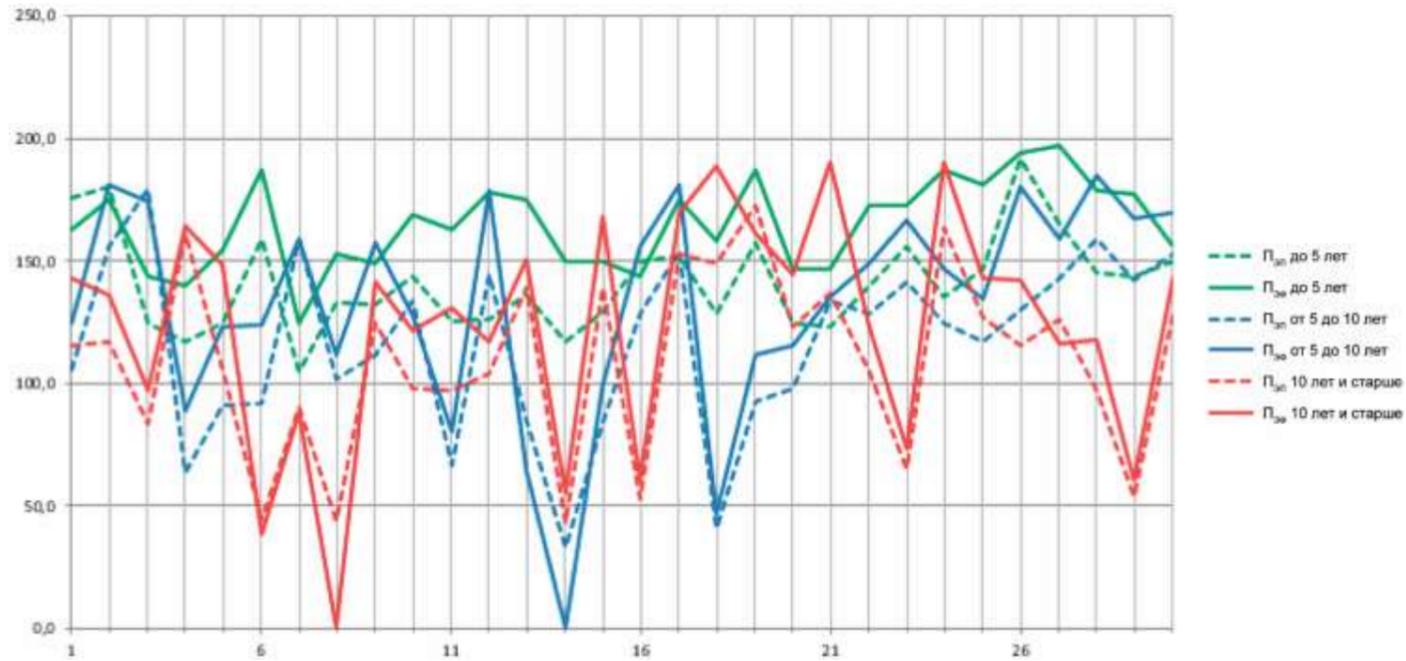


Рисунок Б.45 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в сентябре 2020 г.

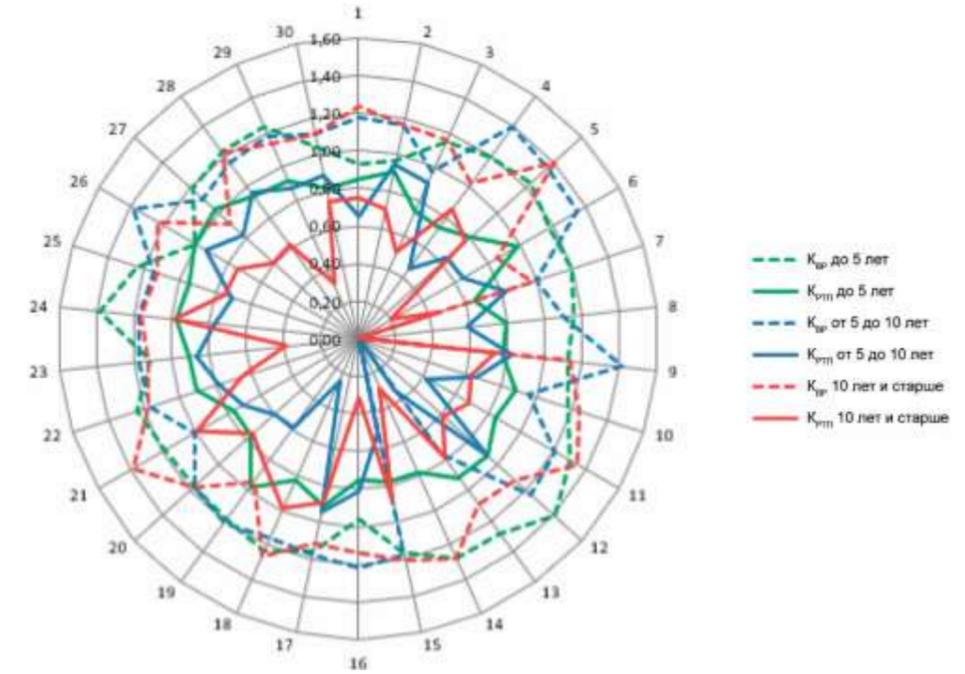


Рисунок Б.46 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (K_{вр}) и реализации технического потенциала (K_{рп}) у грузоподъемных машин в сентябре 2020 г.

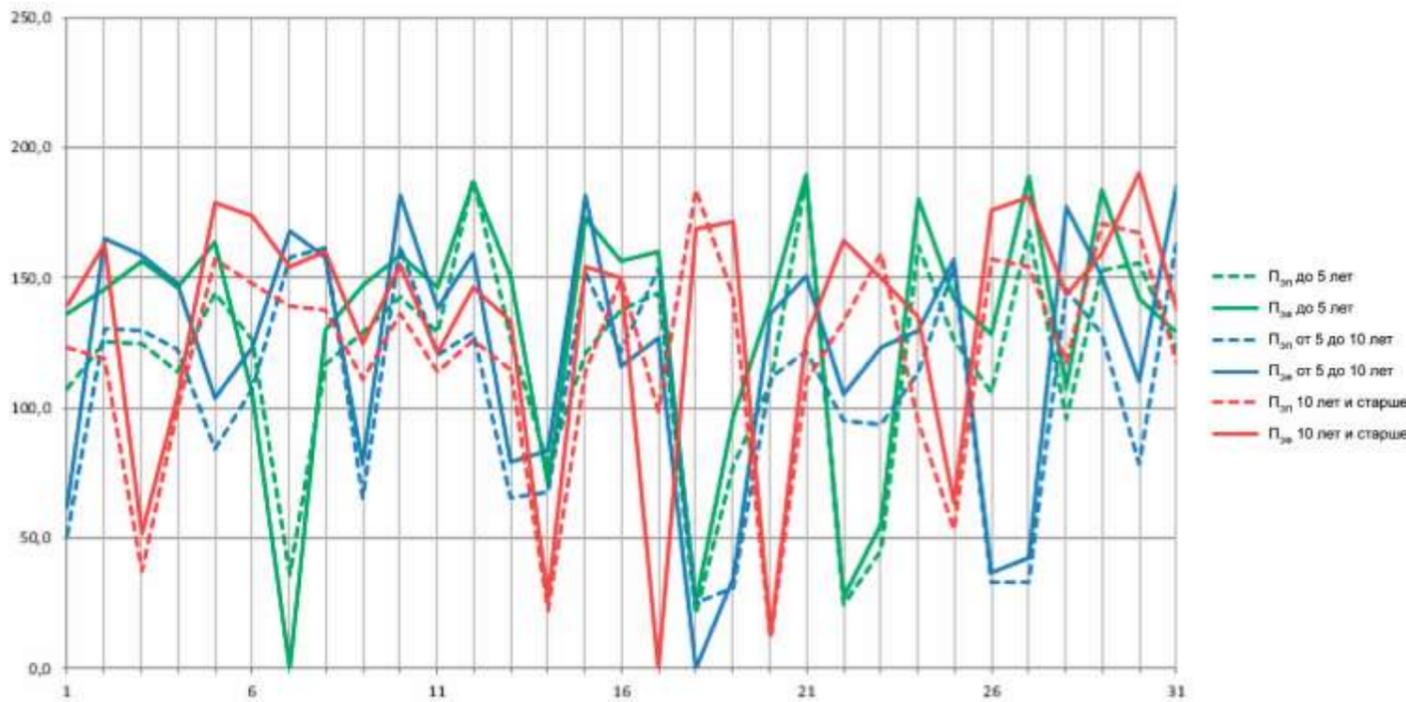


Рисунок Б.47 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у грузоподъемных машин в октябре 2020 г.

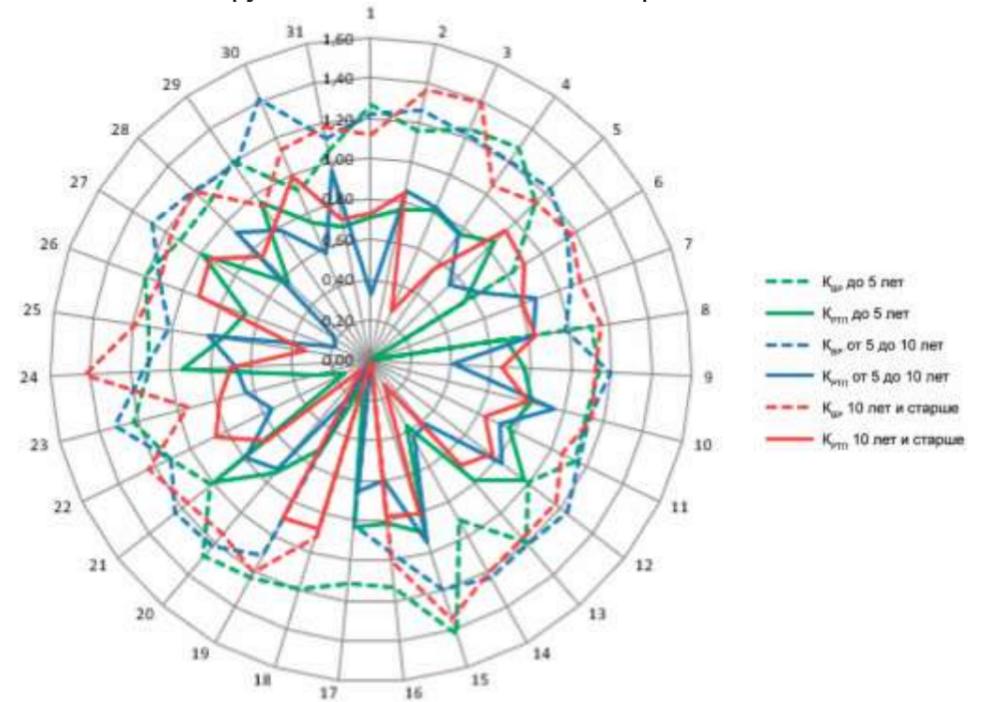


Рисунок Б.48 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (K_{вр}) и реализации технического потенциала (K_{рп}) у грузоподъемных машин в октябре 2020 г.

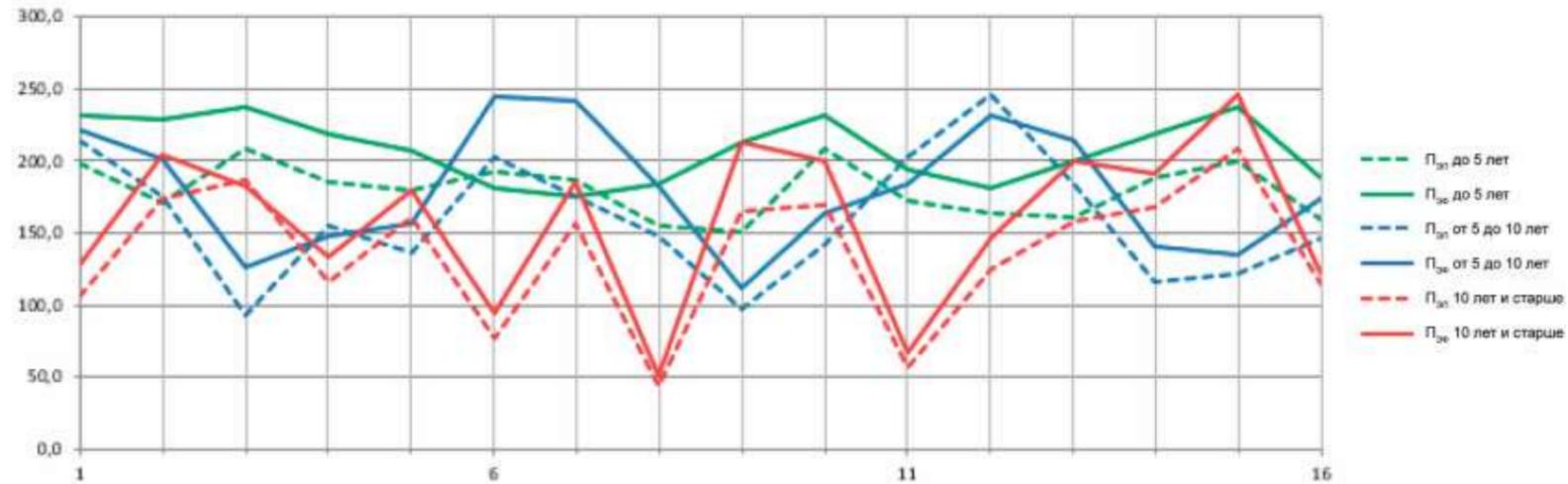


Рисунок Б.49 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у асфальтоукладчиков в ноябре 2019 г.

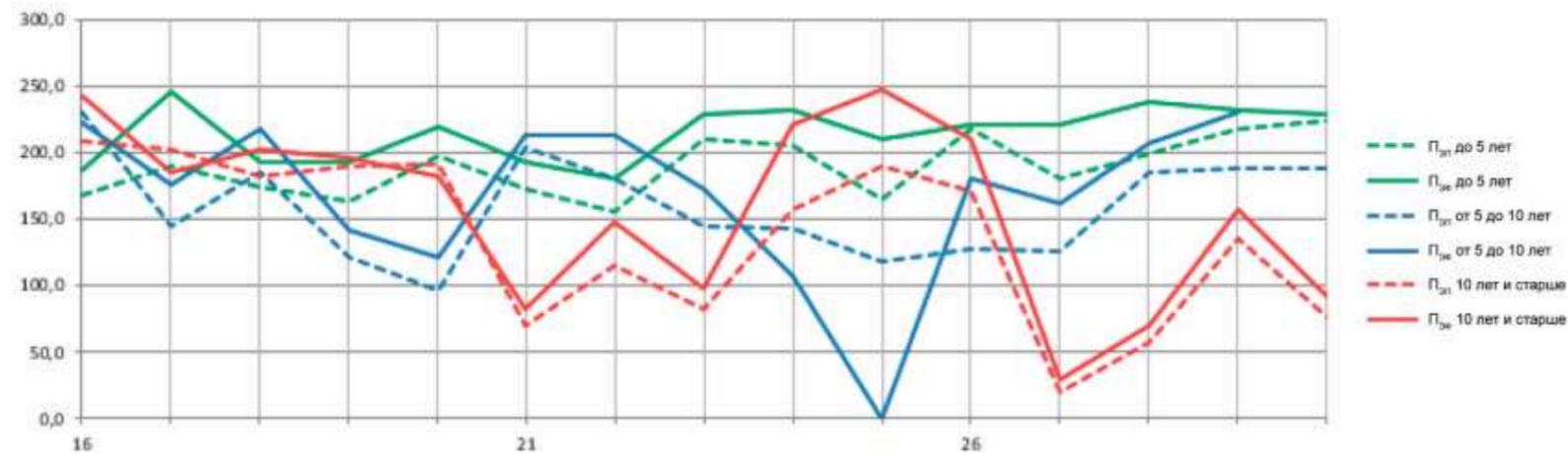


Рисунок Б.51 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у асфальтоукладчиков в апреле 2020 г.

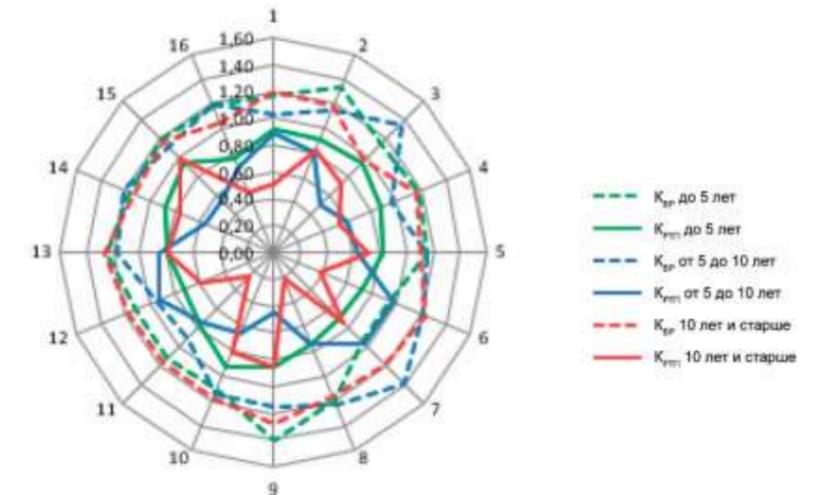


Рисунок Б.50 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у асфальтоукладчиков в ноябре 2019 г.

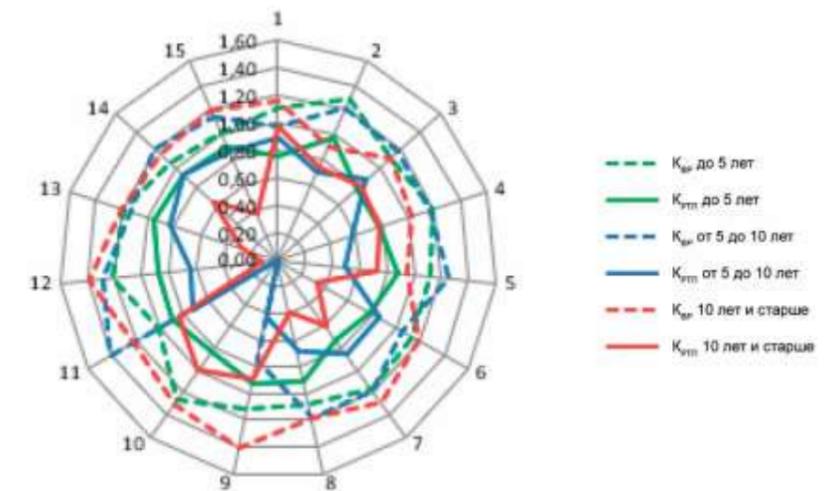


Рисунок Б.52 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у асфальтоукладчиков в апреле 2020 г.

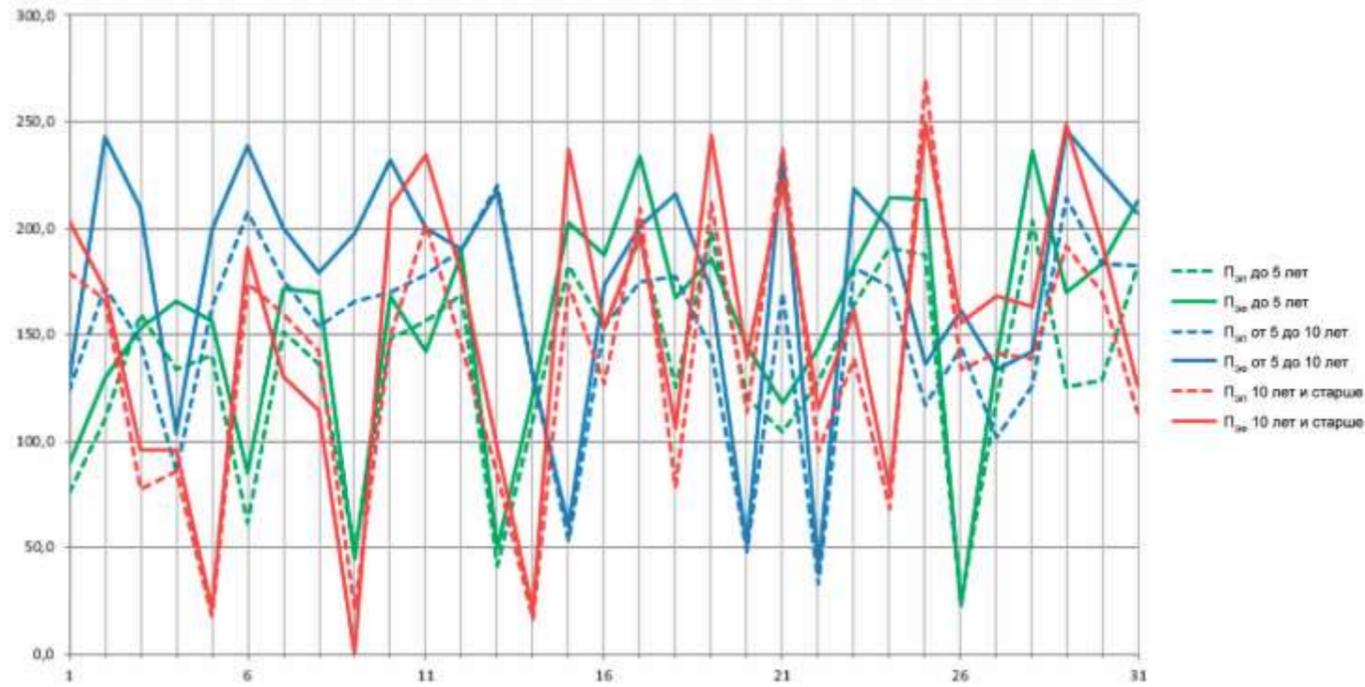


Рисунок Б.53 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у асфальтоукладчиков в мае 2020 г.

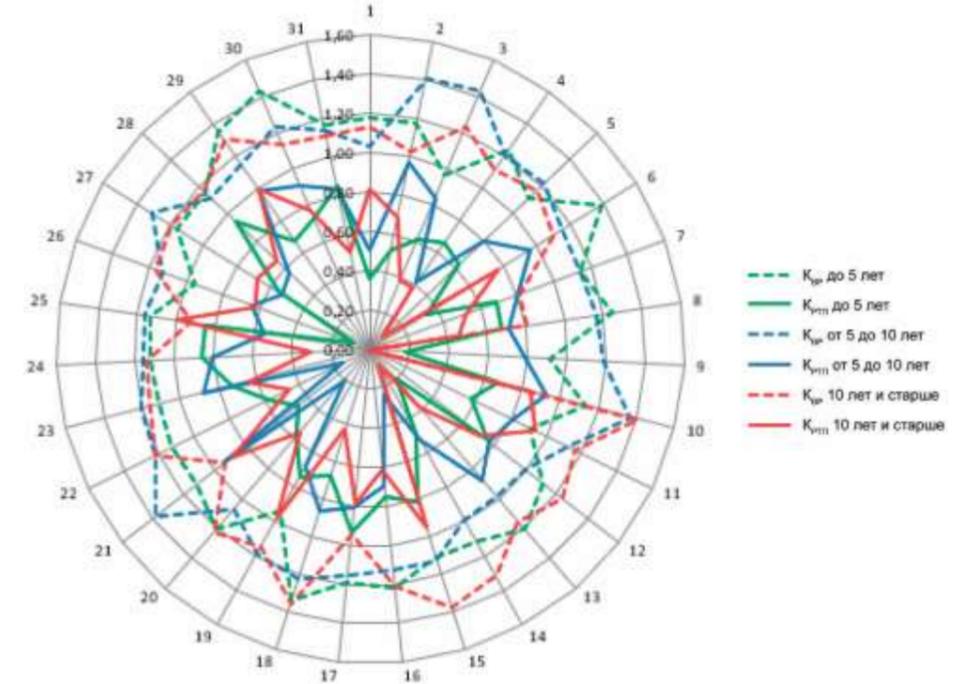


Рисунок Б.54 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у асфальтоукладчиков в мае 2020 г.

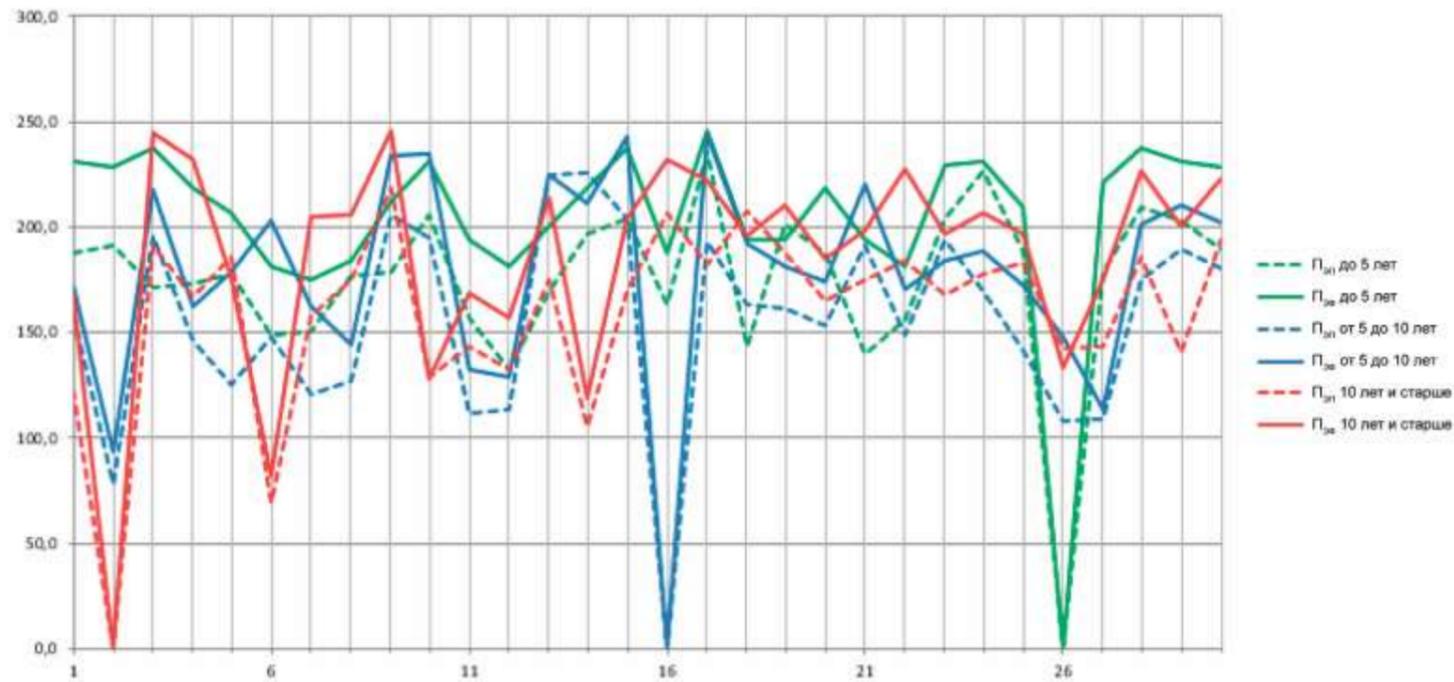


Рисунок Б.55 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у асфальтоукладчиков в июне 2020 г.

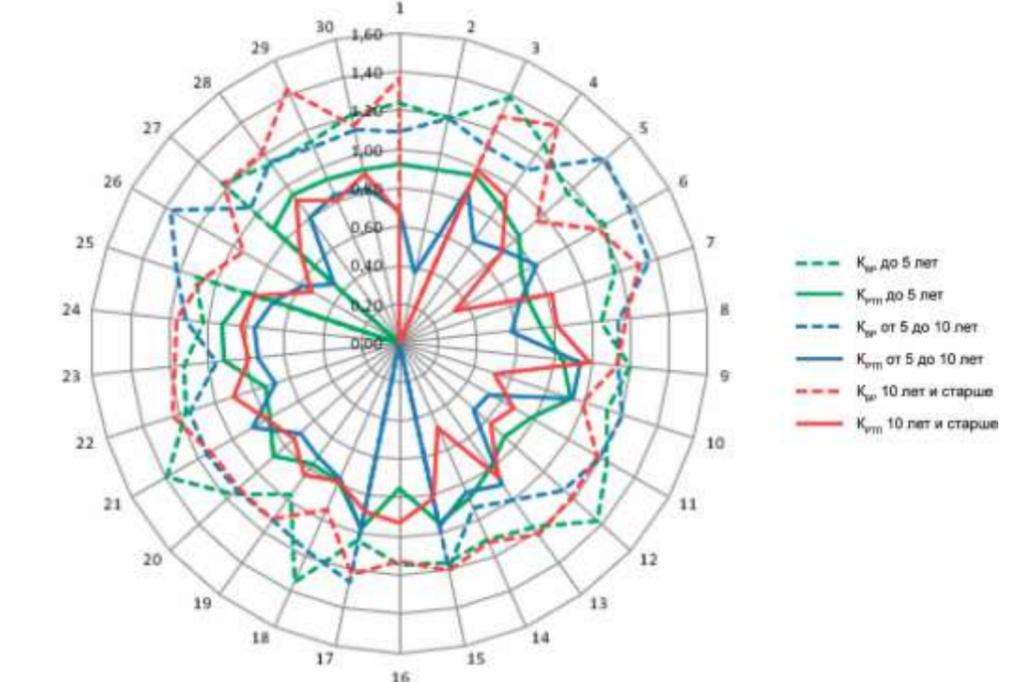


Рисунок Б.56 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у асфальтоукладчиков в июне 2020 г.

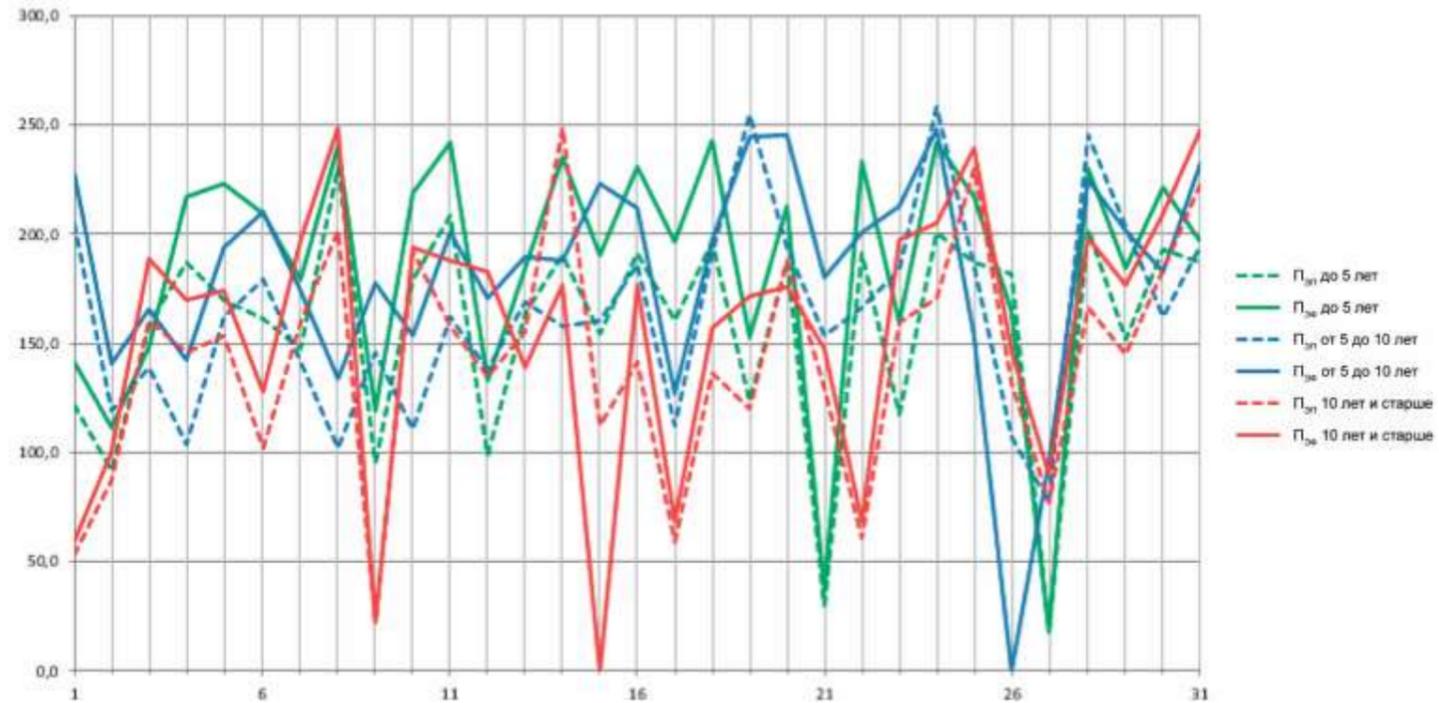


Рисунок Б.57 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у асфальтоукладчиков в июле 2020 г.

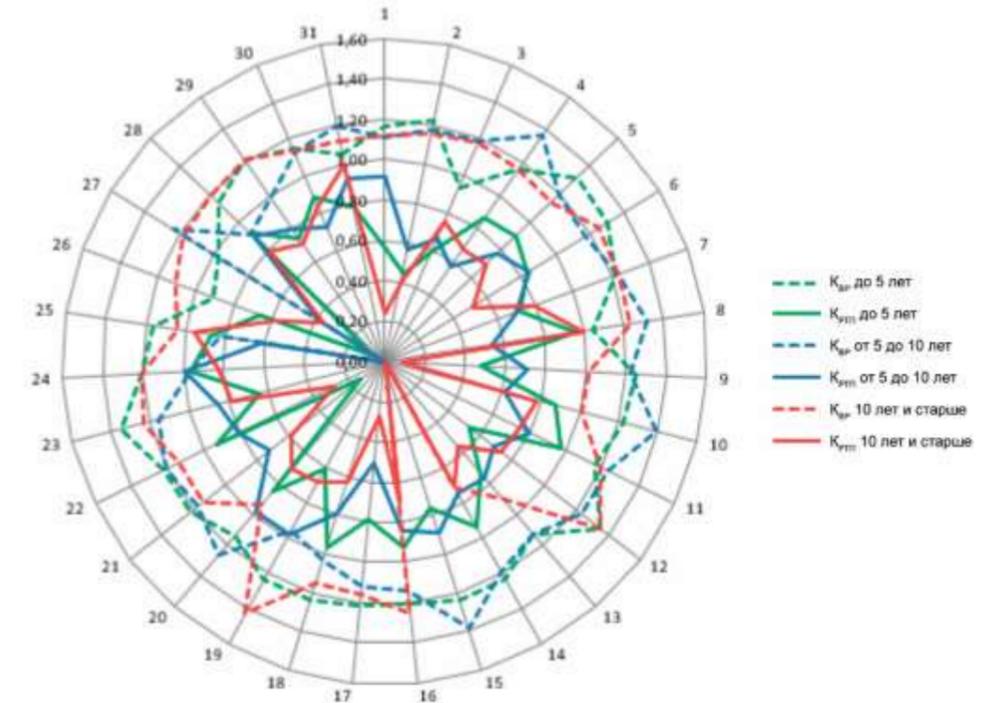


Рисунок Б.58 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у асфальтоукладчиков в июле 2020 г.

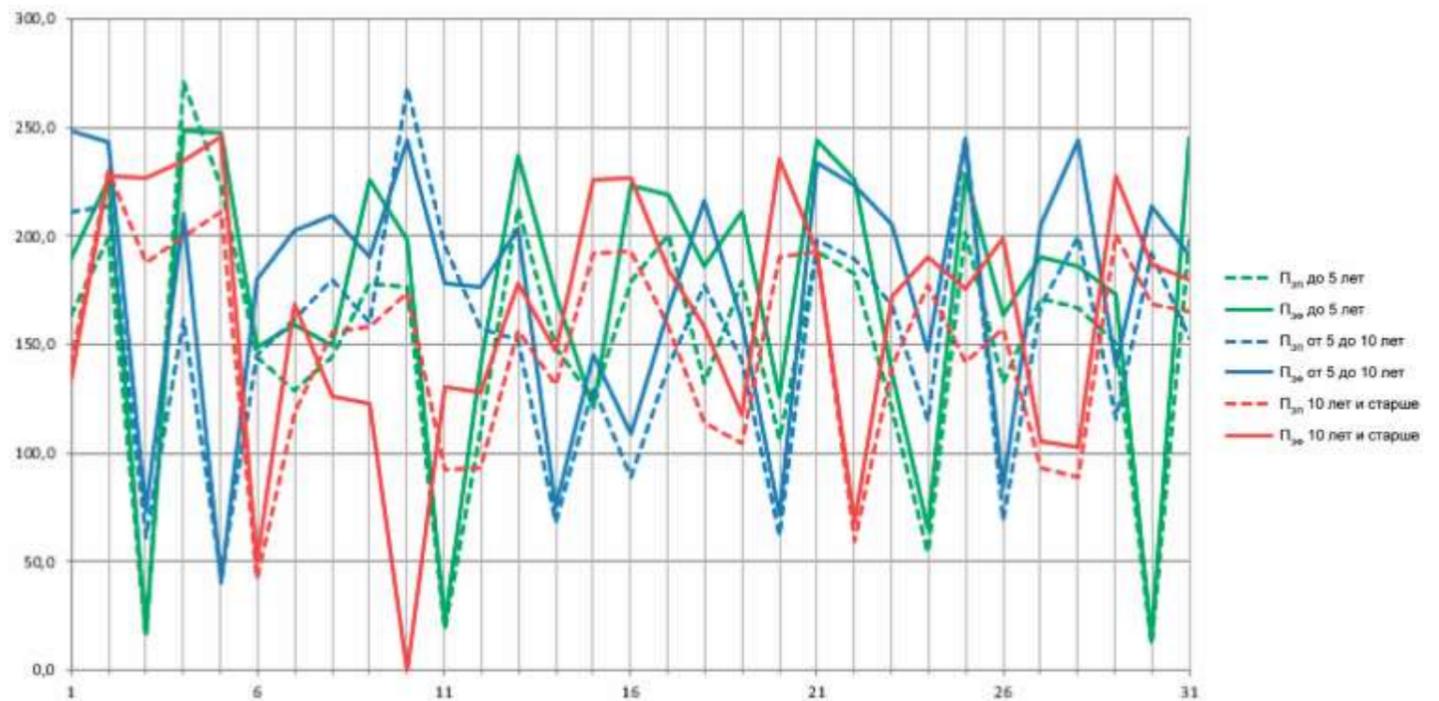


Рисунок Б.59 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у асфальтоукладчиков в августе 2020 г.

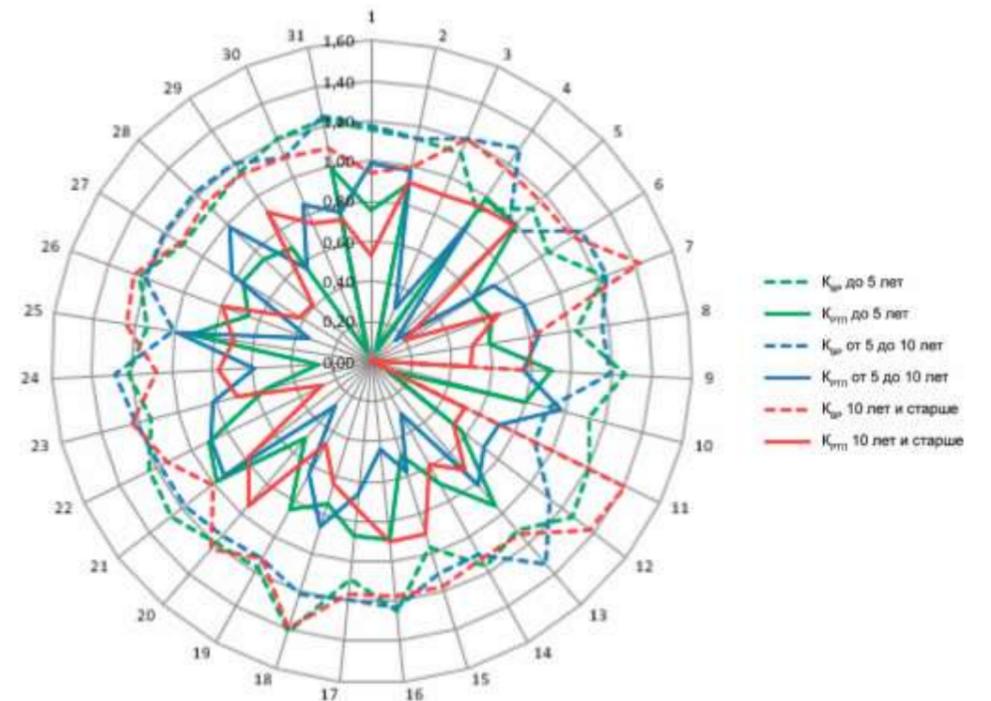


Рисунок Б.60 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у асфальтоукладчиков в августе 2020 г.

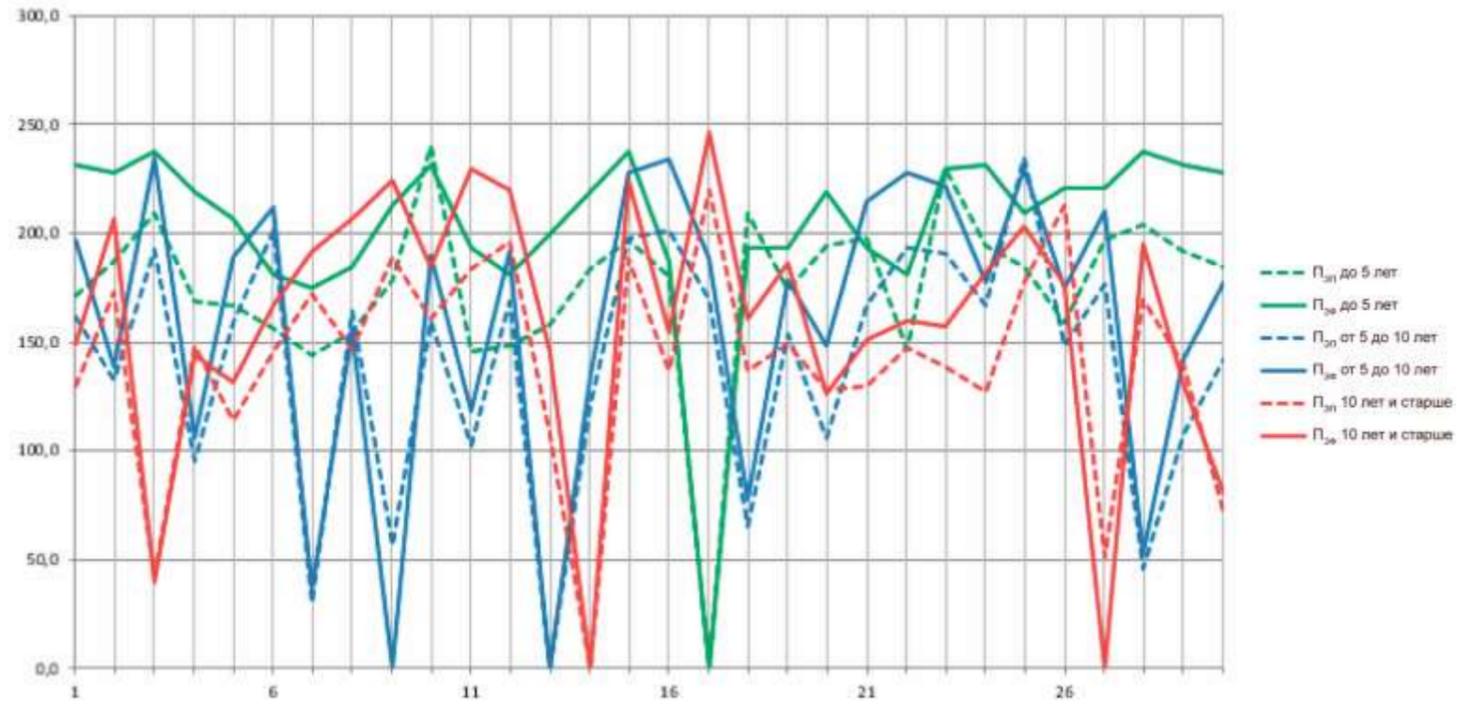


Рисунок Б.61 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у асфальтоукладчиков в сентябре 2020 г.

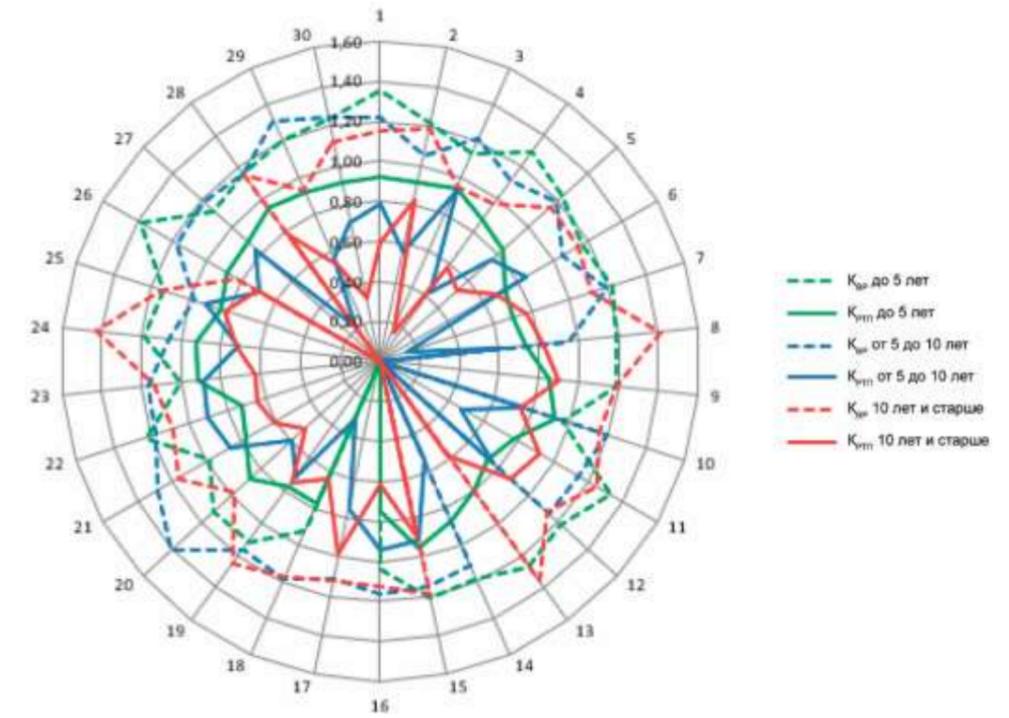


Рисунок Б.62 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у асфальтоукладчиков в сентябре 2020 г.

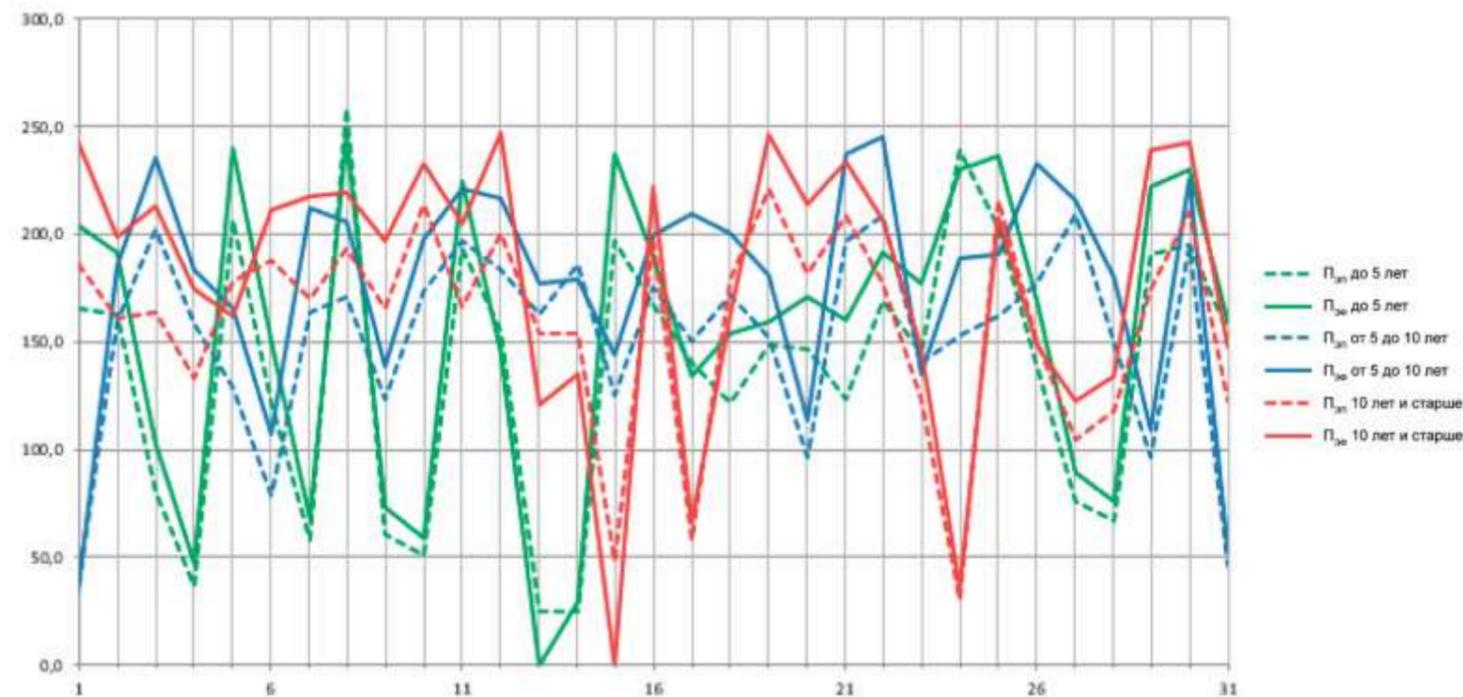


Рисунок Б.63 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у асфальтоукладчиков в октябре 2020 г.

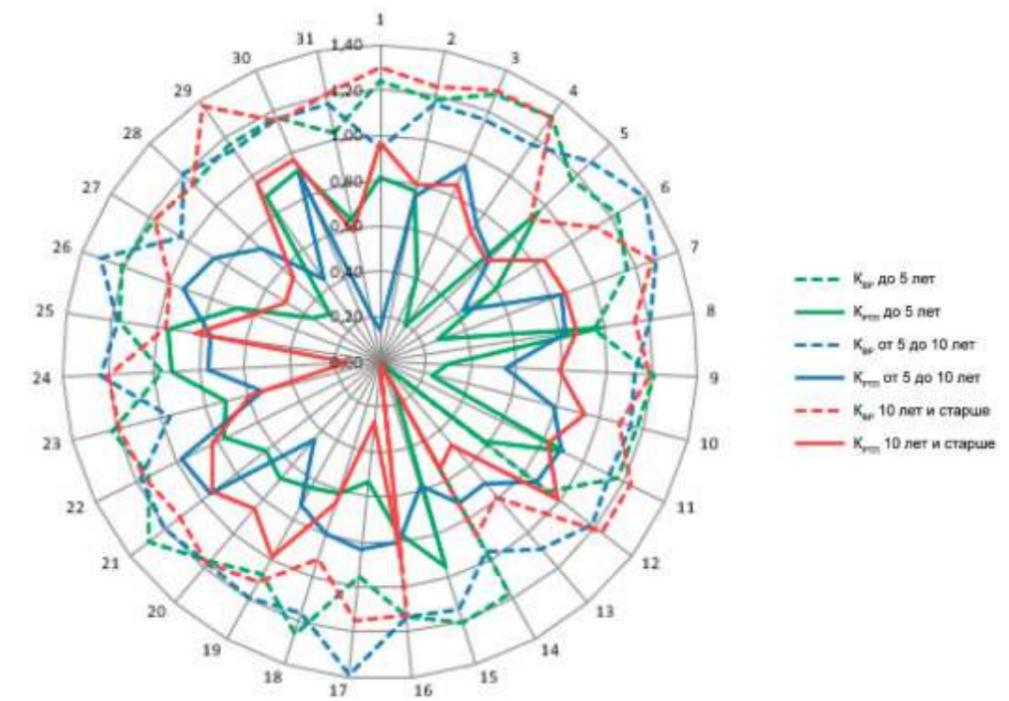


Рисунок Б.64 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у асфальтоукладчиков в октябре 2020 г.

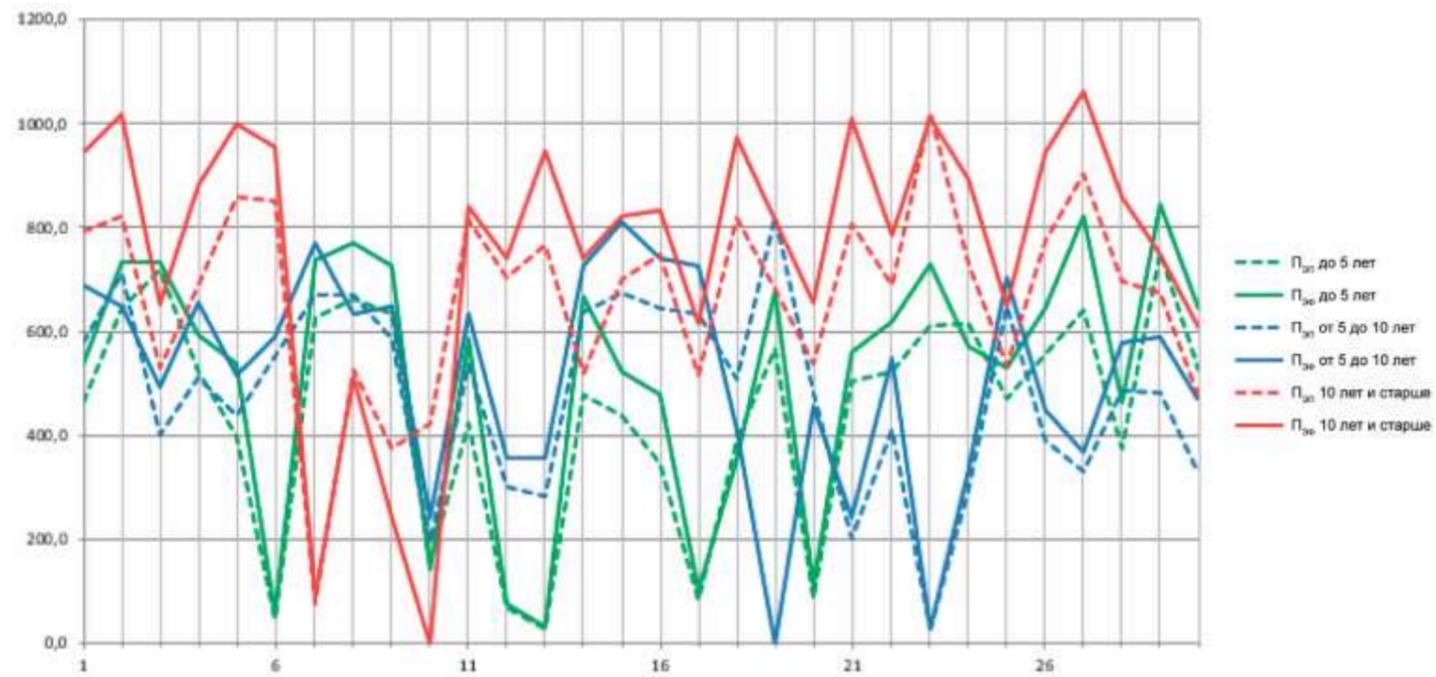


Рисунок Б.65 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в ноябре 2019 г.

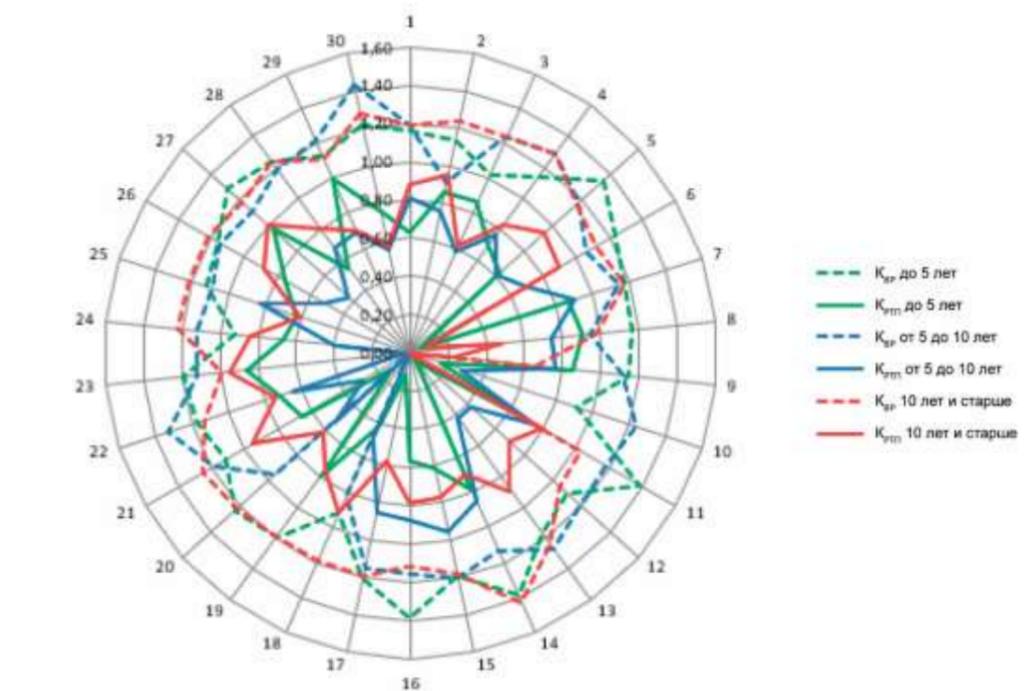


Рисунок Б.66 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у катков в ноябре 2019 г.

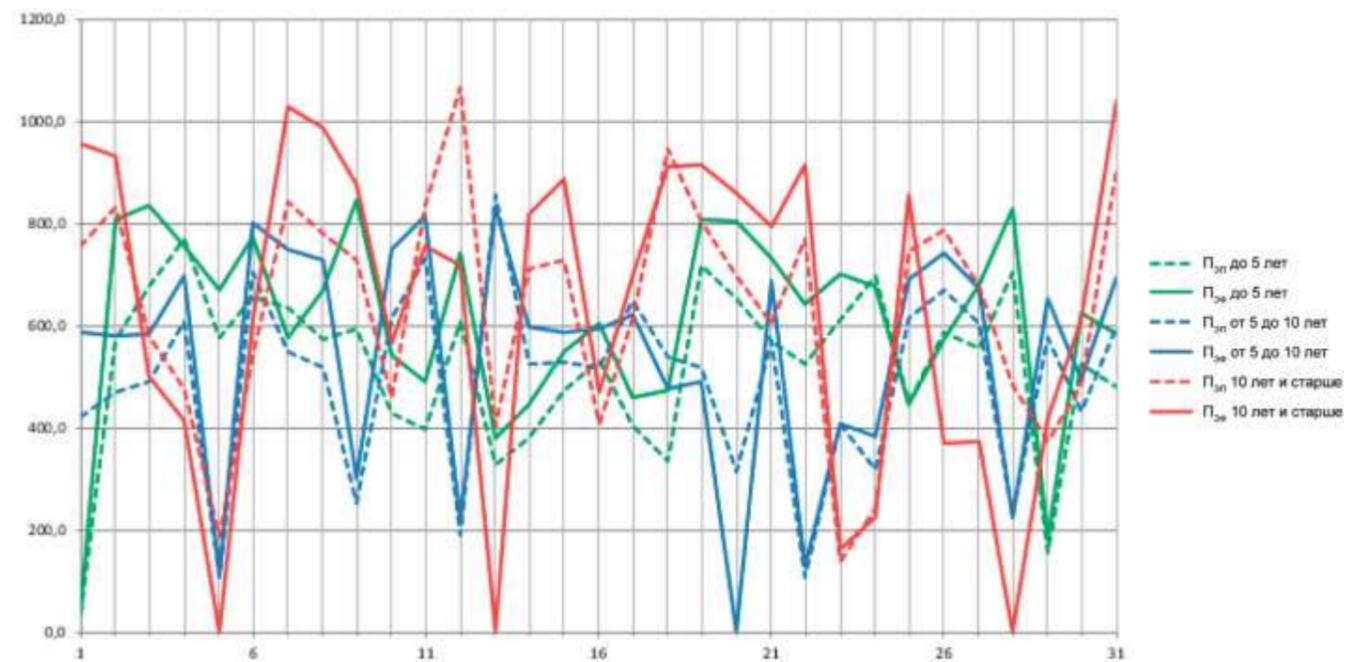


Рисунок Б.67 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в декабре 2020 г.

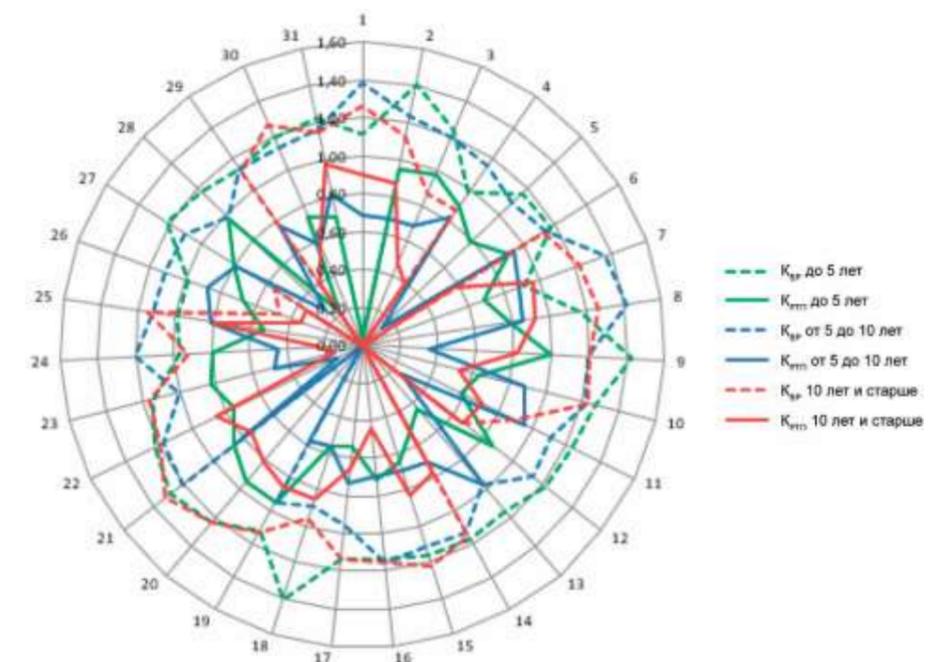


Рисунок Б.68 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у катков в декабре 2020 г.

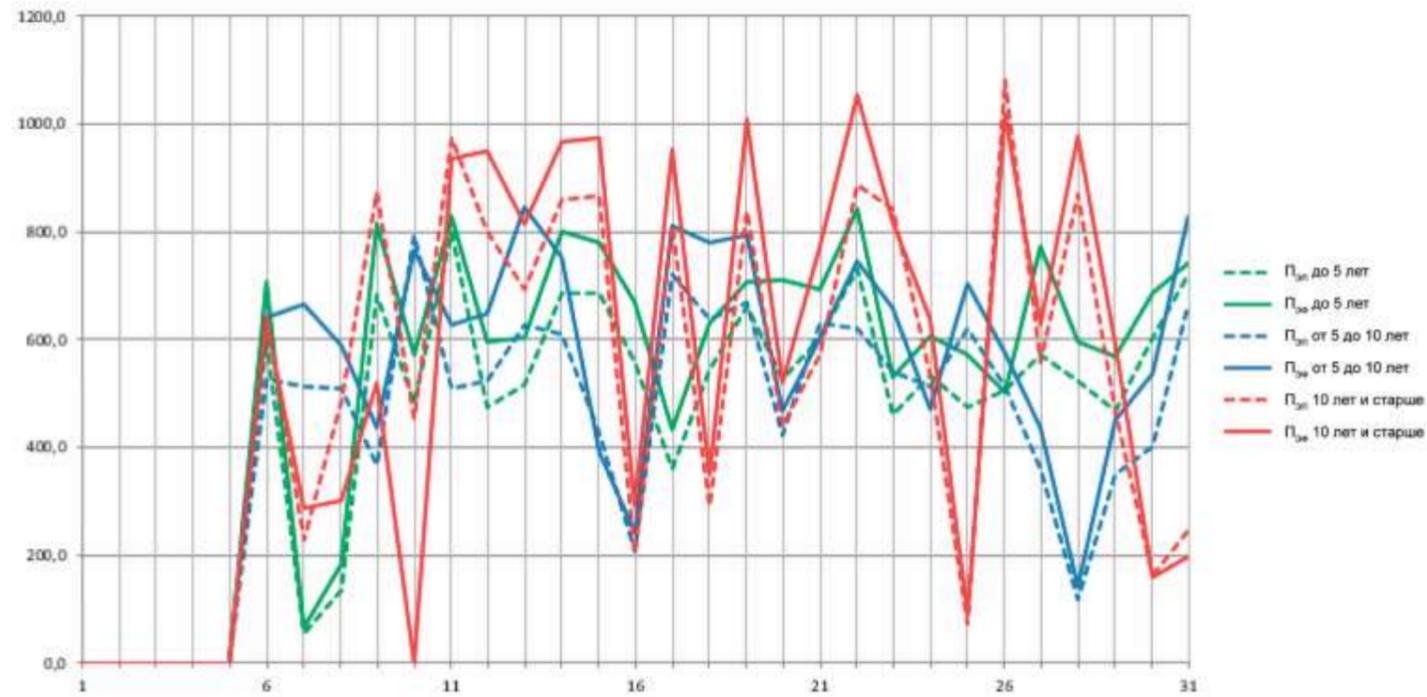


Рисунок Б.69 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в январе 2020 г.

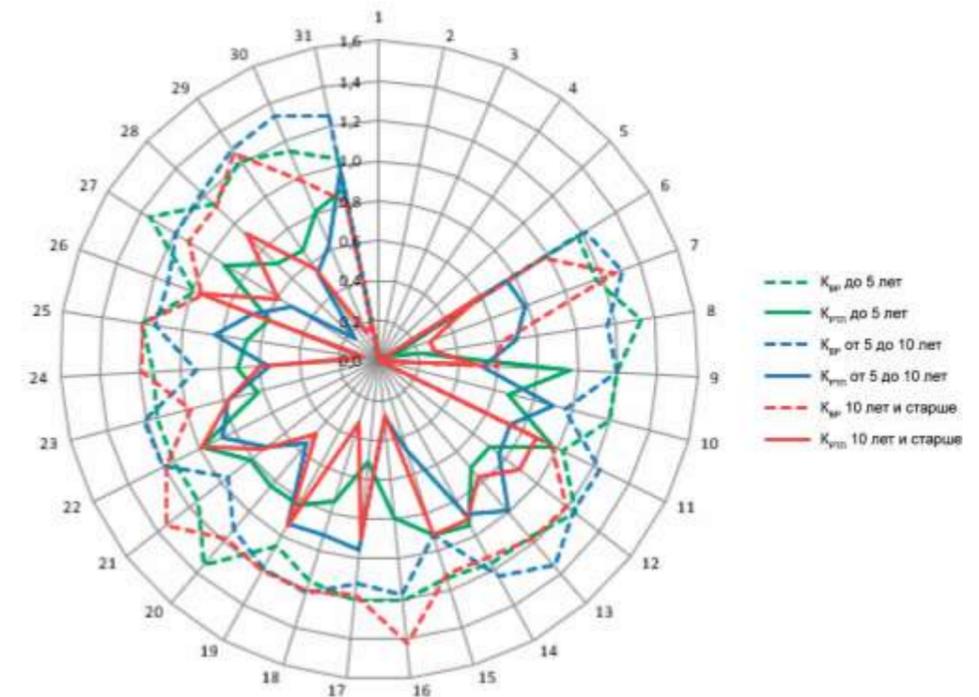


Рисунок Б.70 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у катков в январе 2020 г.

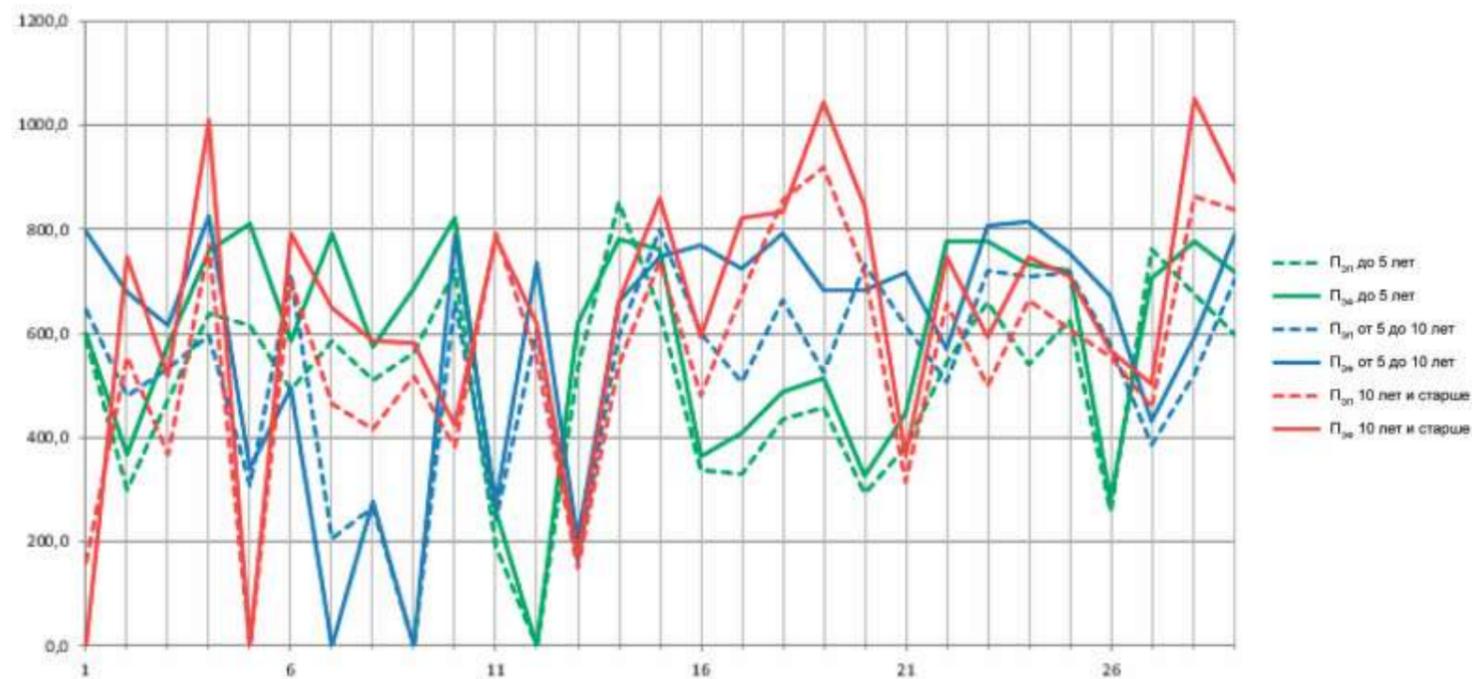


Рисунок Б.71 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в феврале 2020 г.

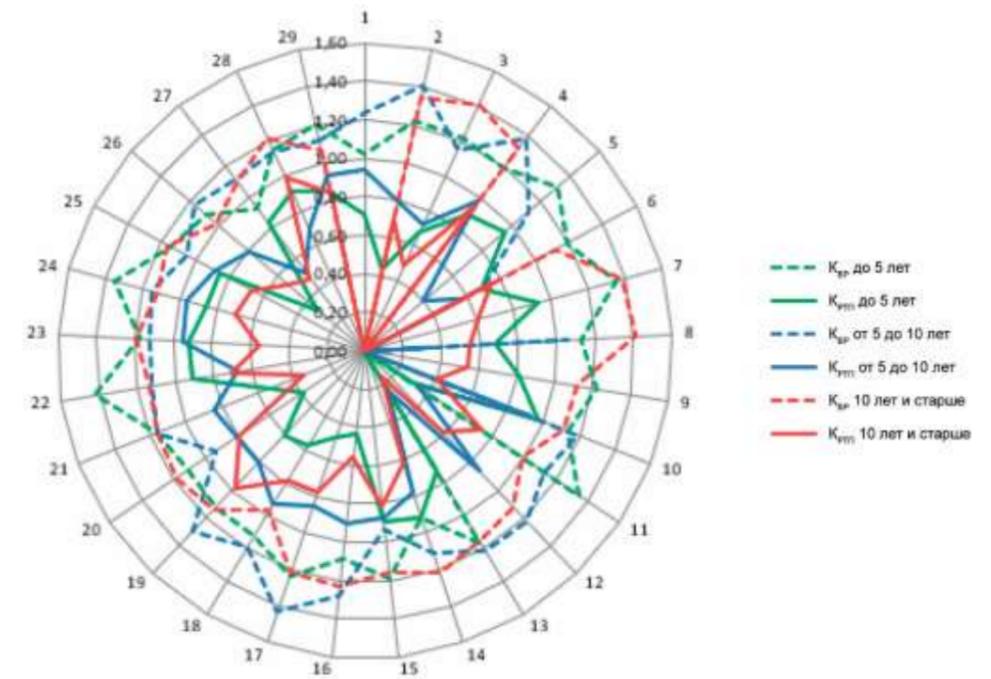


Рисунок Б.72 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у катков в феврале 2020 г.

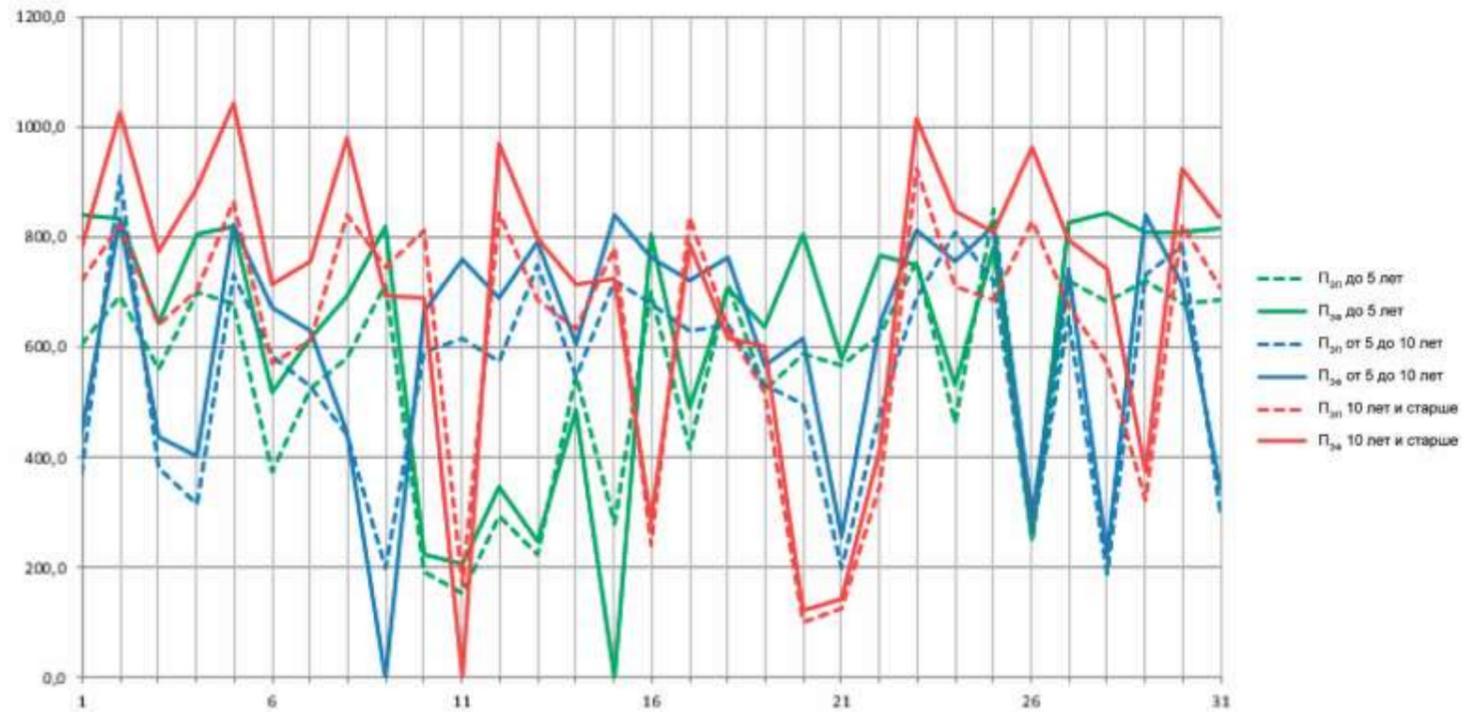


Рисунок Б.73 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в марте 2020 г.

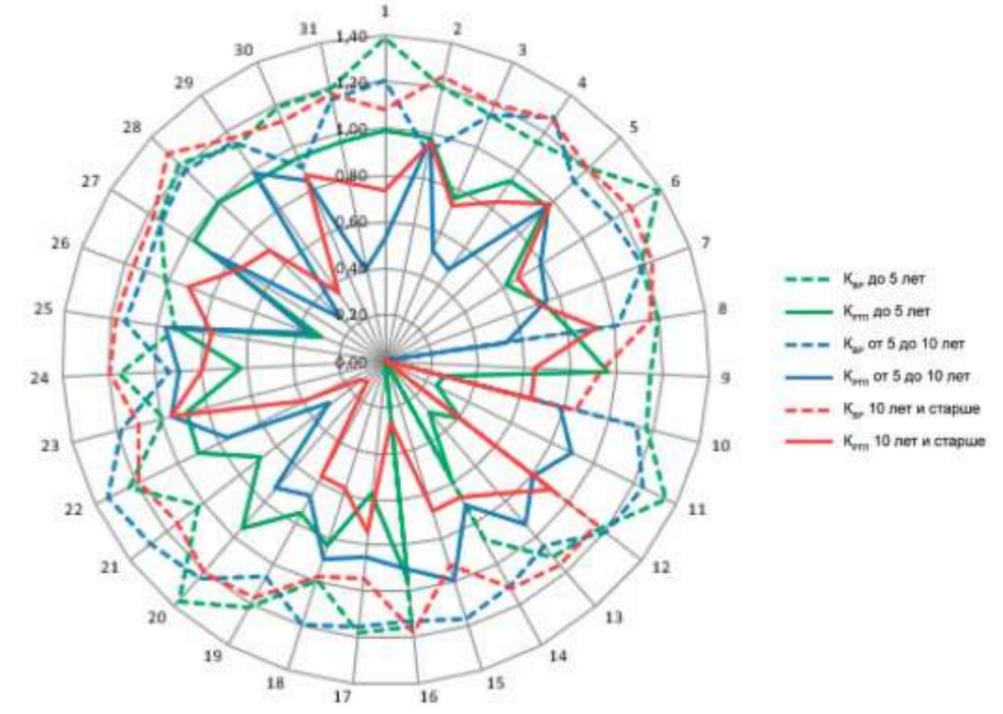


Рисунок Б.74 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у катков в марте 2020 г.

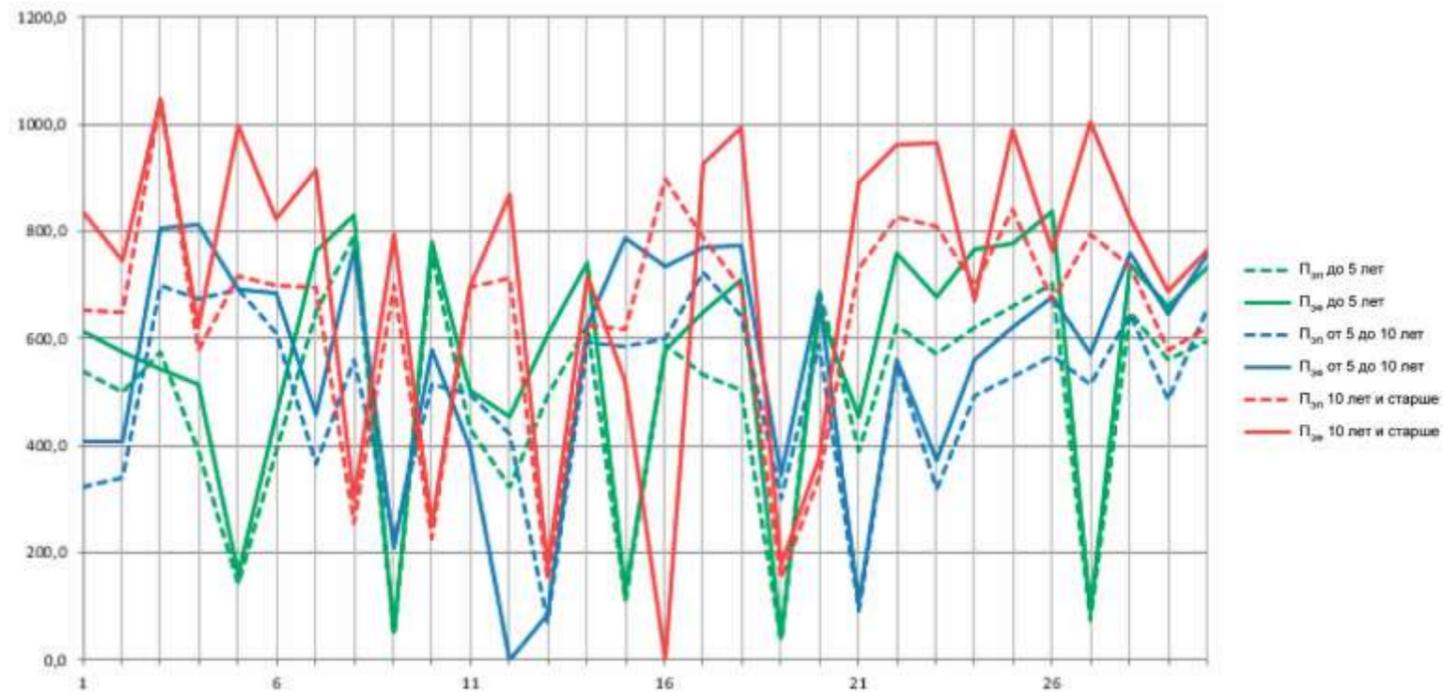


Рисунок Б.75 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в апреле 2020 г.

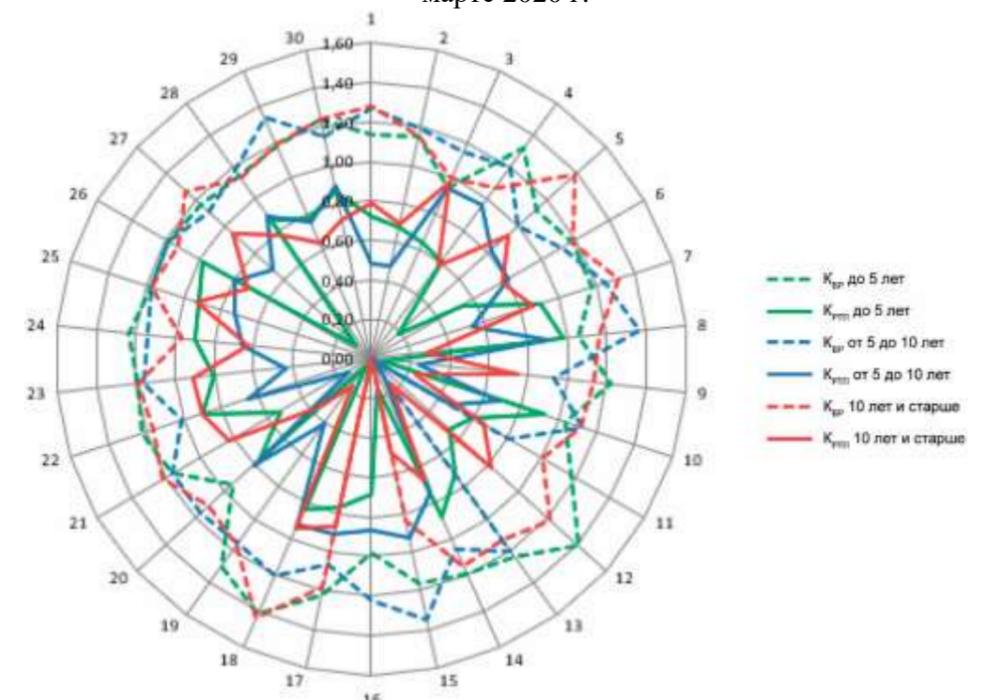


Рисунок Б.76 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у катков в апреле 2020 г.

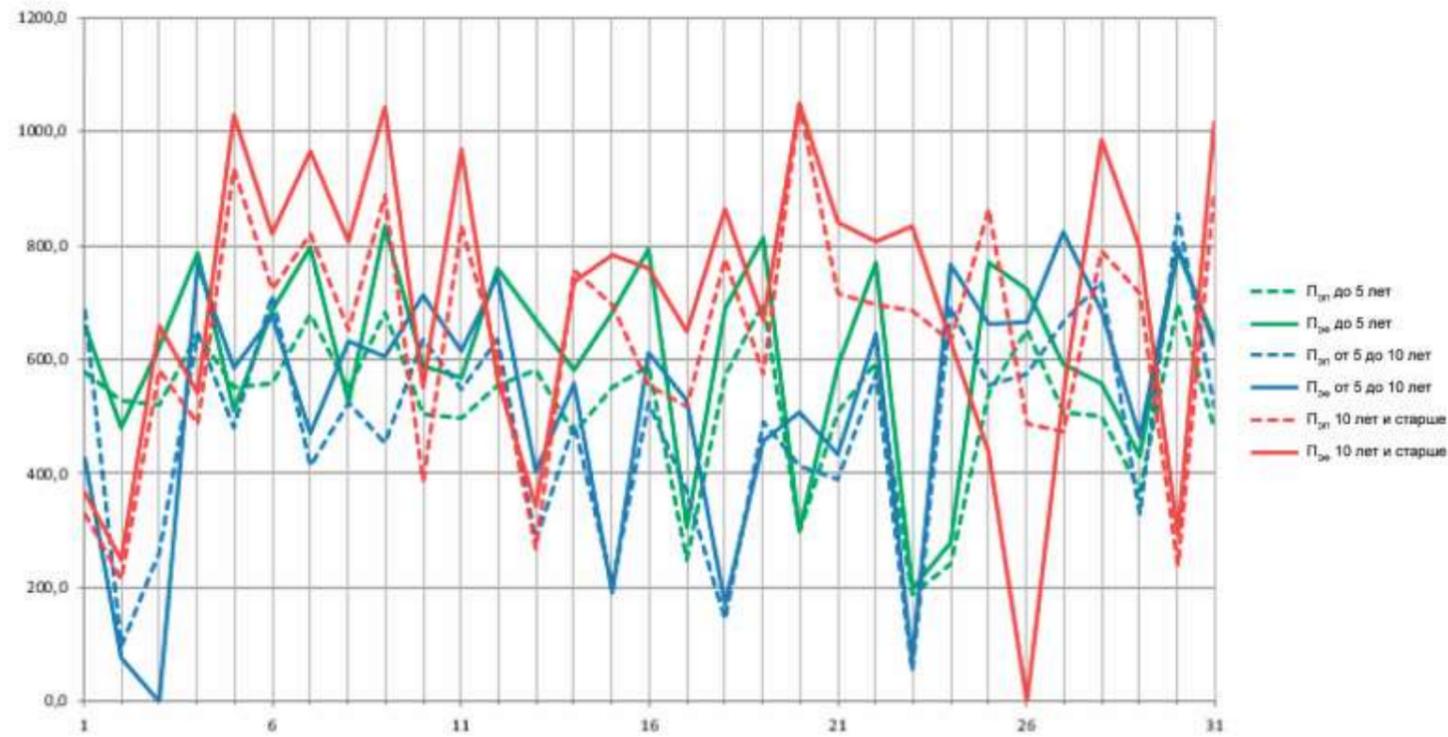


Рисунок Б.77 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков за май 2020 г.

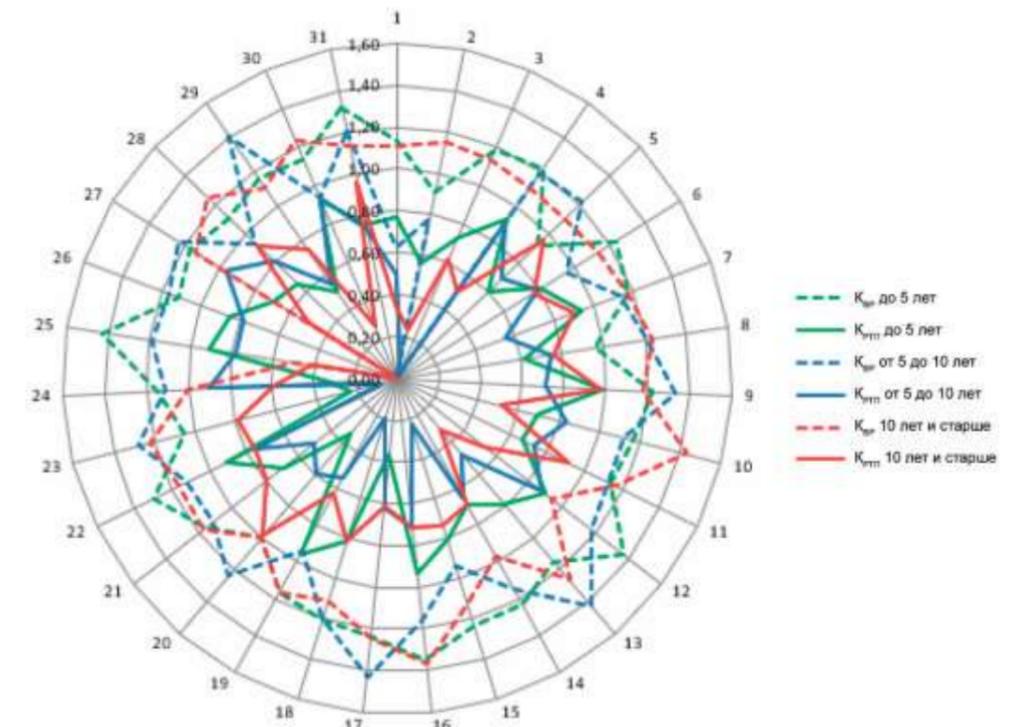


Рисунок Б.78 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Кртп) у катков за май 2020 г.

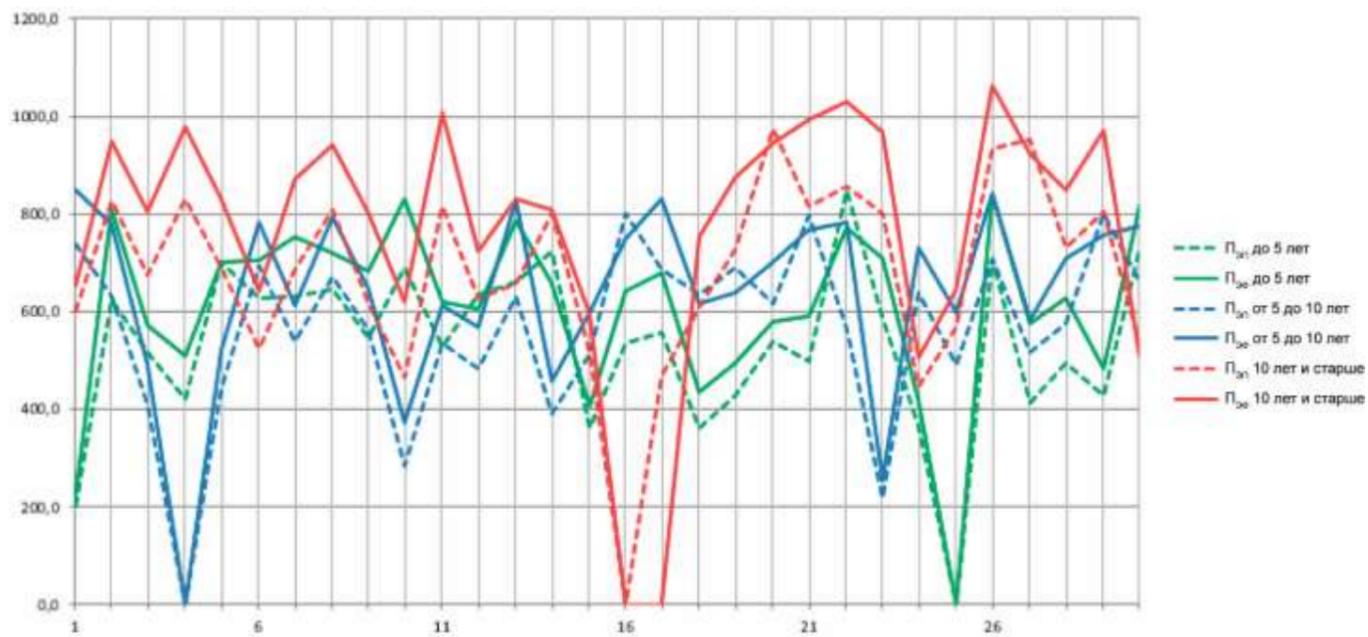


Рисунок Б.79 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в июне 2020 г.

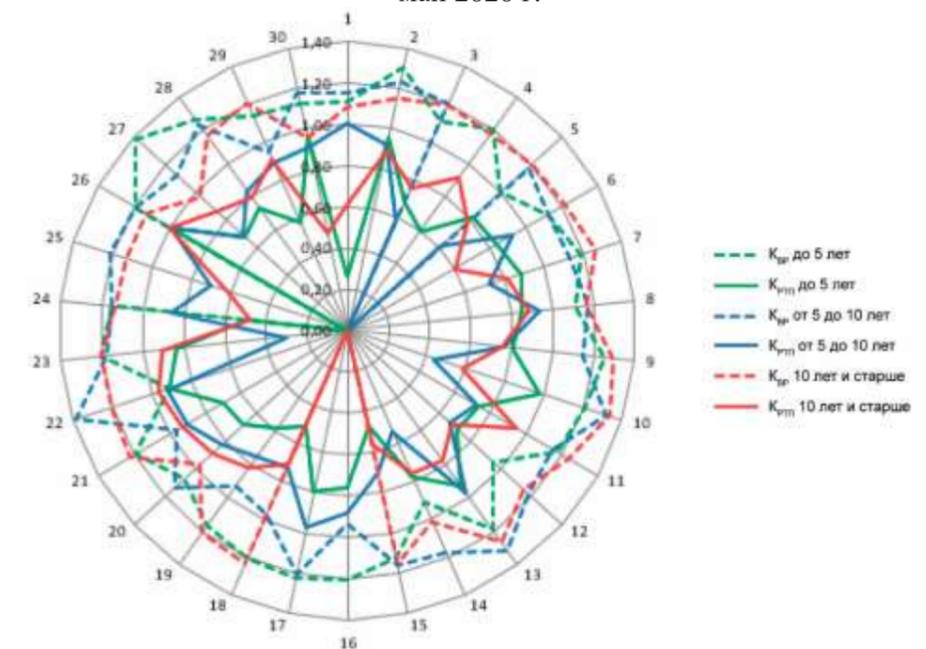


Рисунок Б.80 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Кртп) у катков в июне 2020 г.

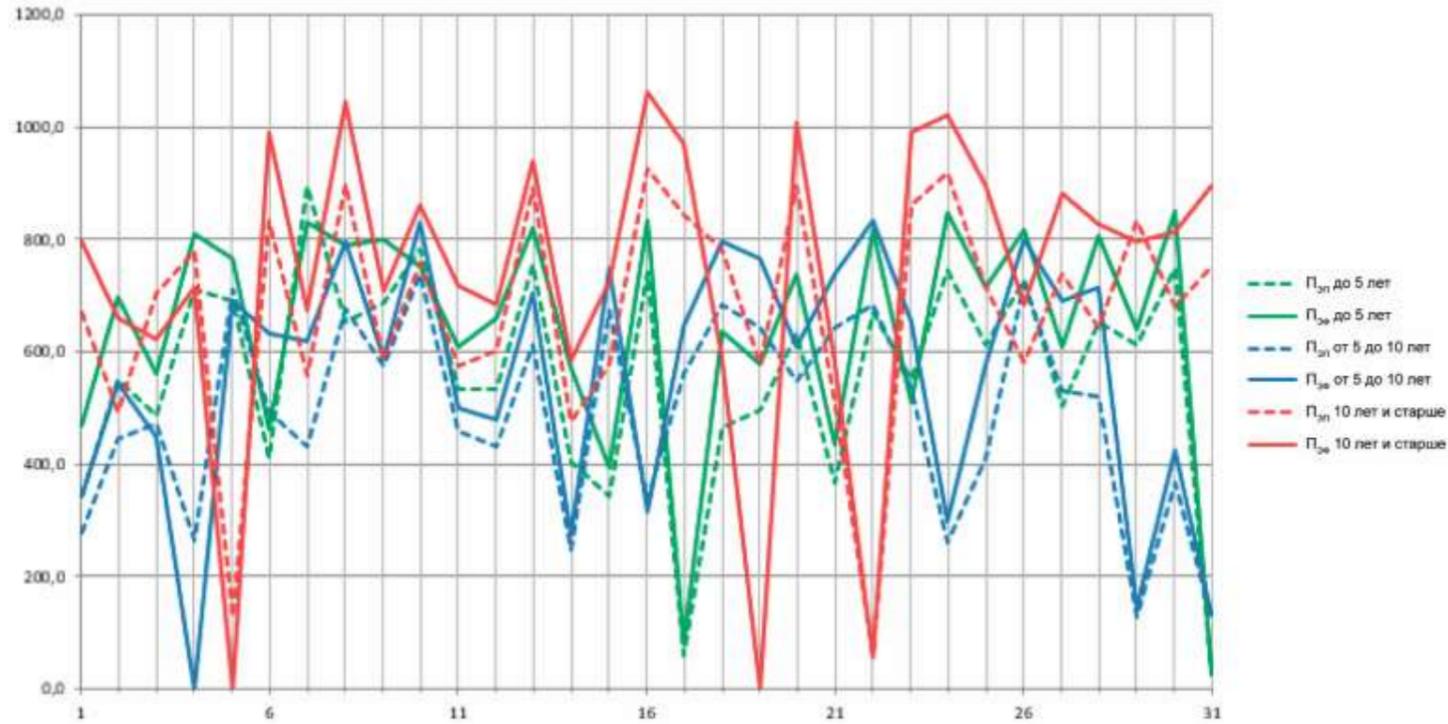


Рисунок Б.81 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в июле 2020 г.

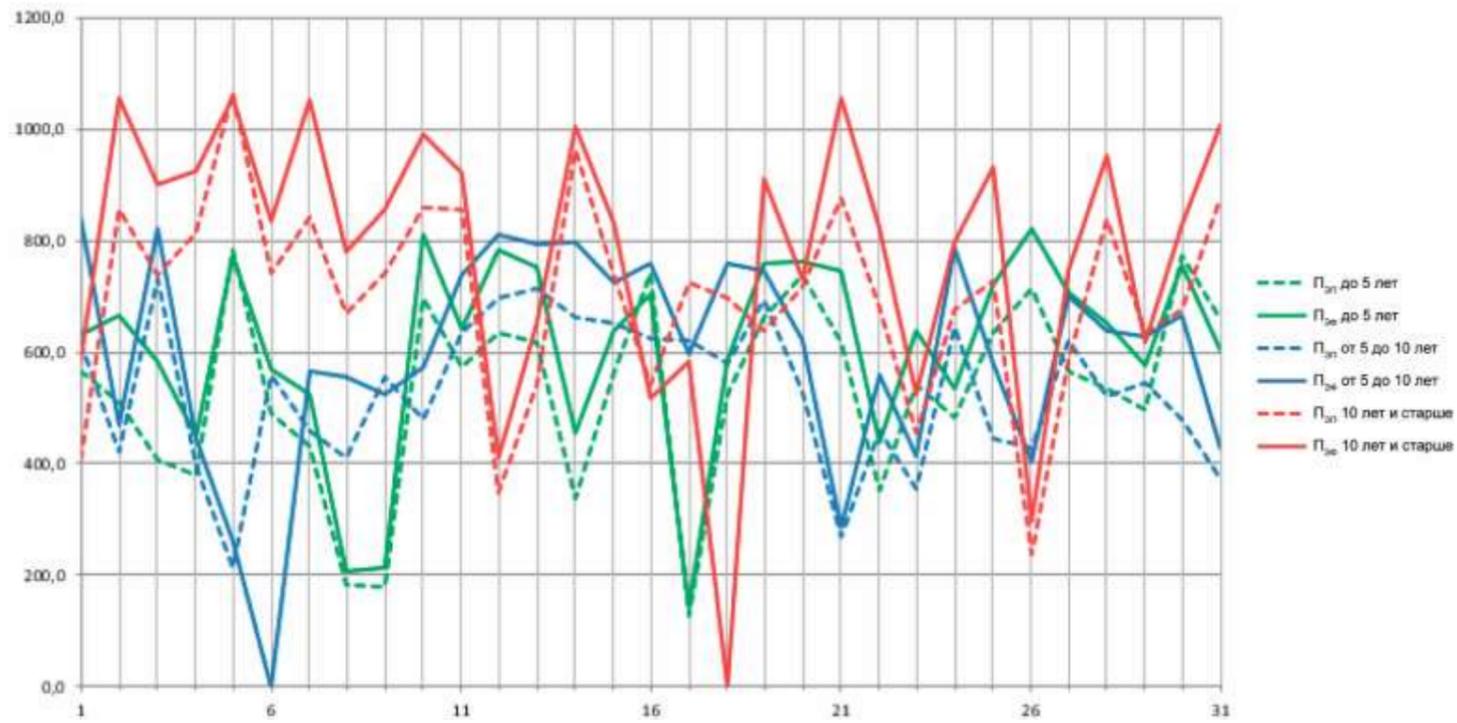


Рисунок Б.83 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в августе 2020 г.

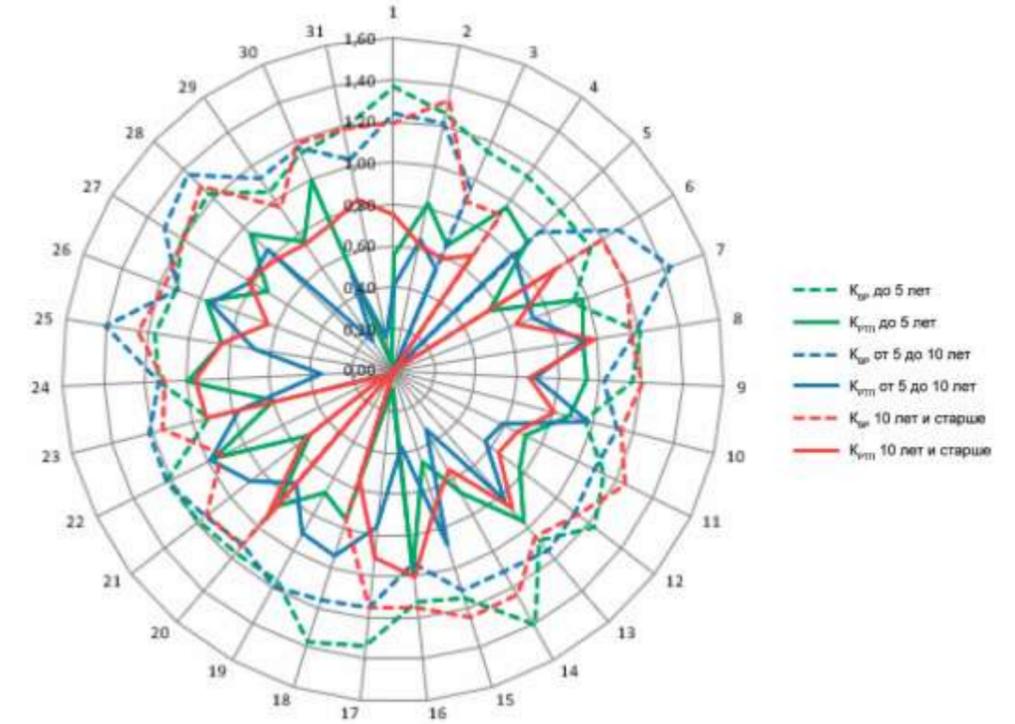


Рисунок Б.82 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у катков в июле 2020 г.

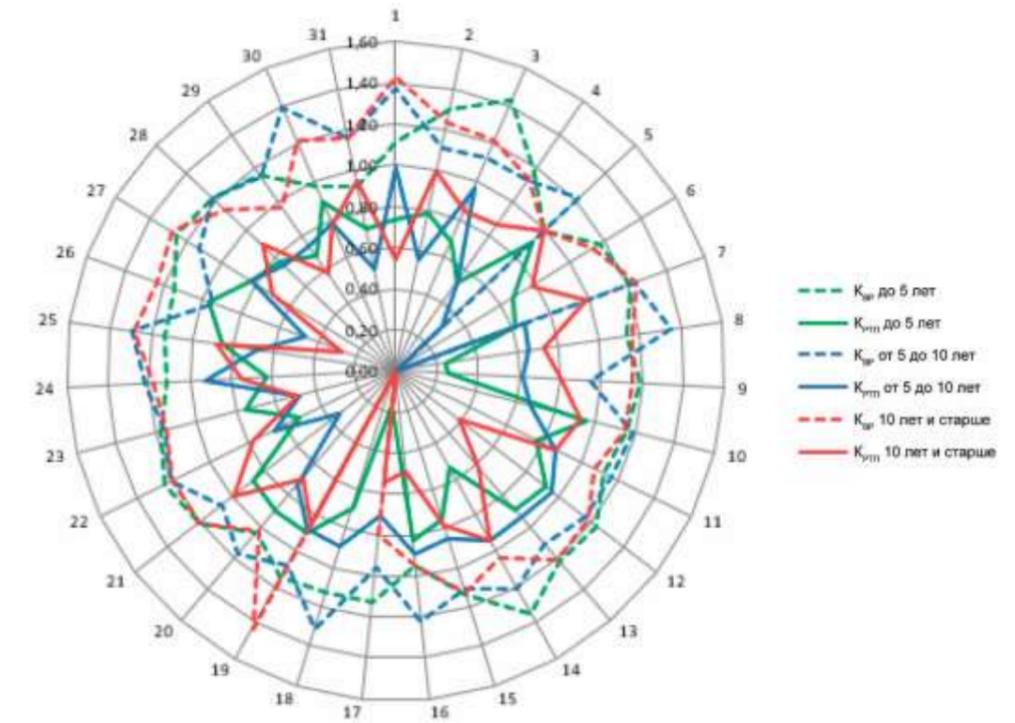


Рисунок Б.84 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у катков в августе 2020 г.

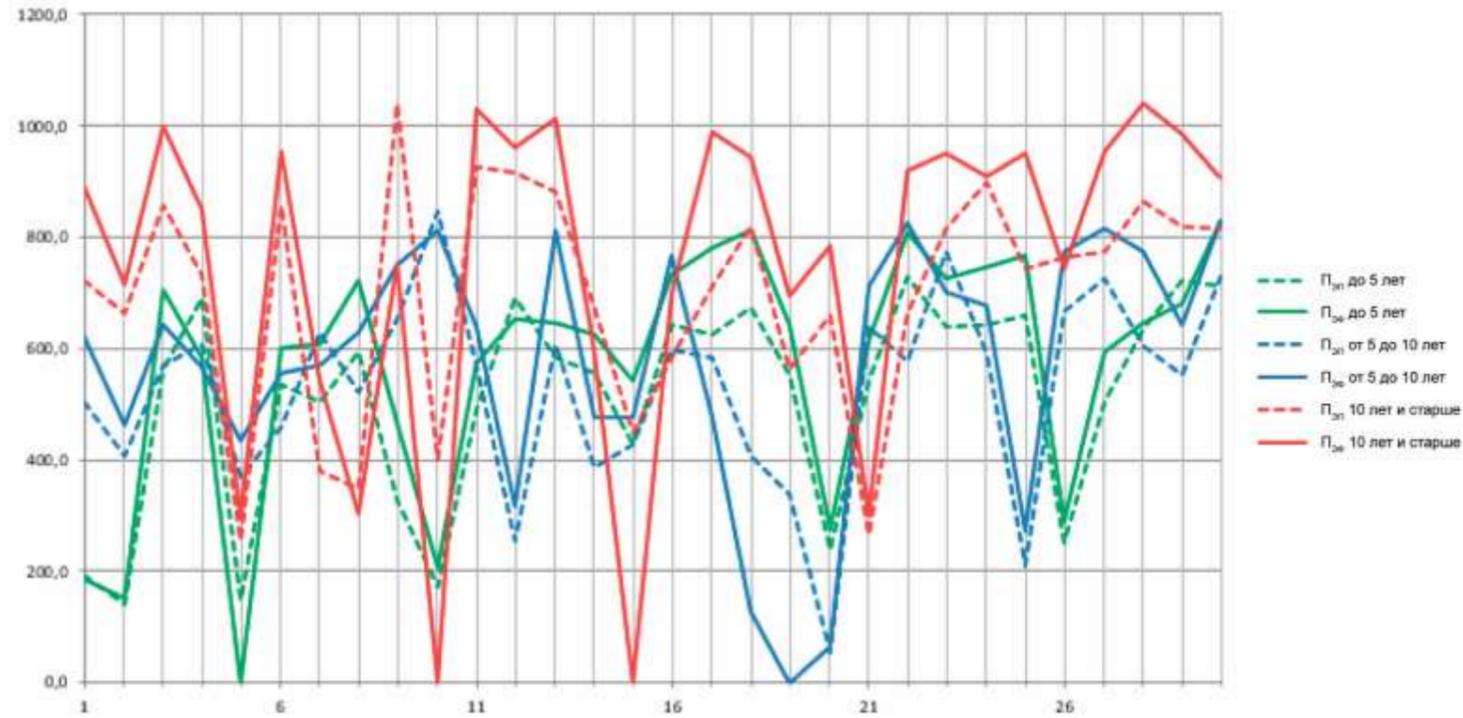


Рисунок Б.85 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в сентябре 2020 г.

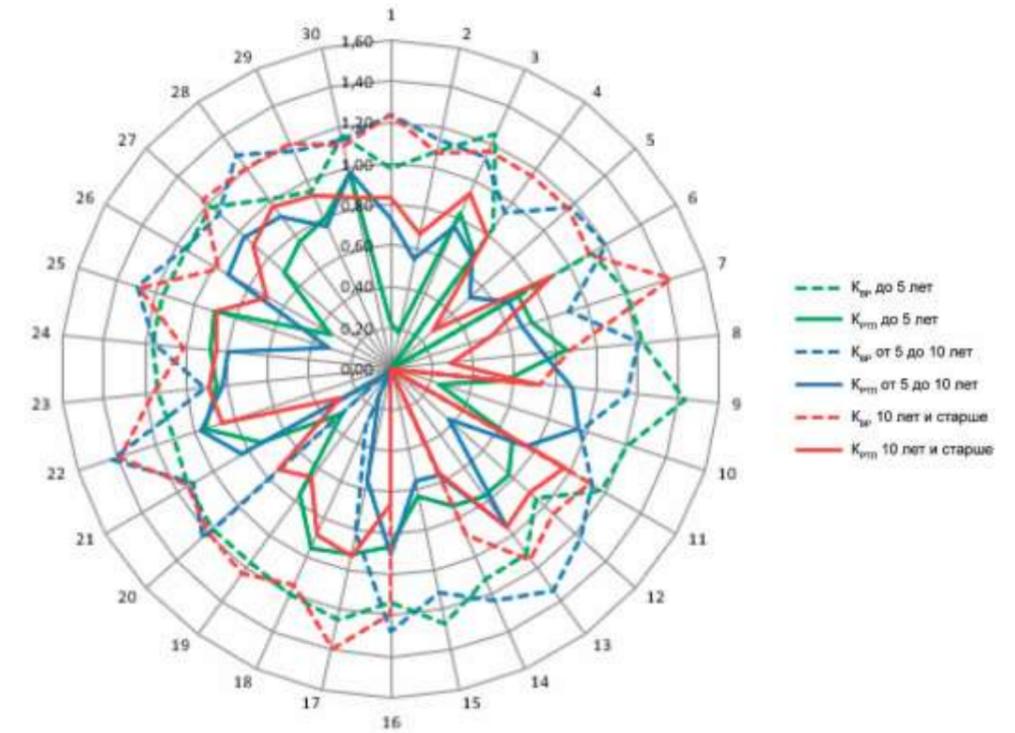


Рисунок Б.86 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у катков в сентябре 2020 г.

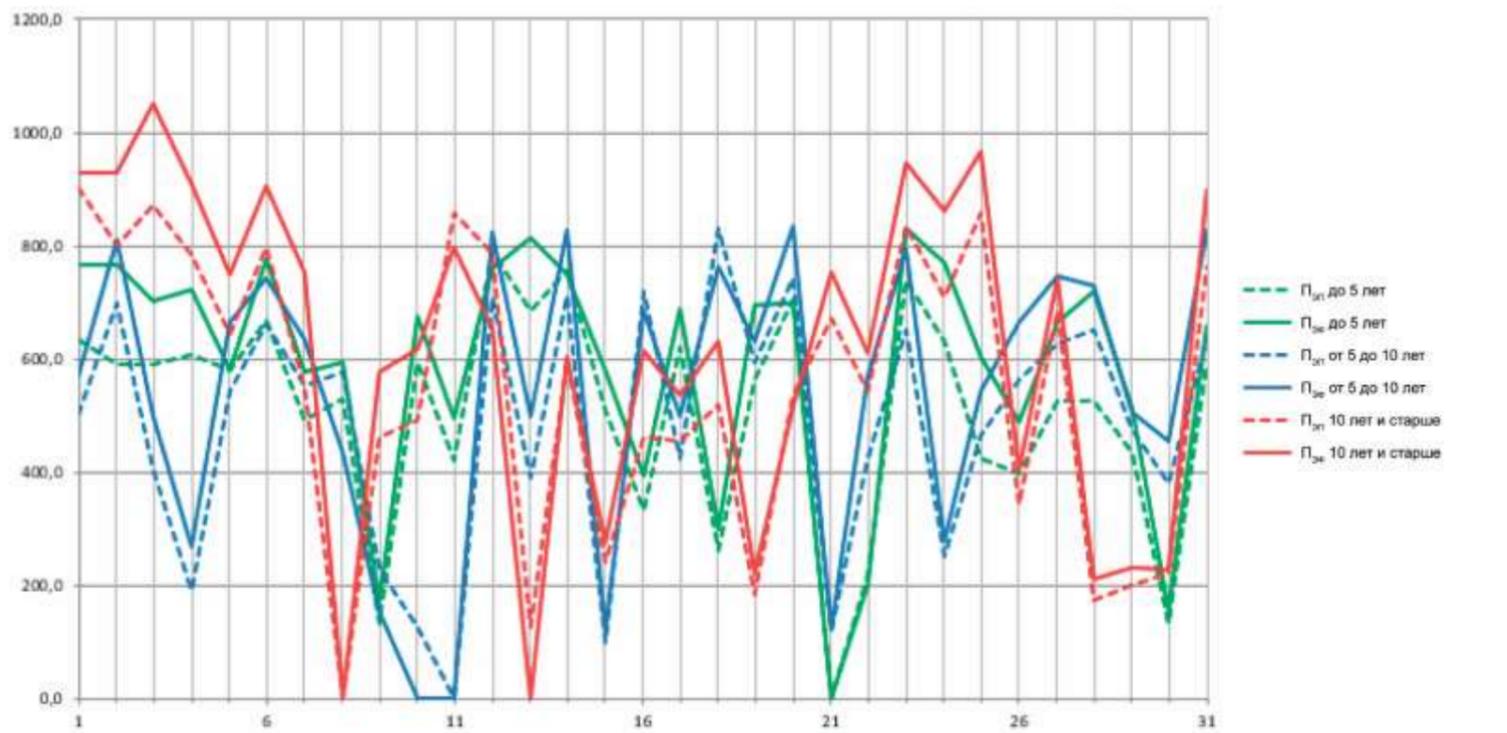


Рисунок Б.87 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у катков в октябре 2020 г.

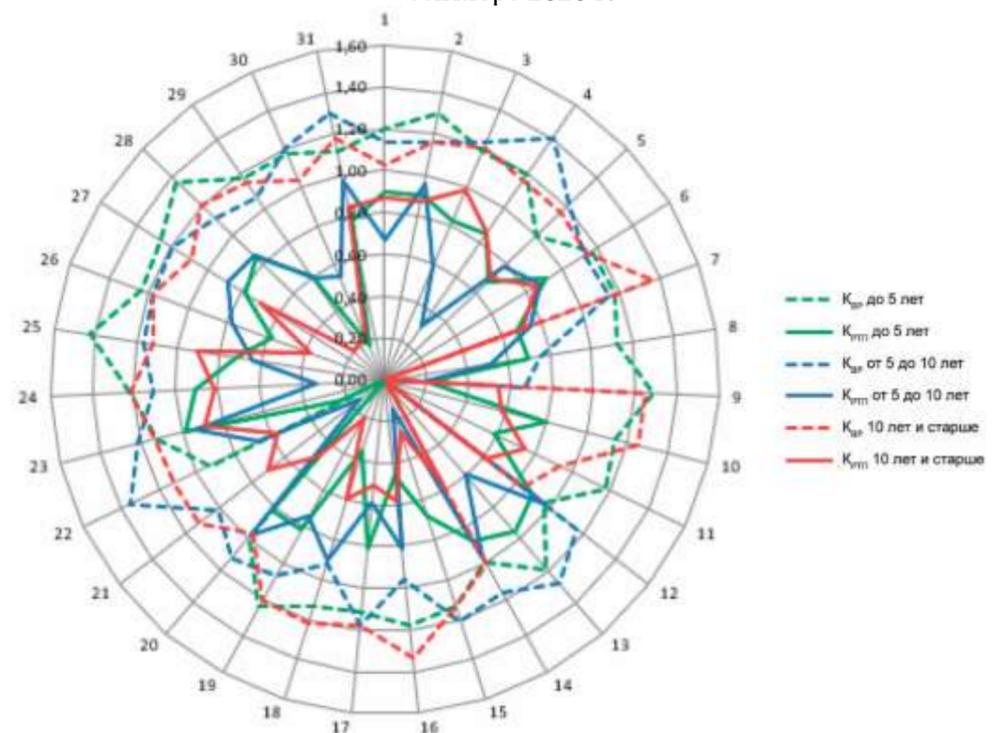


Рисунок Б.88 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у катков в октябре 2020 г.

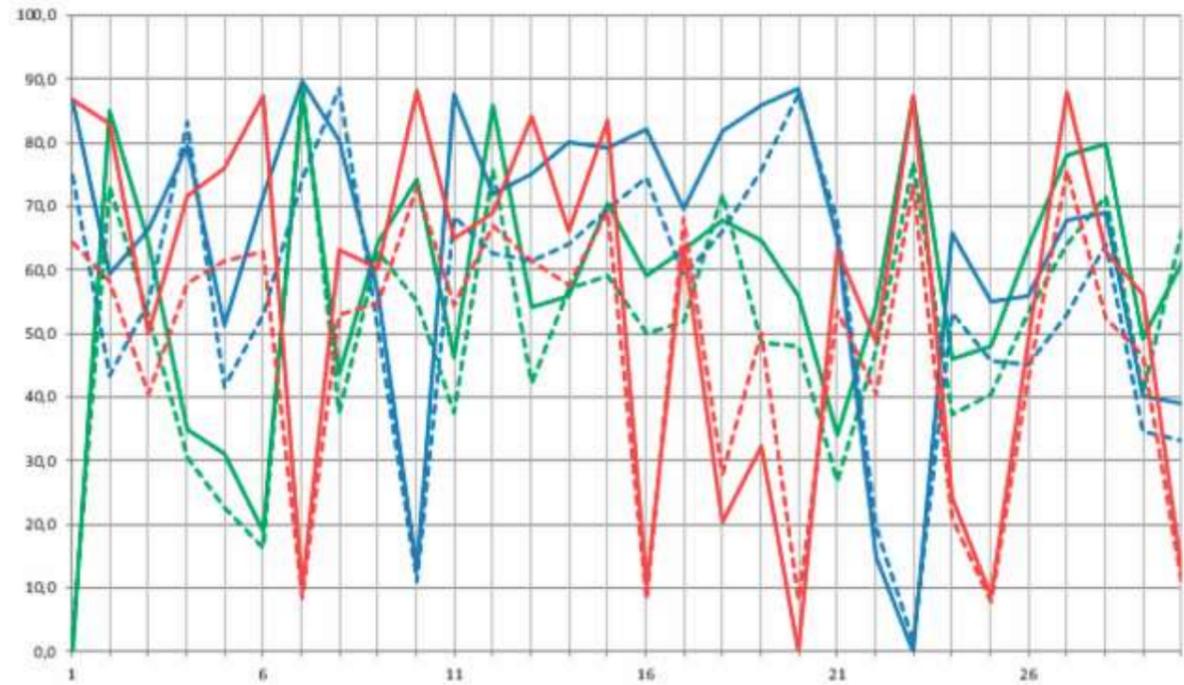


Рисунок Б.89 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у КДМ в ноябре 2019 г.

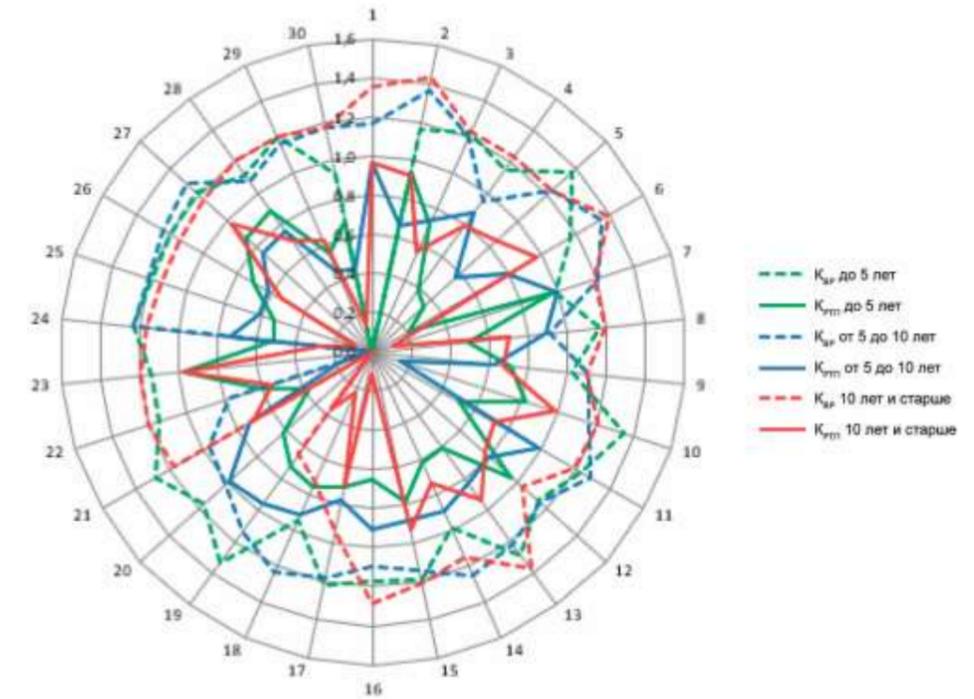


Рисунок Б.90 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у КДМ в ноябре 2019 г.

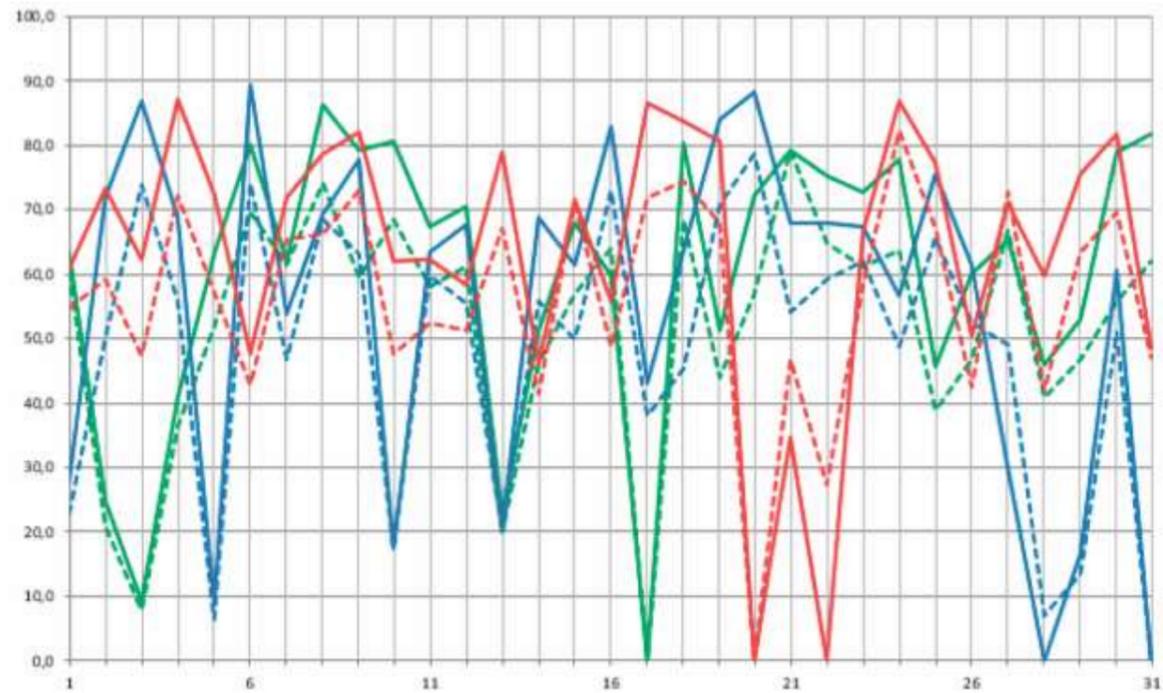


Рисунок Б.91 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у КДМ в декабре 2019 г.

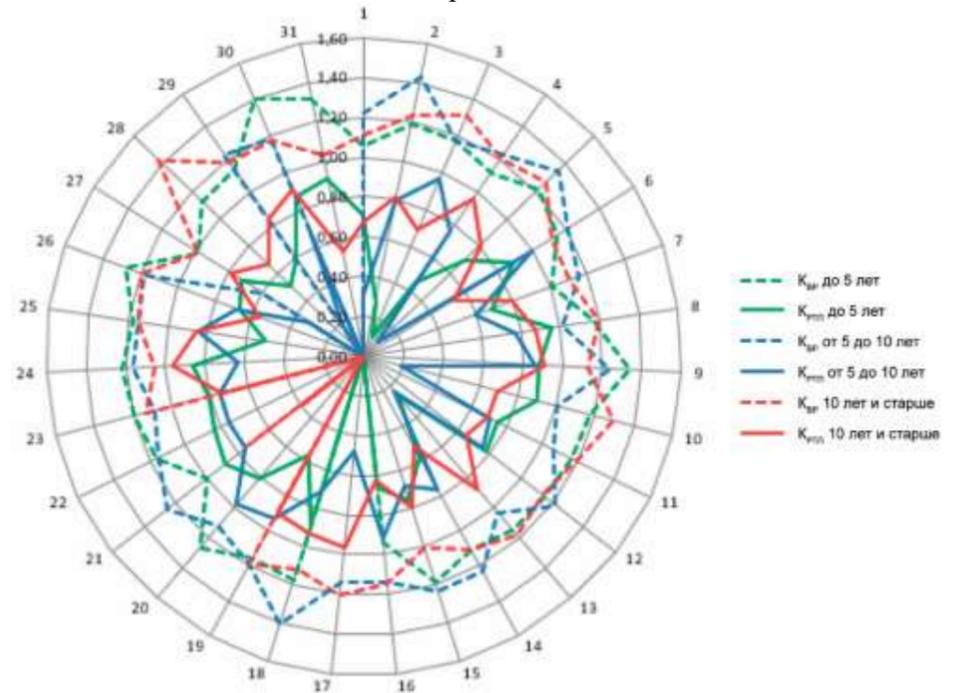


Рисунок Б.92 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у КДМ в декабре 2019 г.

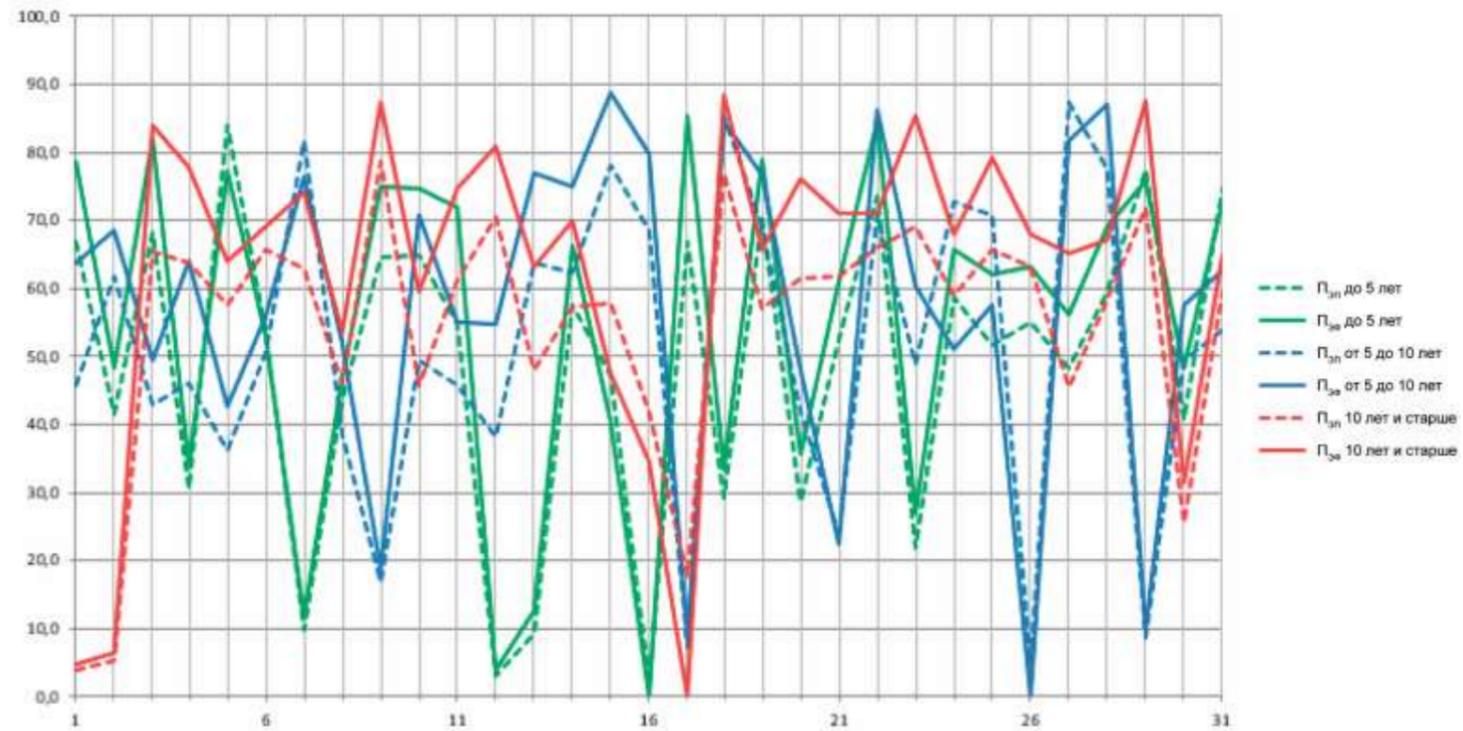


Рисунок Б.93 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у КДМ в январе 2020 г.

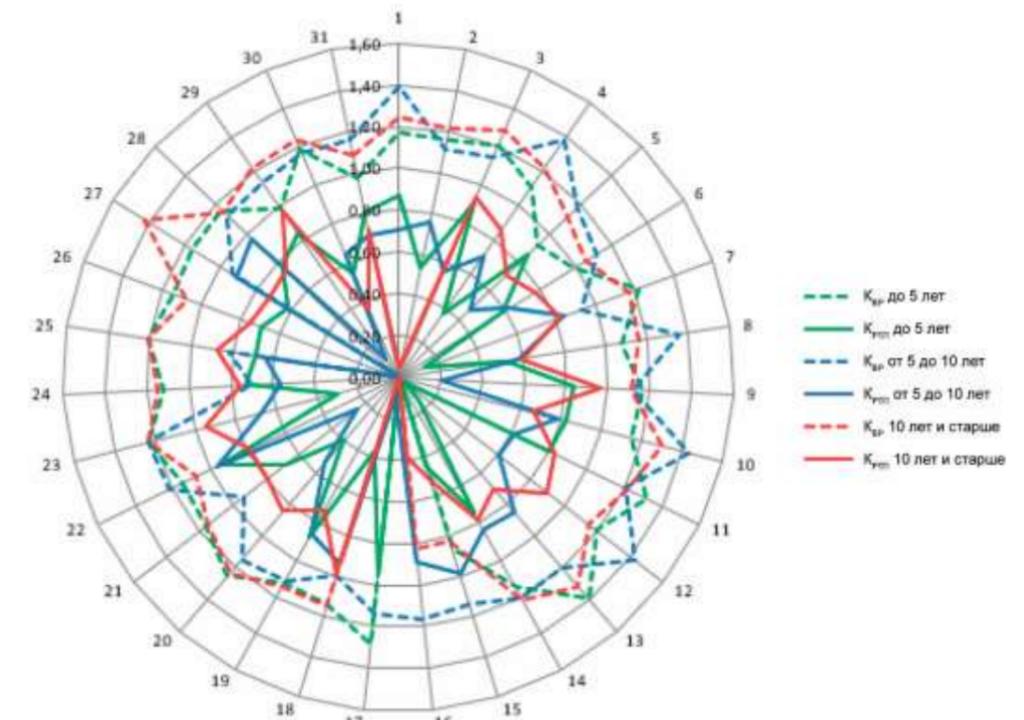


Рисунок Б.94 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (К_{ВР}) и реализации технического потенциала (К_{РТП}) у КДМ в январе 2020 г.

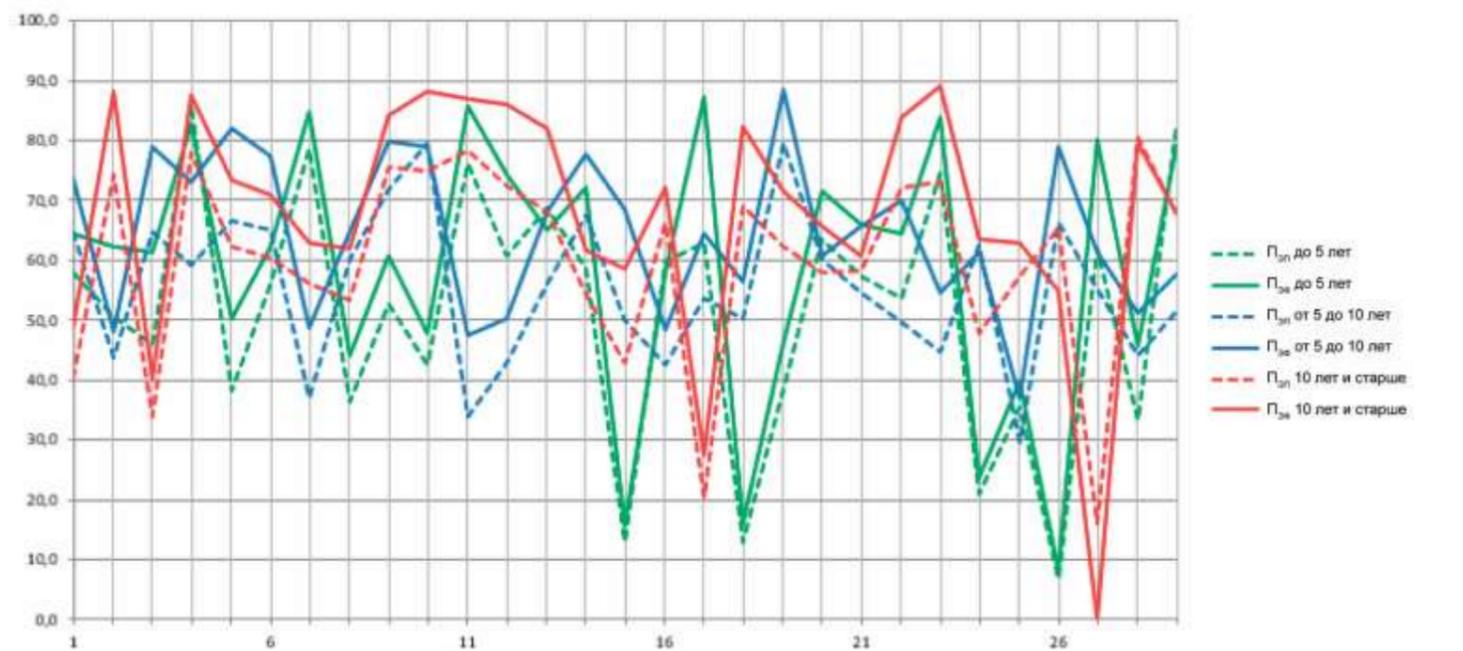


Рисунок Б.95 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у КДМ в феврале 2020 г.

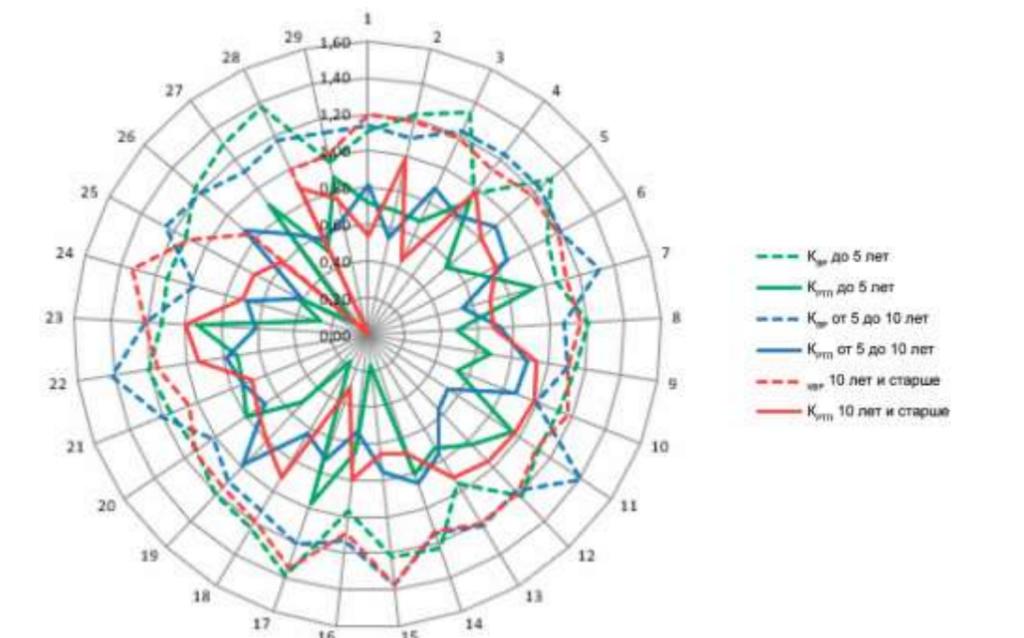


Рисунок Б.96 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (К_{ВР}) и реализации технического потенциала (К_{РТП}) у КДМ в феврале 2020 г.

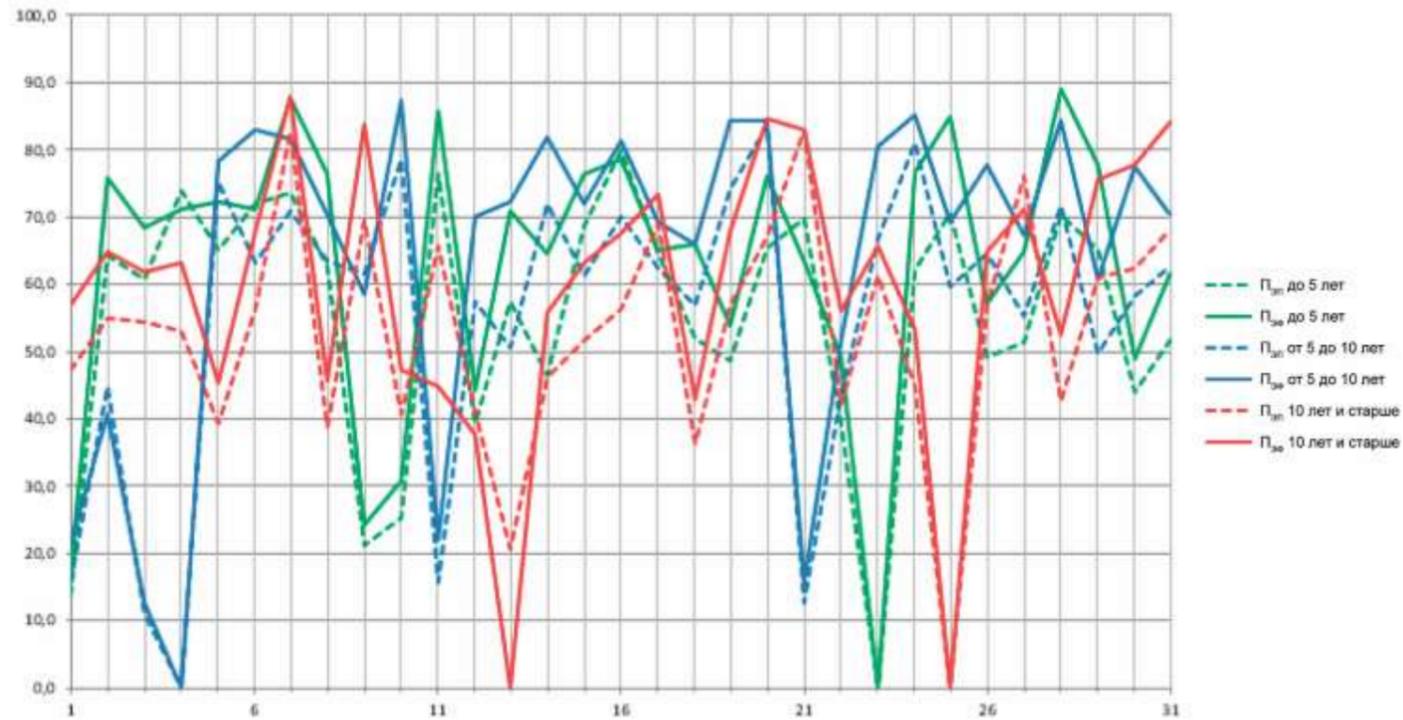


Рисунок Б.97 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у КДМ в марте 2020 г.

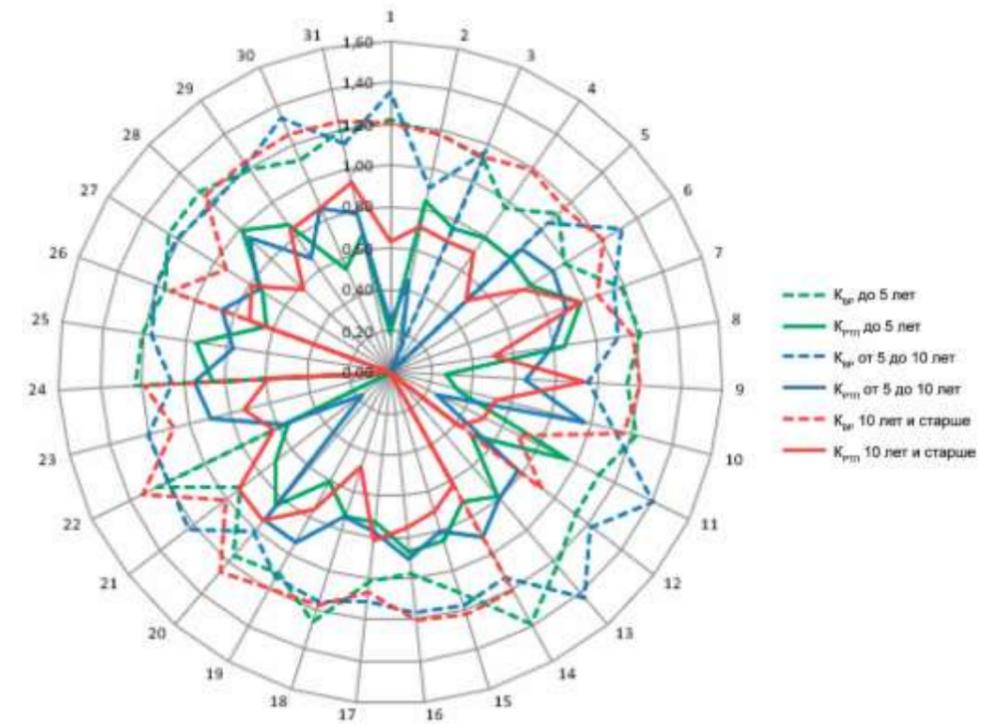


Рисунок Б.98 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у КДМ в марте 2020 г.

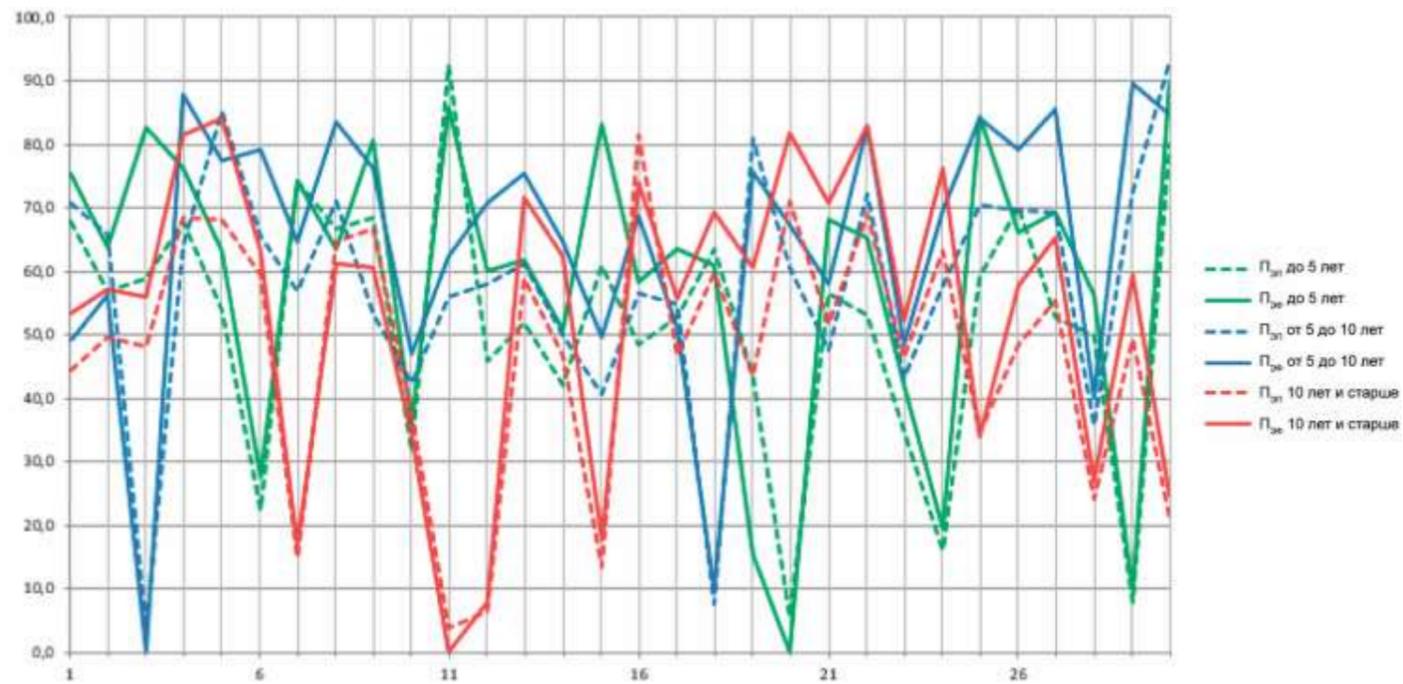


Рисунок Б.99 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у КДМ в апреле 2020 г.

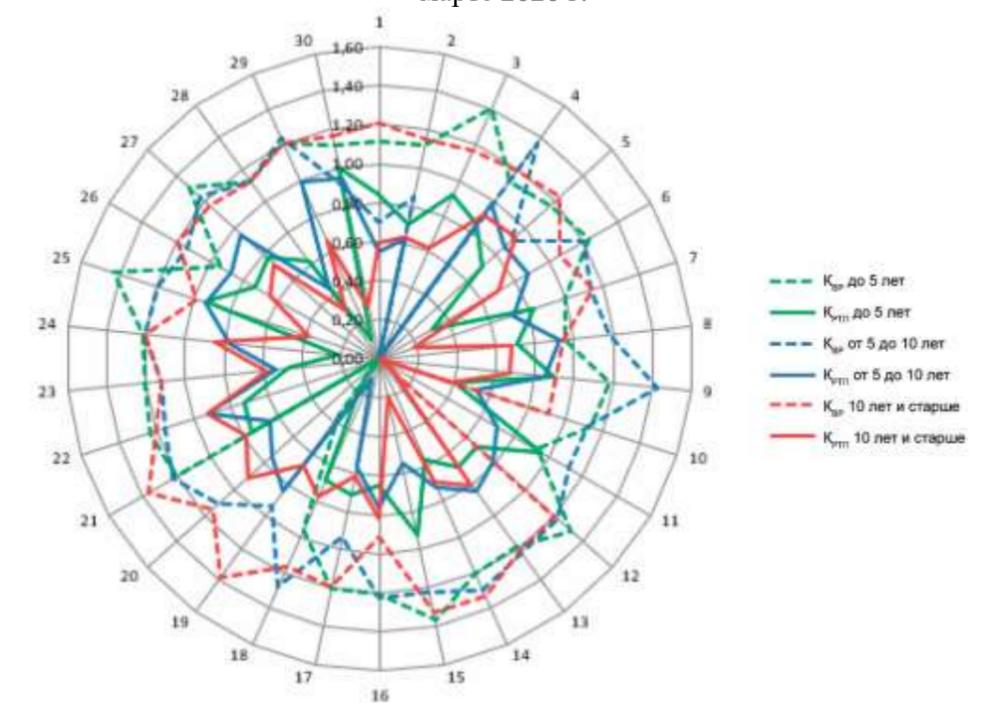


Рисунок Б.100 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у КДМ в апреле 2020 г.

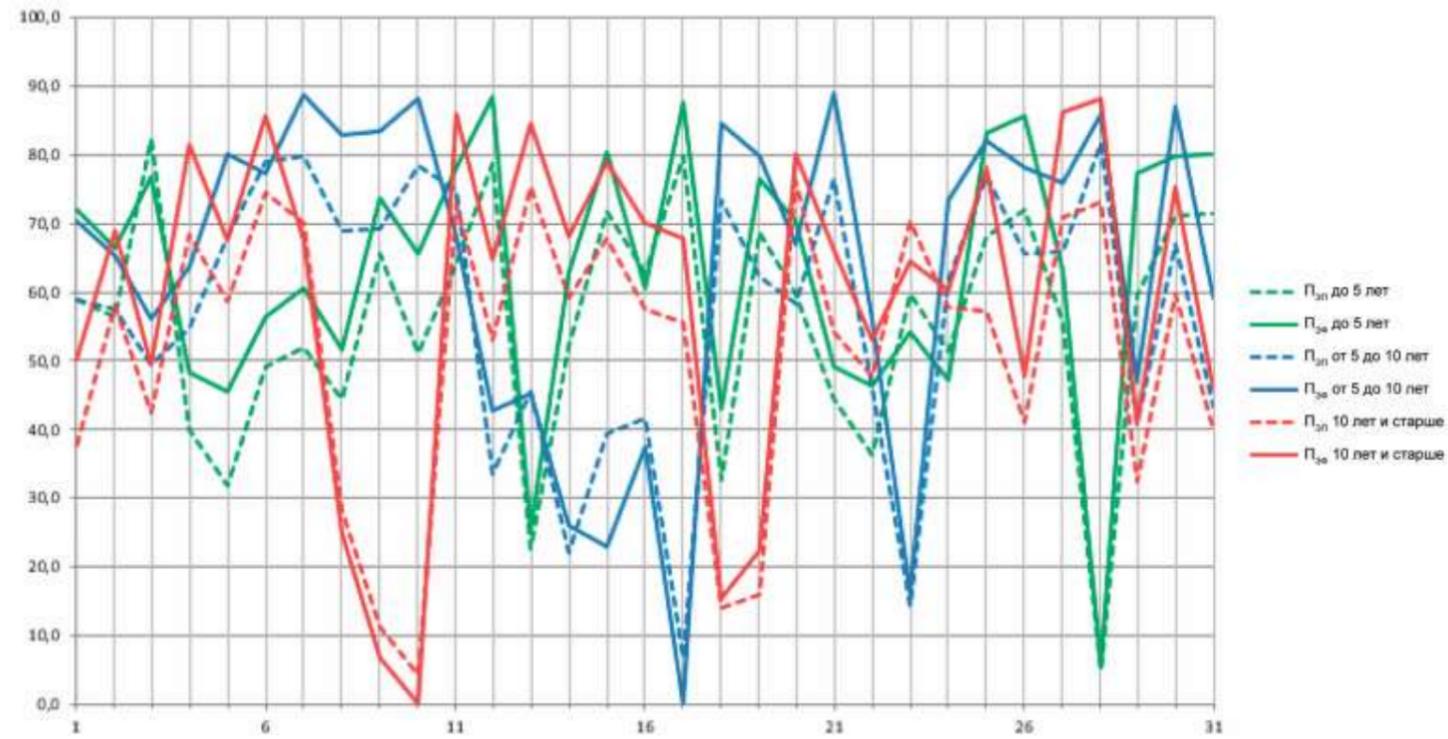


Рисунок Б.101 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у КДМ в мае 2020 г.

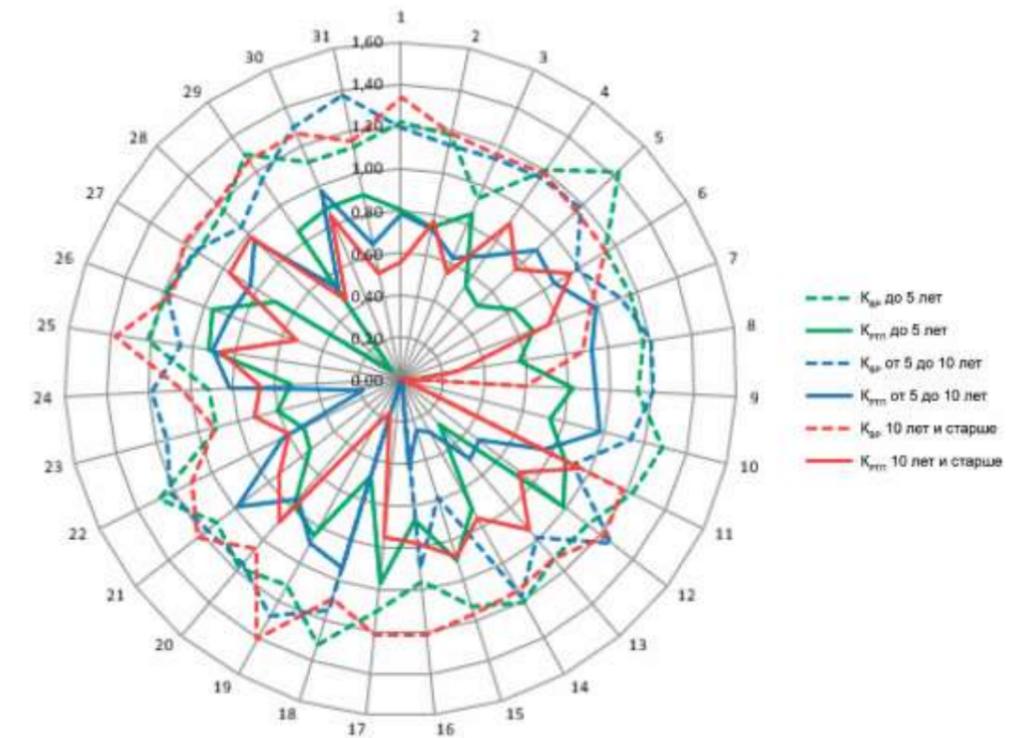


Рисунок Б.102 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (K_{вр}) и реализации технического потенциала (K_{рп}) у КДМ в мае 2020 г.

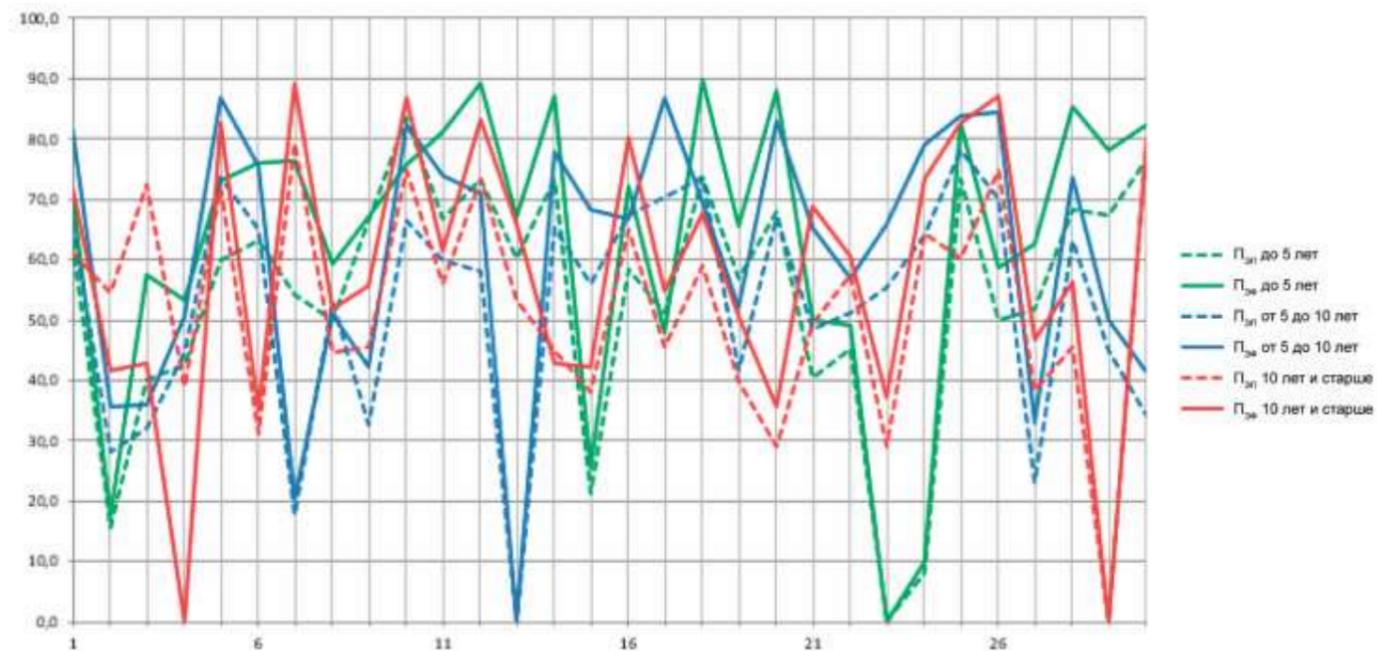


Рисунок Б.103 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у КДМ в июне 2020 г.

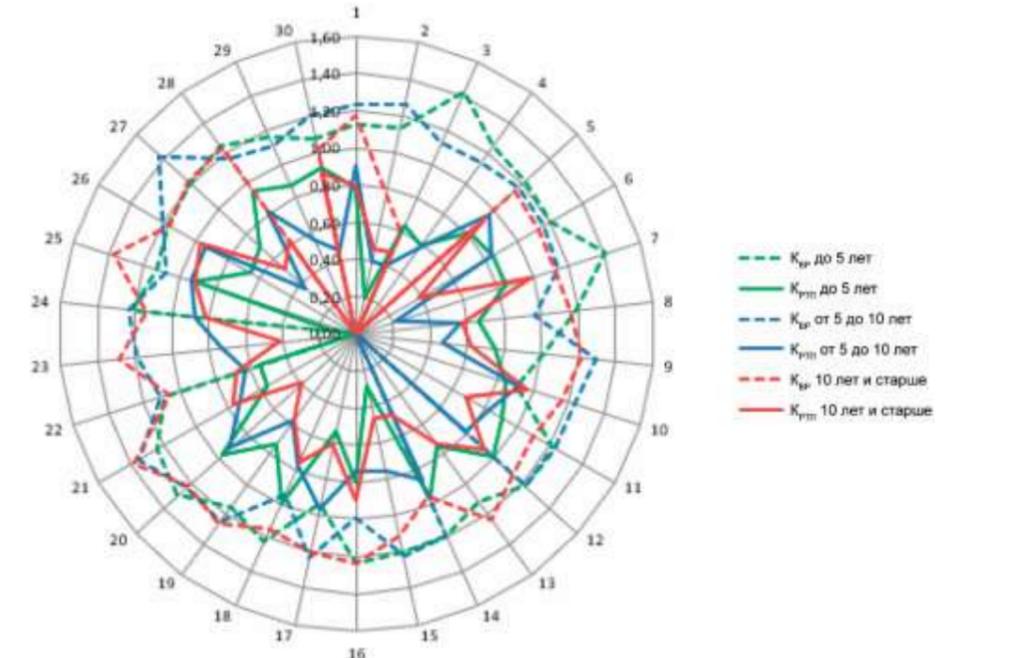
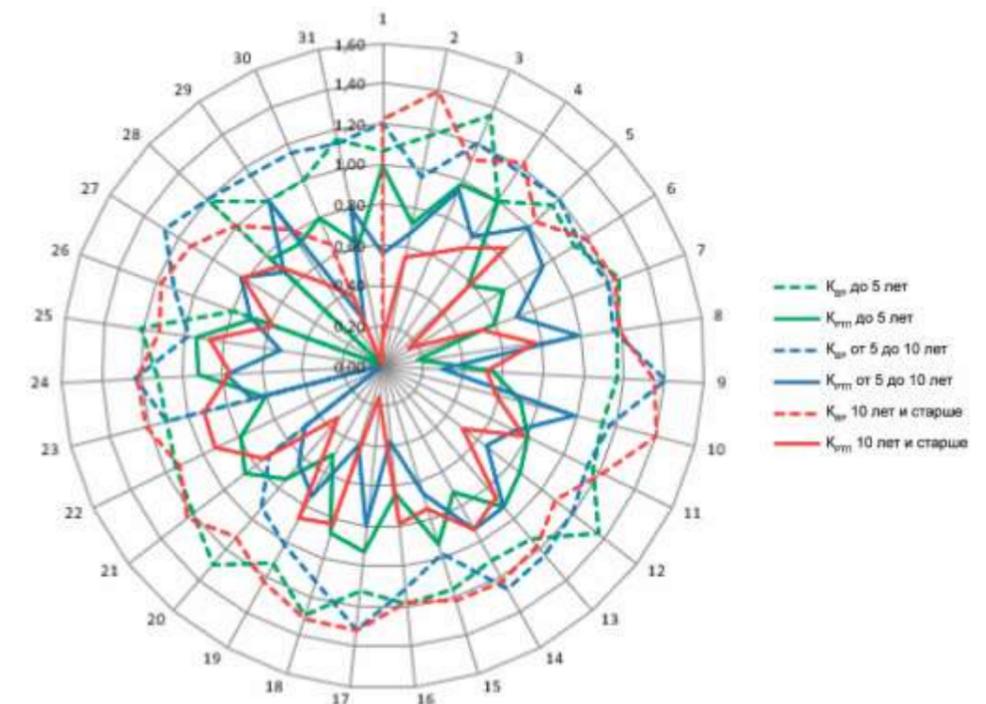
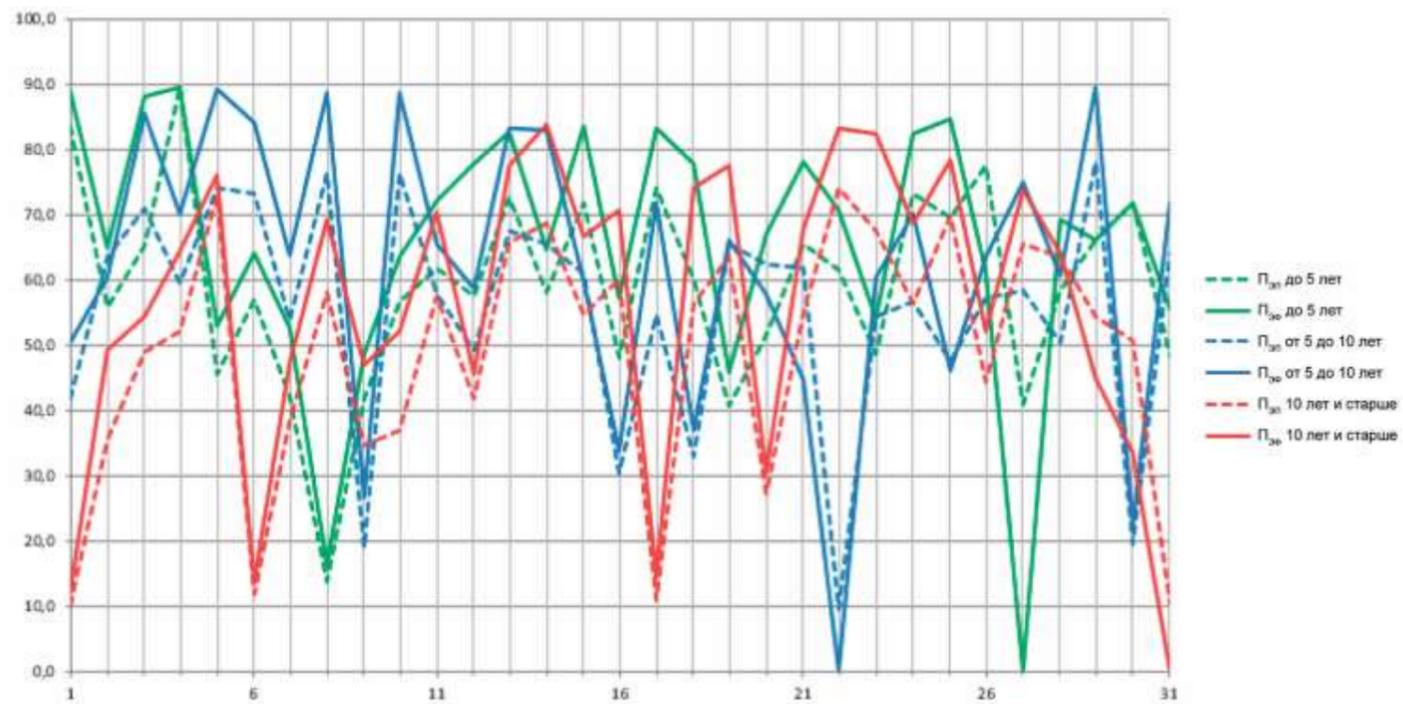
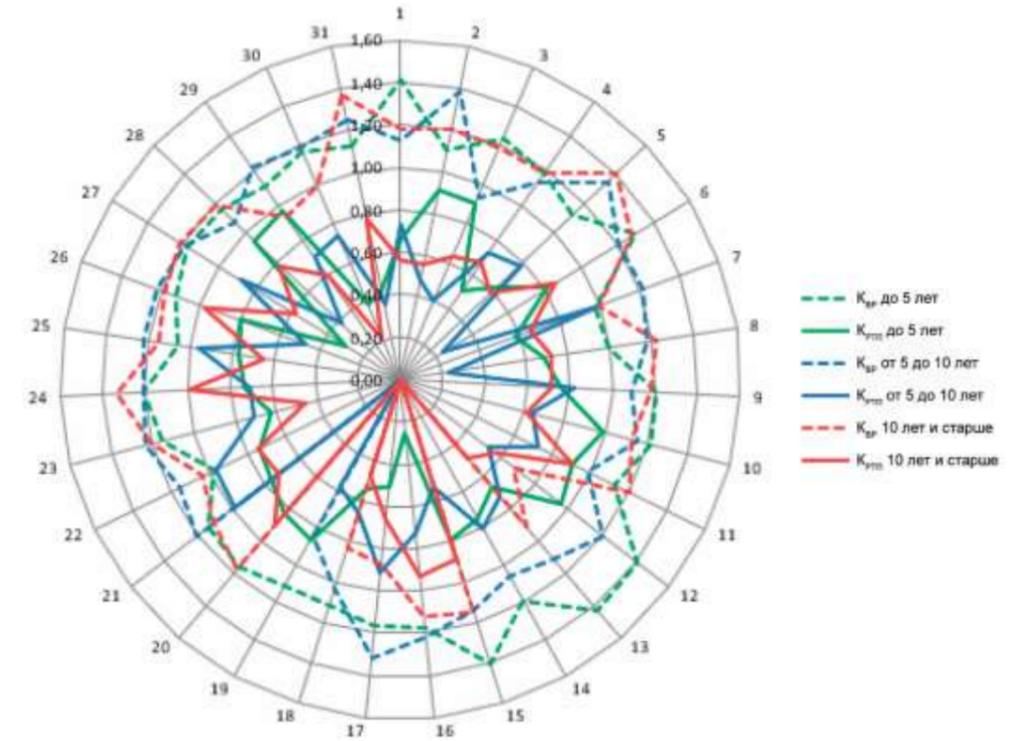
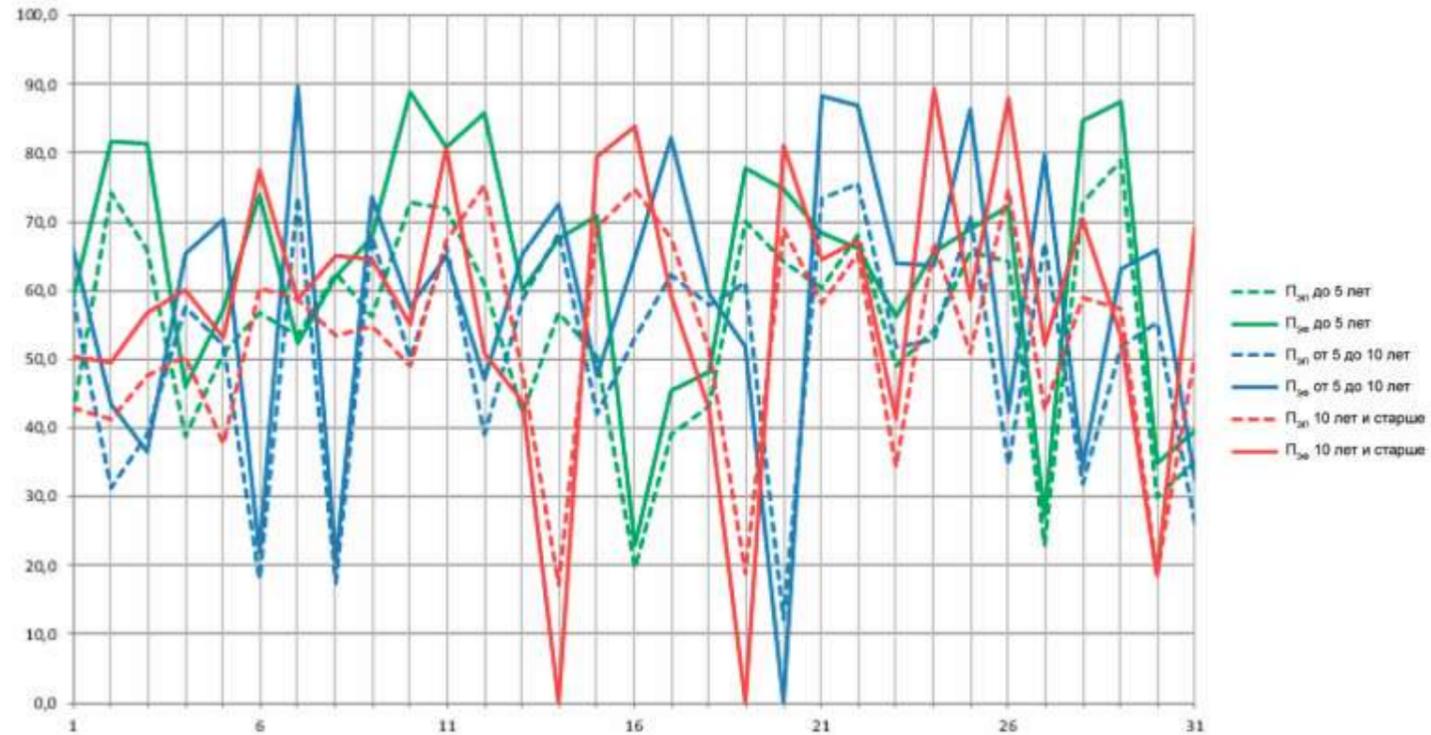


Рисунок Б.104 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (K_{вр}) и реализации технического потенциала (K_{рп}) у КДМ в июне 2020 г.



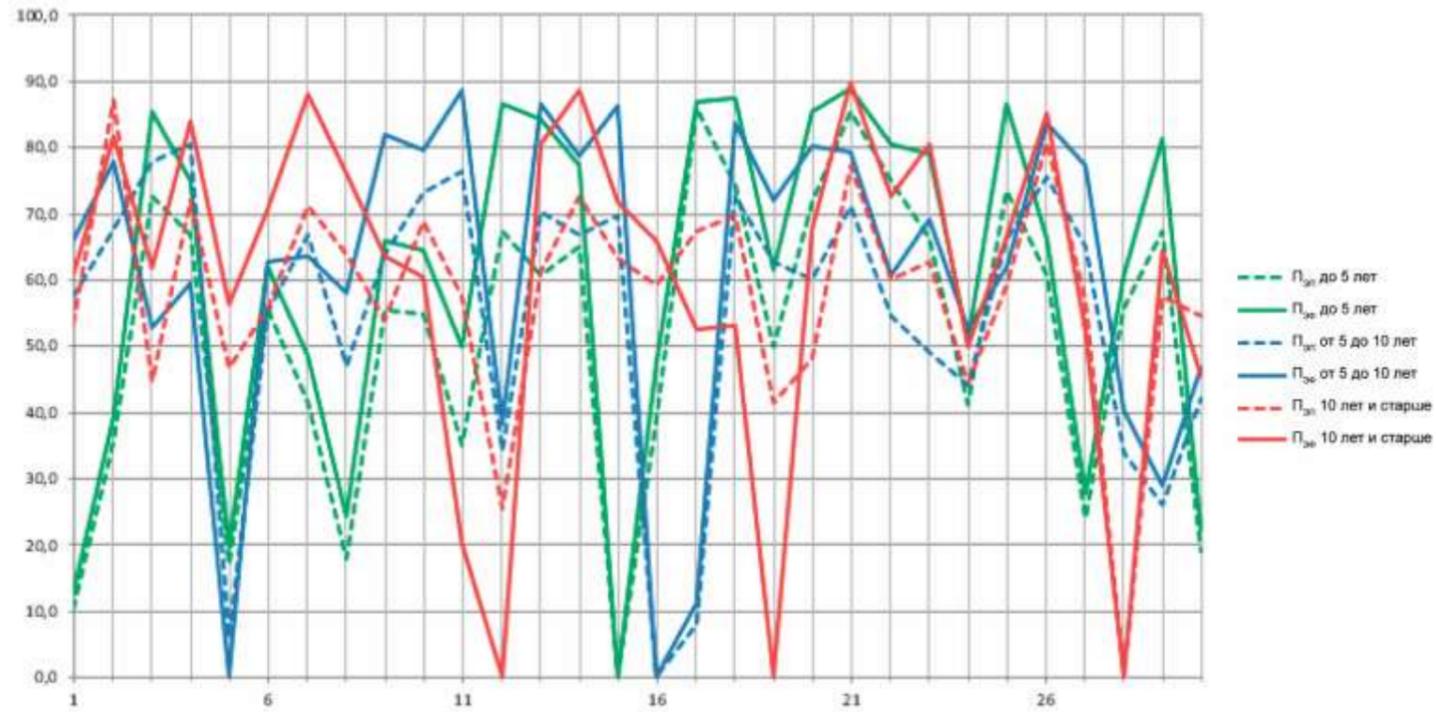


Рисунок Б.109 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у КДМ в сентябре 2020 г.

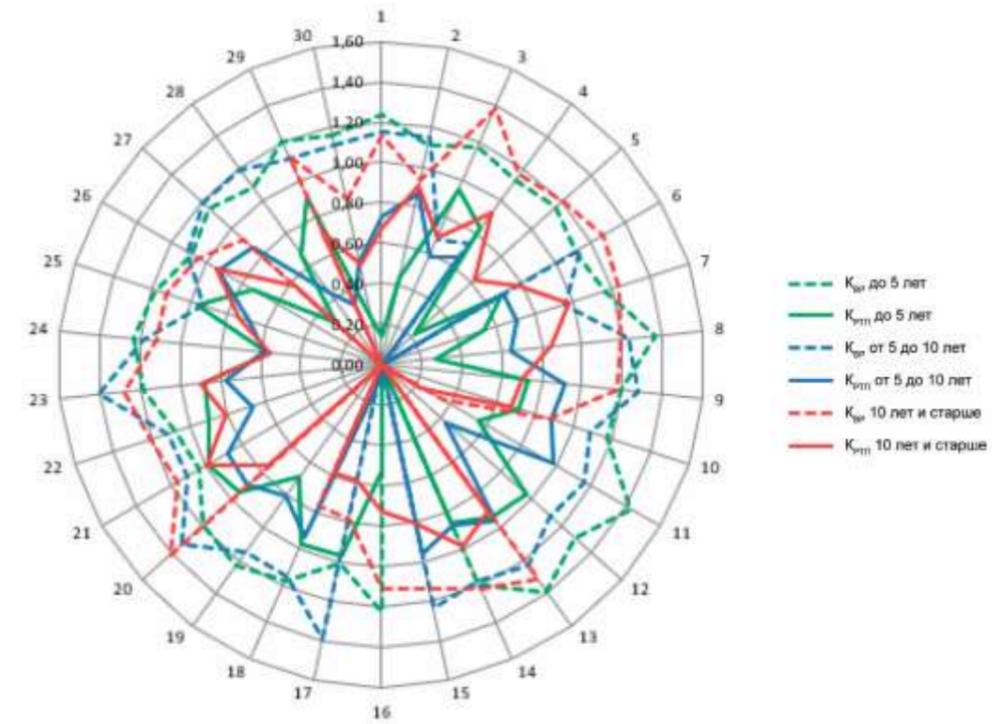


Рисунок Б.110 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у КДМ в сентябре 2020 г.

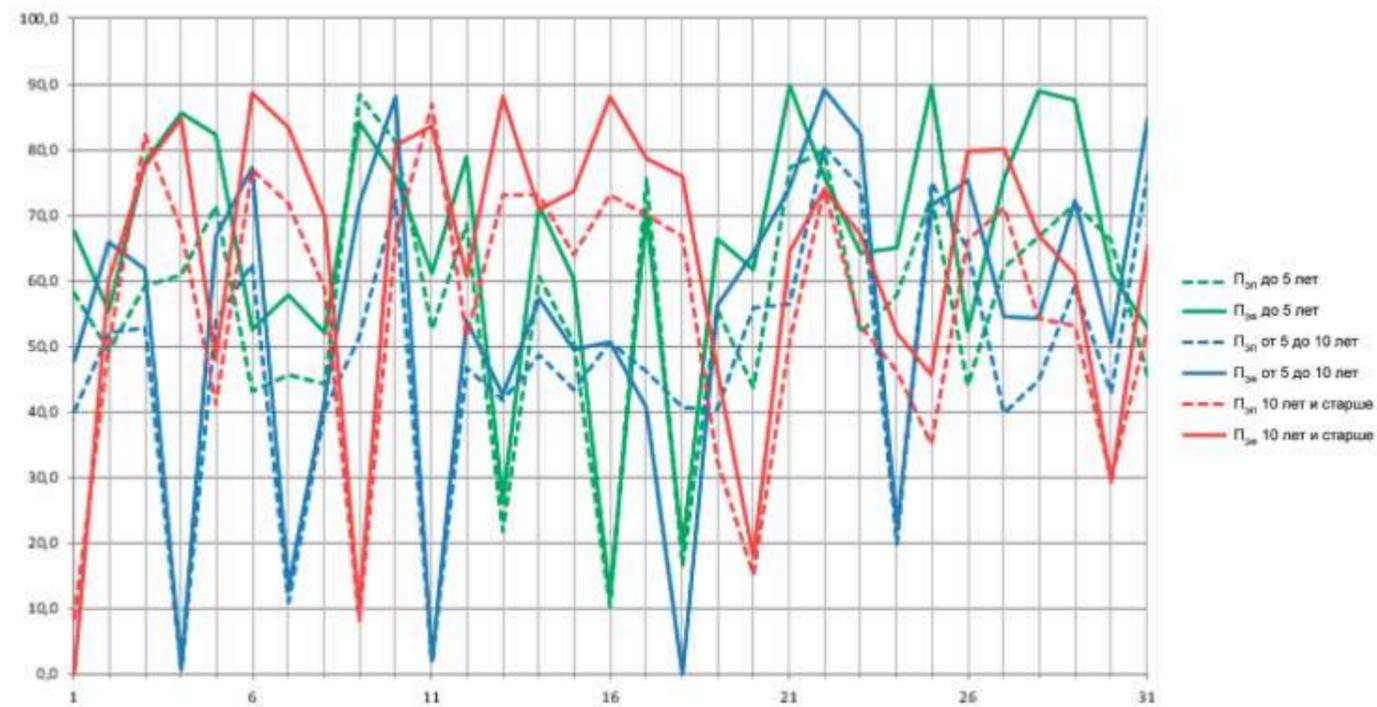


Рисунок Б.111 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у КДМ в октябре 2020 г.

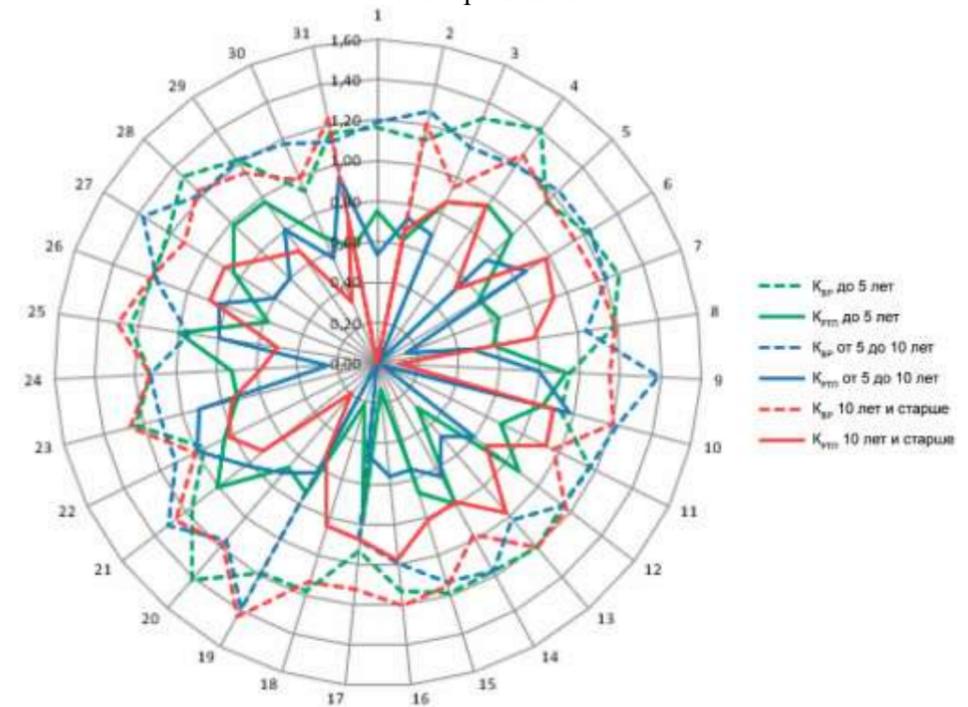


Рисунок Б.112 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ ($K_{вр}$) и реализации технического потенциала ($K_{рп}$) у КДМ в октябре 2020 г.

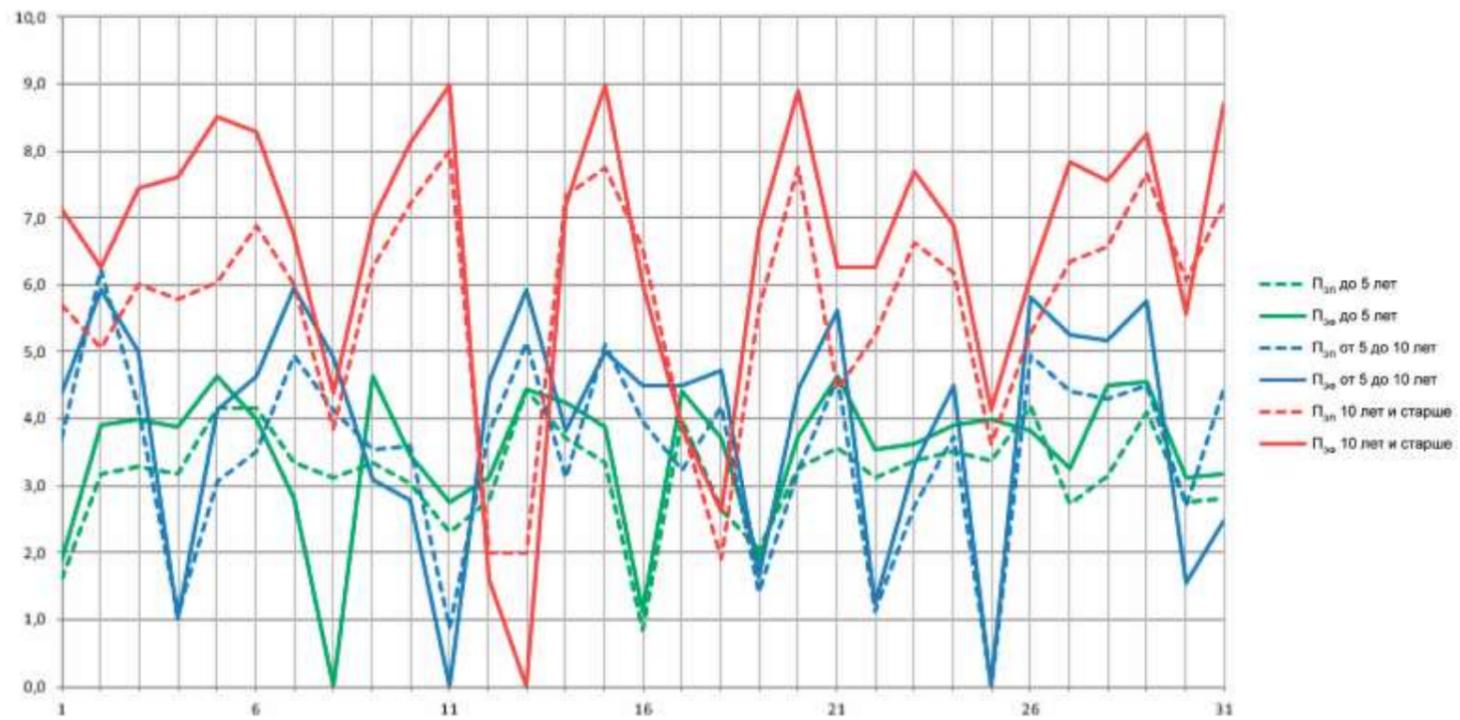


Рисунок Б.113 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у маркировочных машин в мае 2020 г.

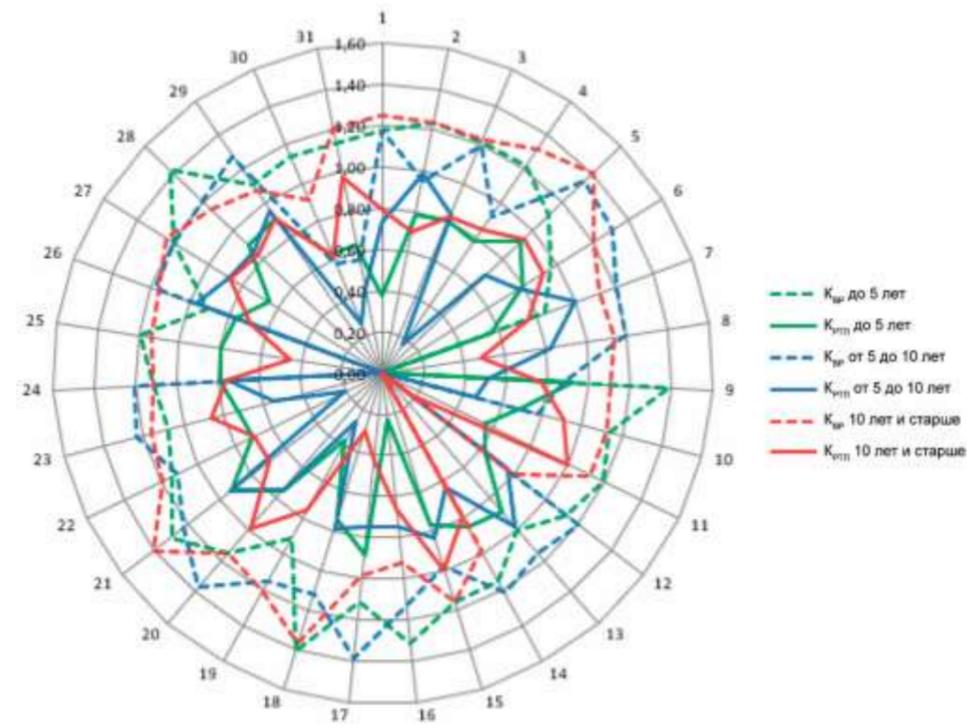


Рисунок Б.114 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Kвр) и реализации технического потенциала (Kрп) у маркировочных машин в мае 2020 г.

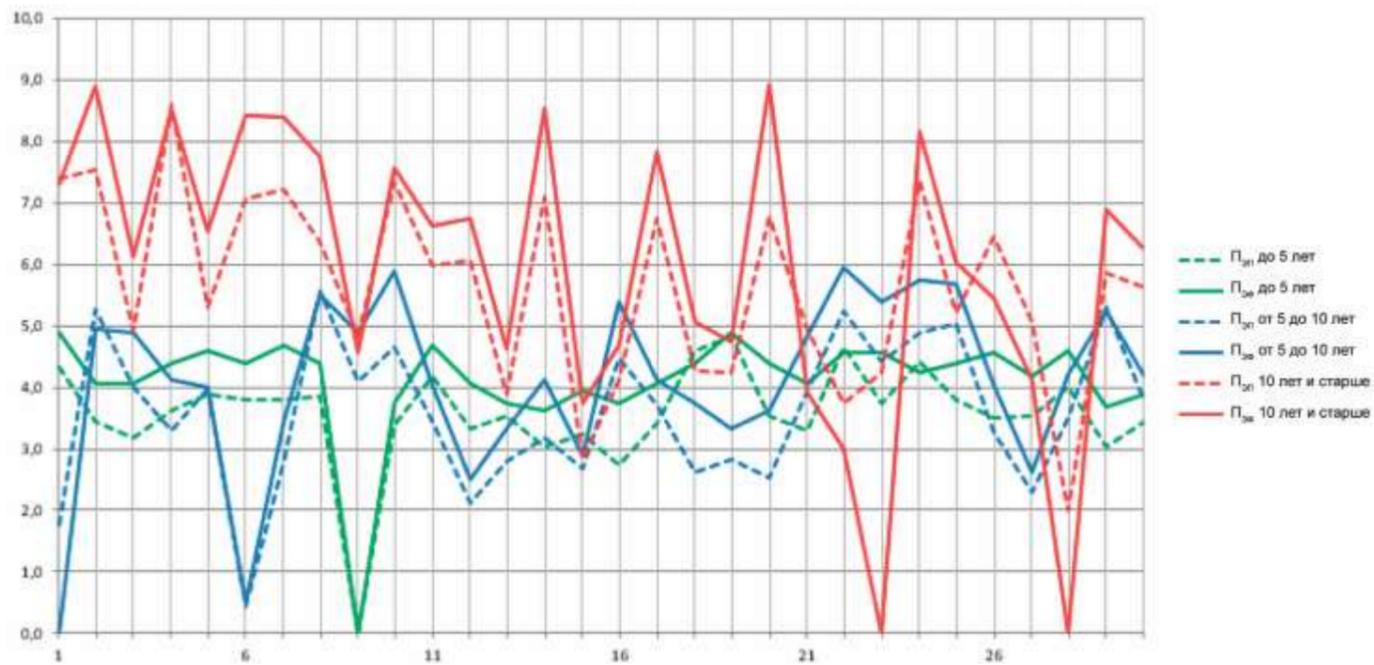


Рисунок Б.115 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у маркировочных машин в июне 2020 г.

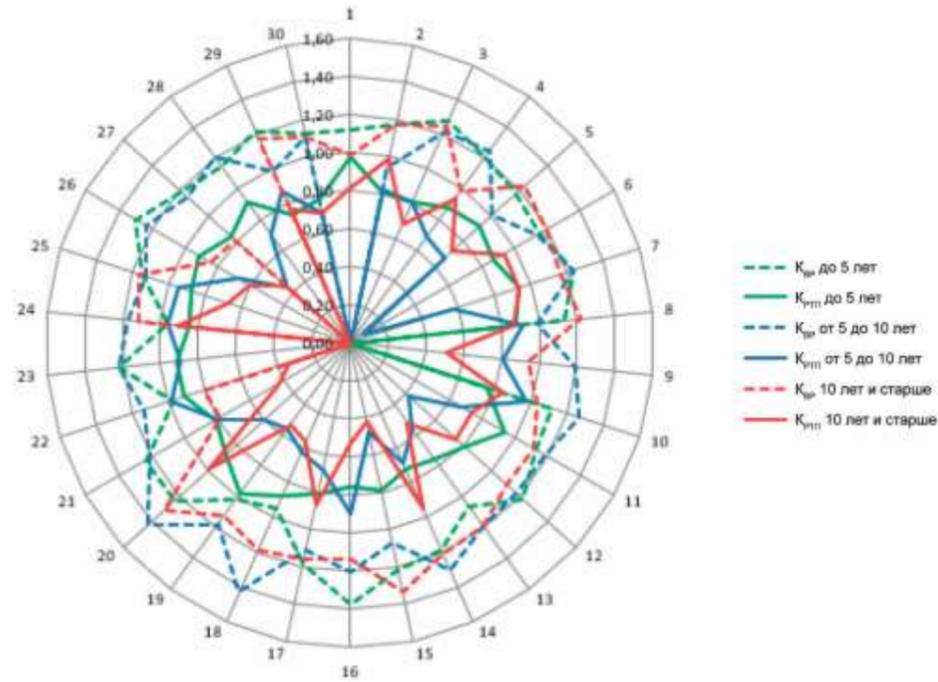


Рисунок Б.116 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Kвр) и реализации технического потенциала (Kрп) у маркировочных машин в июне 2020 г.

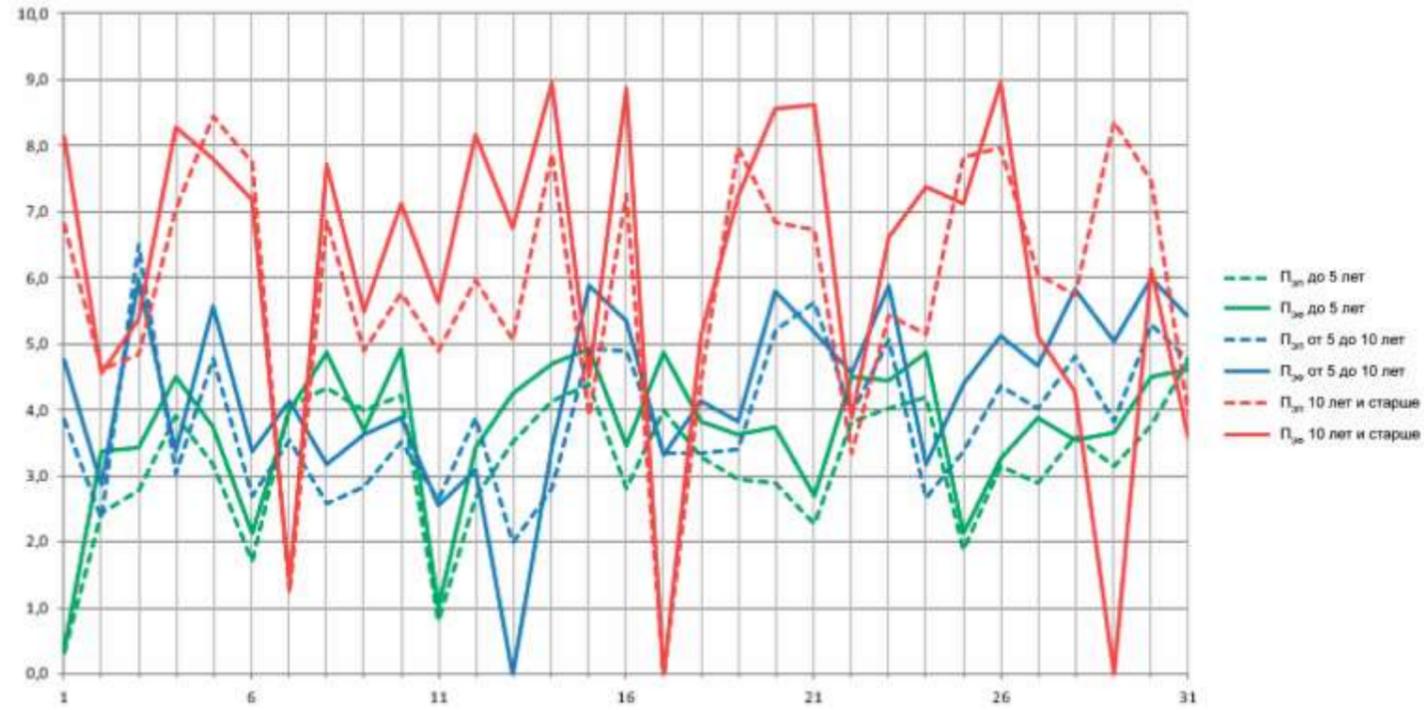


Рисунок Б.117 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у маркировочных машин в июле 2020 г.

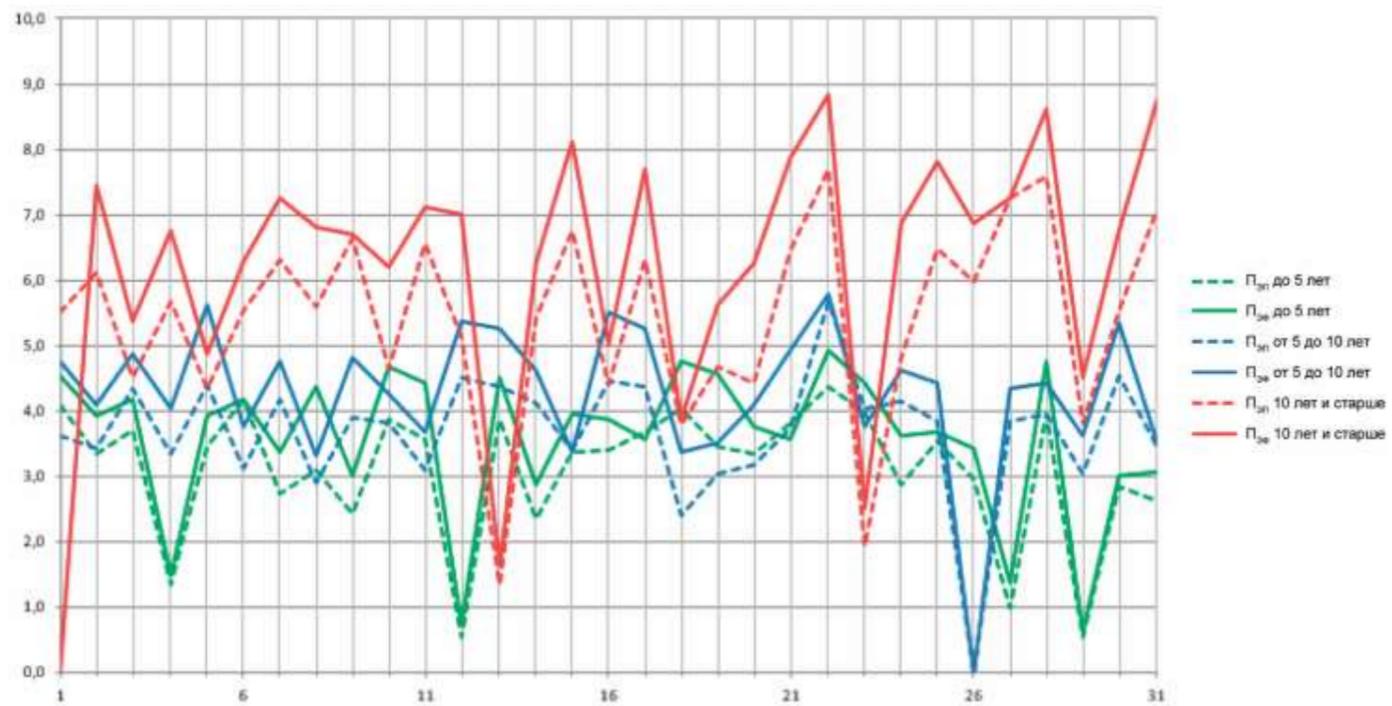


Рисунок Б.119 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у маркировочных машин в августе 2020 г.

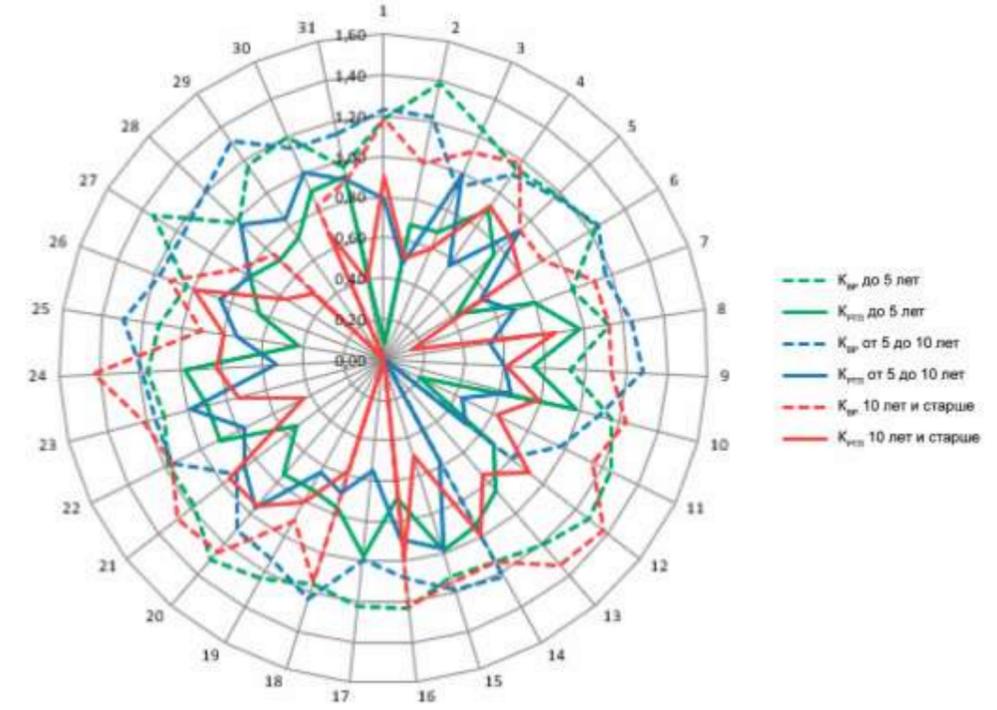


Рисунок Б.118 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у маркировочных машин в июле 2020 г.

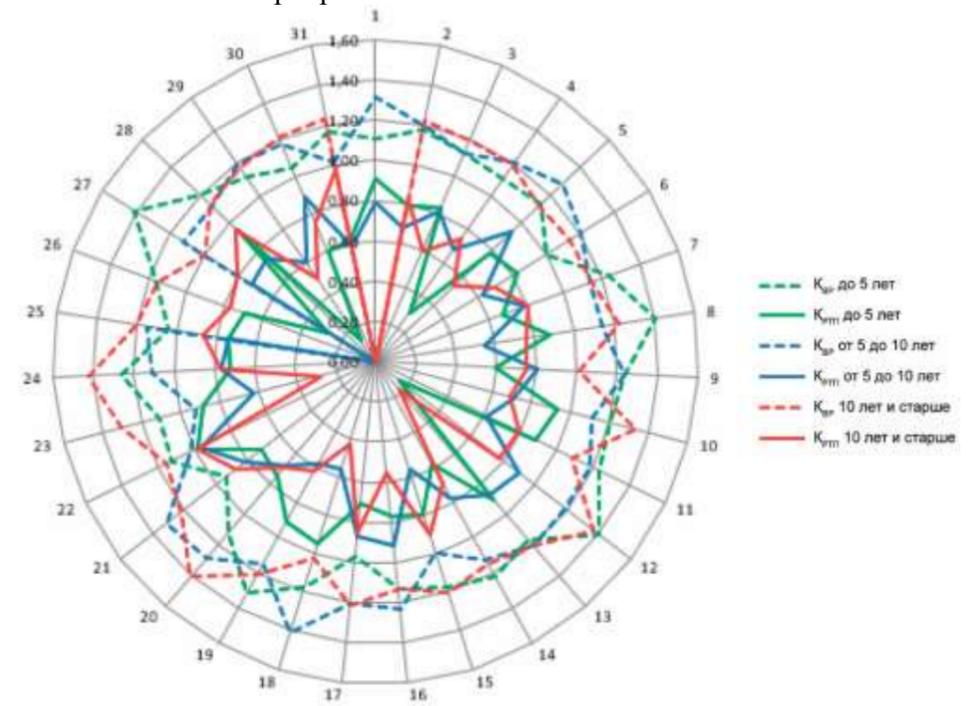


Рисунок Б.120 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у маркировочных машин в августе 2020 г.

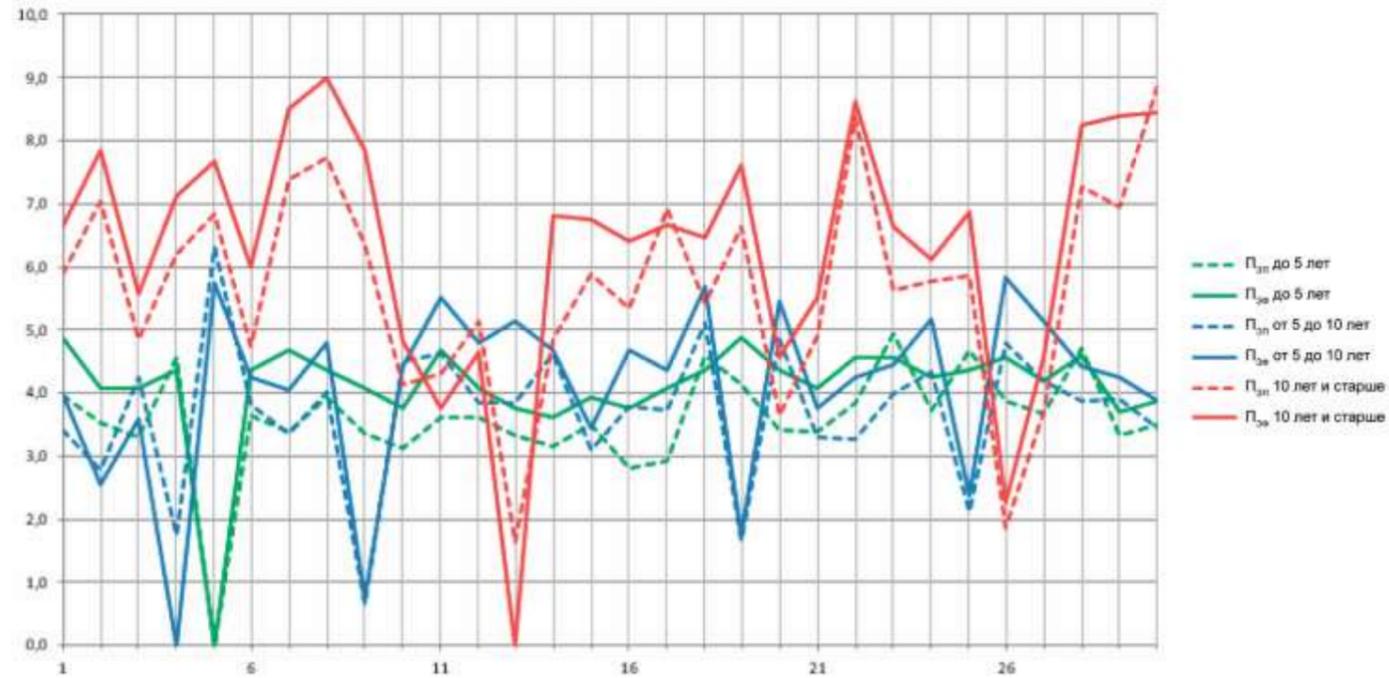


Рисунок Б.121– График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у маркировочных машин в сентябре 2020 г.

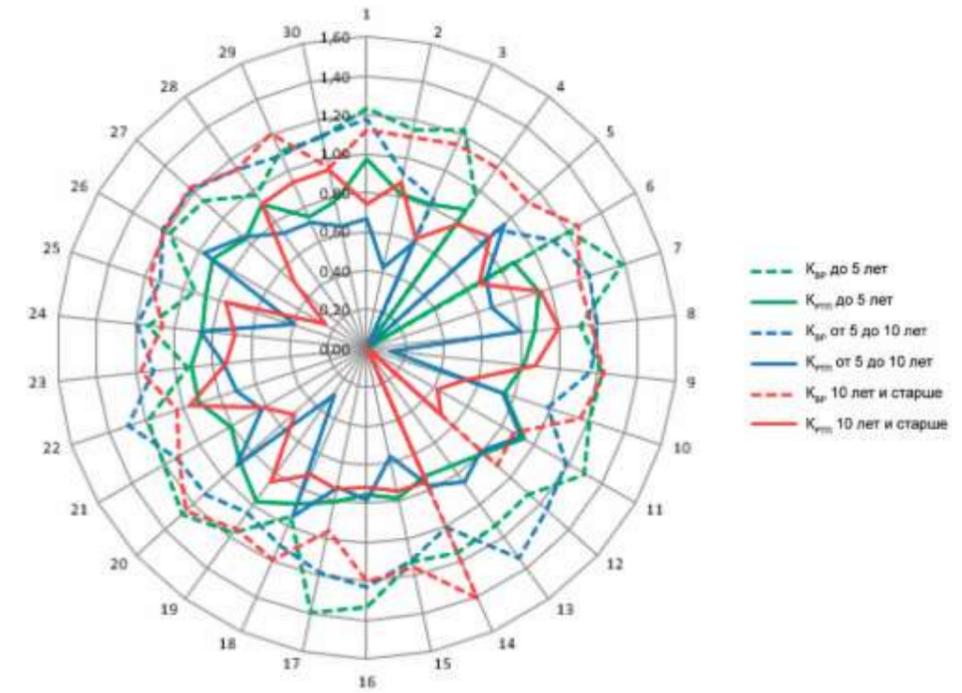


Рисунок Б.122 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у маркировочных машин в сентябре 2020 г.

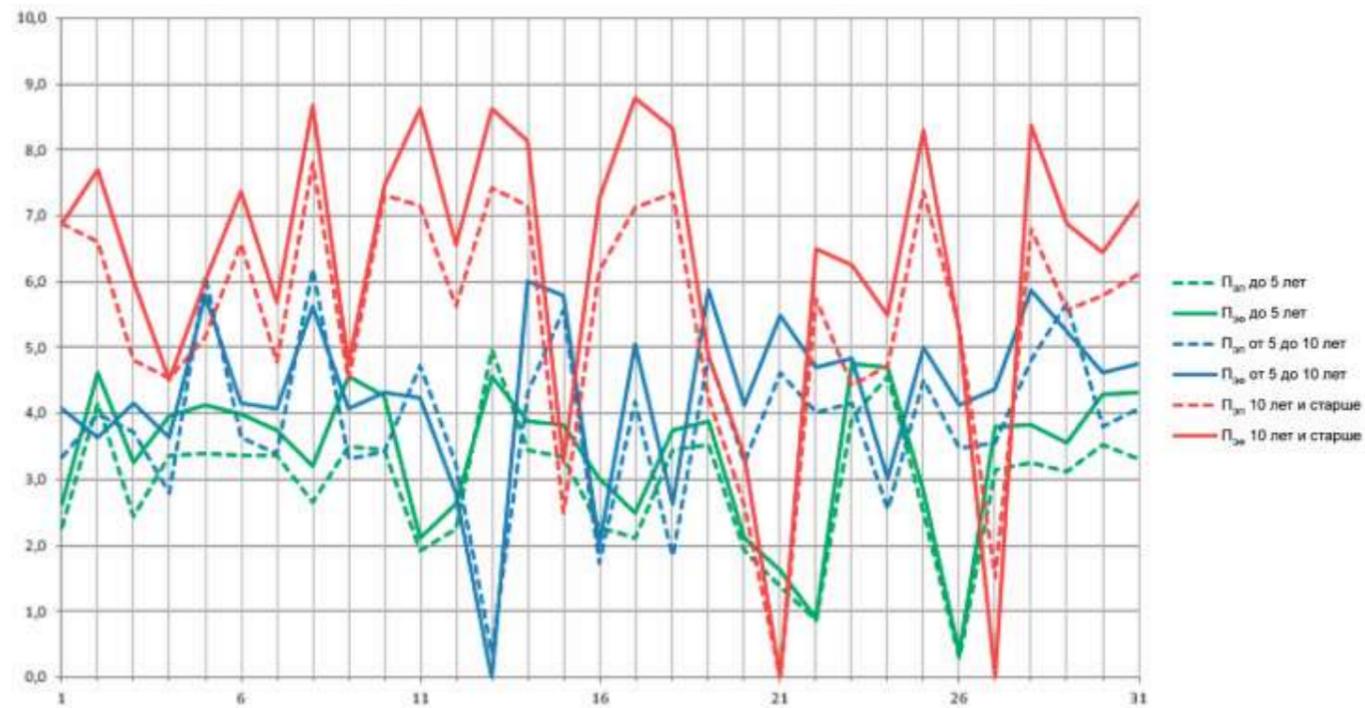


Рисунок Б.123 – График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительностей у маркировочных машин в октябре 2020 г.

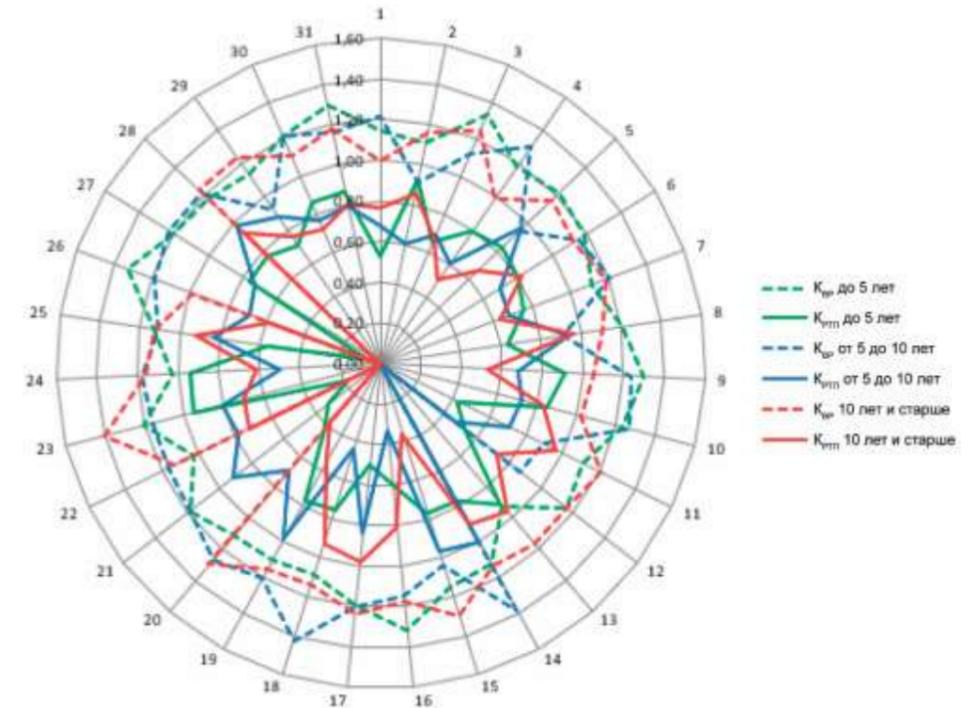


Рисунок Б.124 – Гистограмма значений коэффициентов выполнения работ (Квр) и реализации технического потенциала (Крп) у маркировочных машин в октябре 2020 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(Матрицы к п.4.6.3)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(Примеры практической реализации)

Приложение Г.1

Схема практической реализации методов, разработанных в рамках настоящего диссертационного исследования

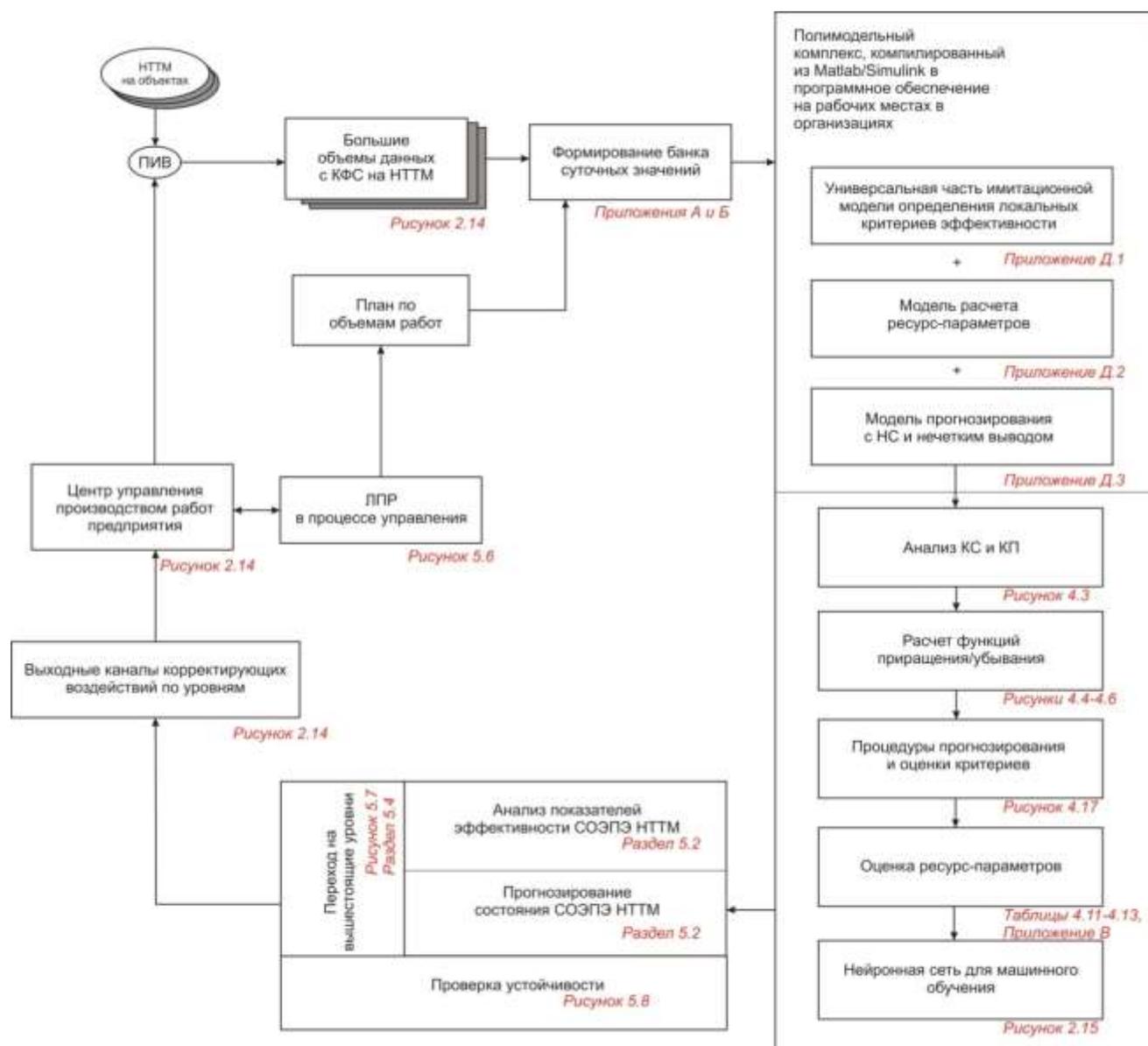


Рисунок Г.1 – Схема практической реализации

На схеме красным курсивом под блоками схемы показаны ссылки на детальные схемы реализации, конкретные результаты и т.п., находящиеся в основной части диссертационной работы

Приложение Г.2

Пример коррекции плана производства от текущих объемов работ с учетом фактических данных о работе на объекте, на примере работы КДМ по очистке от снега и обработке ПГМ участков дороги А108, по заказу от ФКУ «Центравтомагистраль»

Объектом (далее по тексту Объект) производства работ являются участки автомобильных дорог общего пользования федерального значения, находящиеся в оперативном управлении ФКУ «Центравтомагистраль»:

А-108 "Московское большое кольцо" Дмитров - Сергиев Посад - Орехово-Зуево - Воскресенск - Михнево - Балабаново - Руза - Клин – Дмитров км 387+906 - км 503+894, участок от Брестского шоссе до Минского шоссе км 8+085 - км 13+570 (см. рис.Г.2).

Уровень содержания Объекта, обеспечиваемый Подрядчиком (ООО «СпецСтальРесурс») в течение срока действия Контракта с ОУДХ, должен быть не ниже установленного в таблице Г.1.

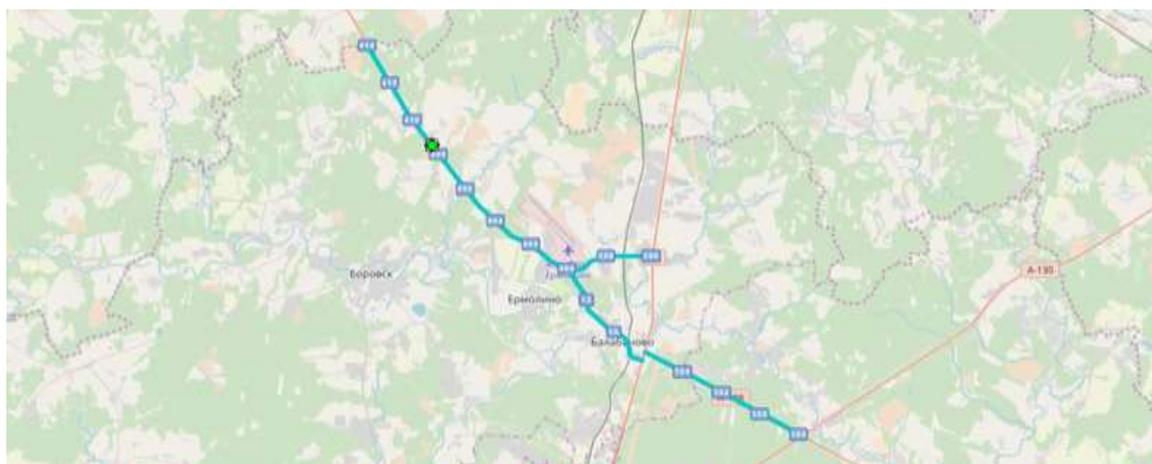


Рисунок Г.2 - Схема обслуживаемого участка автодороги А-108

Таблица Г.1

Участок	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Уровень содержания					
А-108 «Московское большое кольцо» Дмитров - Сергиев Посад - Орехово-Зуево - Воскресенск - Михнево - Балабаново - Руза - Клин – Дмитров км 414+025 - км 473+951	высокий	высокий	высокий	высокий	высокий	высокий
А-108 "Московское большое кольцо" Дмитров - Сергиев Посад - Орехово-Зуево - Воскресенск - Михнево - Балабаново - Руза - Клин – Дмитров км 387+906 - км 414+025, км 473+951 – км 503+894, участок от Брестского шоссе до Минского шоссе км 8+085 - км 13+570	допустимый	допустимый	допустимый	допустимый	допустимый	допустимый

При составлении плана производства работ с расчетом объемов использованы следующие исходные данные:

Перечень автомобильных дорог и общие площади покрытий, обрабатываемых противогололедными материалами (ПГМ):

А/д А108 387+906 - 503+894

в том числе:	Длина, км	Площадь, м ²
1 км 387+906-434+000	46+094	699707
2 км 434+000-452+000	22	333960
3 км 452+000-474+000	18	273240
4 км 474+000-503+894	29+984	455157

Общая площадь очистки/рассева: 176098 м^2 .

В качестве ПГМ применяем пескосоляную смесь со среднесезонной нормой распределения $\rho=0,3\text{ кг/м}^2$.

Средний объем кузова распределителя $P=6,0\text{ м}^3$ (или 9т).

Ширина распределения (h) для участков 4,0 м.

Транспортная скорость порожнего распределителя $V_{\text{п}} = 60\text{ км/ч}$,
груженого $V_{\text{г}} = 50\text{ км/ч}$, рабочая скорость $V_{\text{р}} = 30\text{ км/ч}$.

Время загрузки одного распределителя $t_3 = 7\text{ мин}$.

Заданный срок обработки покрытия 4 часа;

Коэффициент использования пробега $K_{\text{пр}}=0,5$;

Коэффициент использования машины $K_{\text{в}}=0,7$;

Средневзвешенная дальность возки

ПГМ:

для участка 1 $R_1 = 46,094/2 = 23,047\text{ км}$;

для участка 2 $R_2 = 22/2 = 11\text{ км}$;

для участка 3 $R_3 = 18/2 = 9\text{ км}$;

для участка 4 $R_4 = 29,984 = 14,992\text{ км}$.

Результаты оперативного прогнозирования и коррекции процесса производства работ, показаны на рисунках Г.3-Г.6:

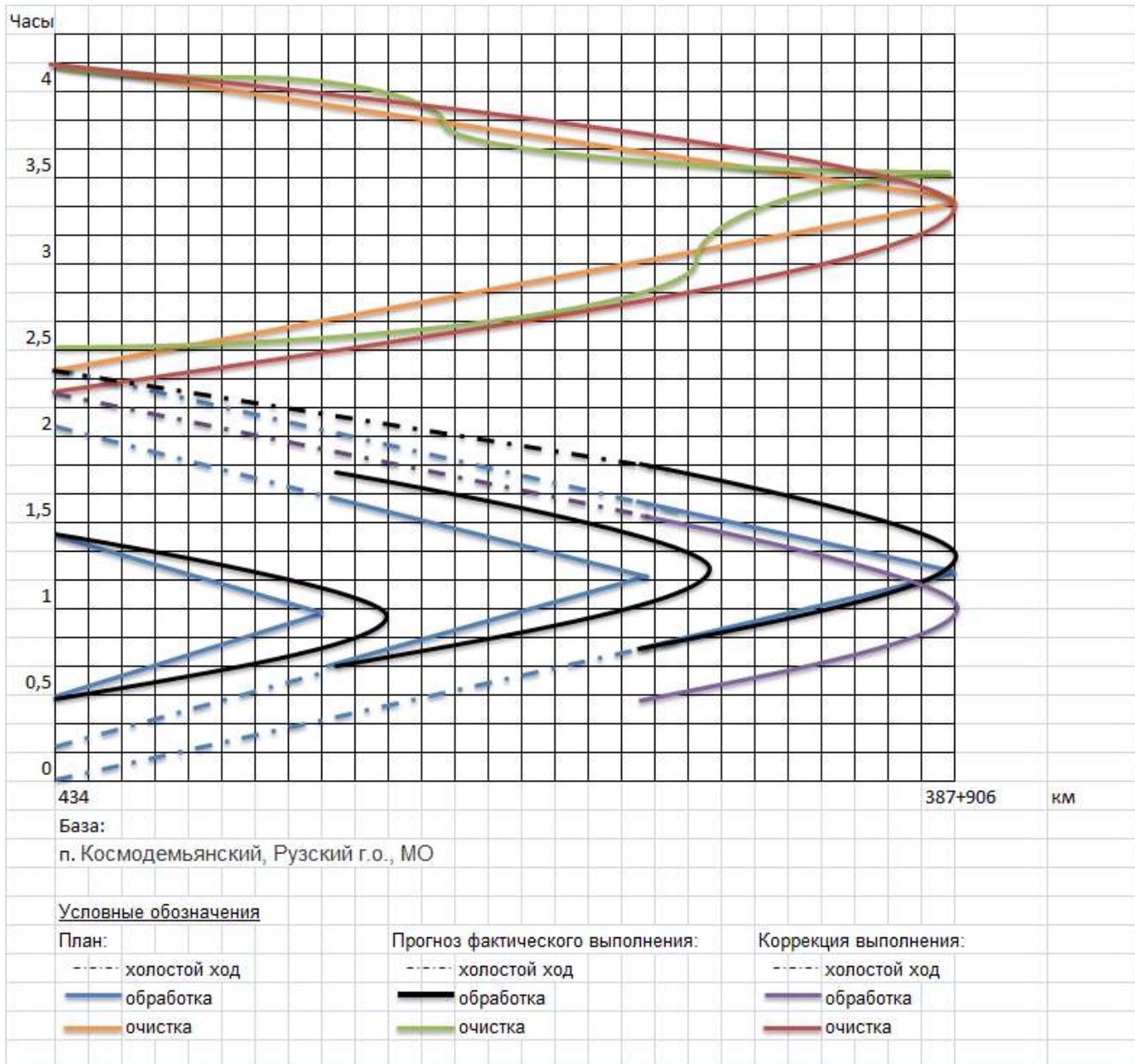


Рисунок Г.3 – Участок №1, плановые, прогнозные и корректированные изменения по производству работ с учетом изменения $\Pi_{ЭФ}$

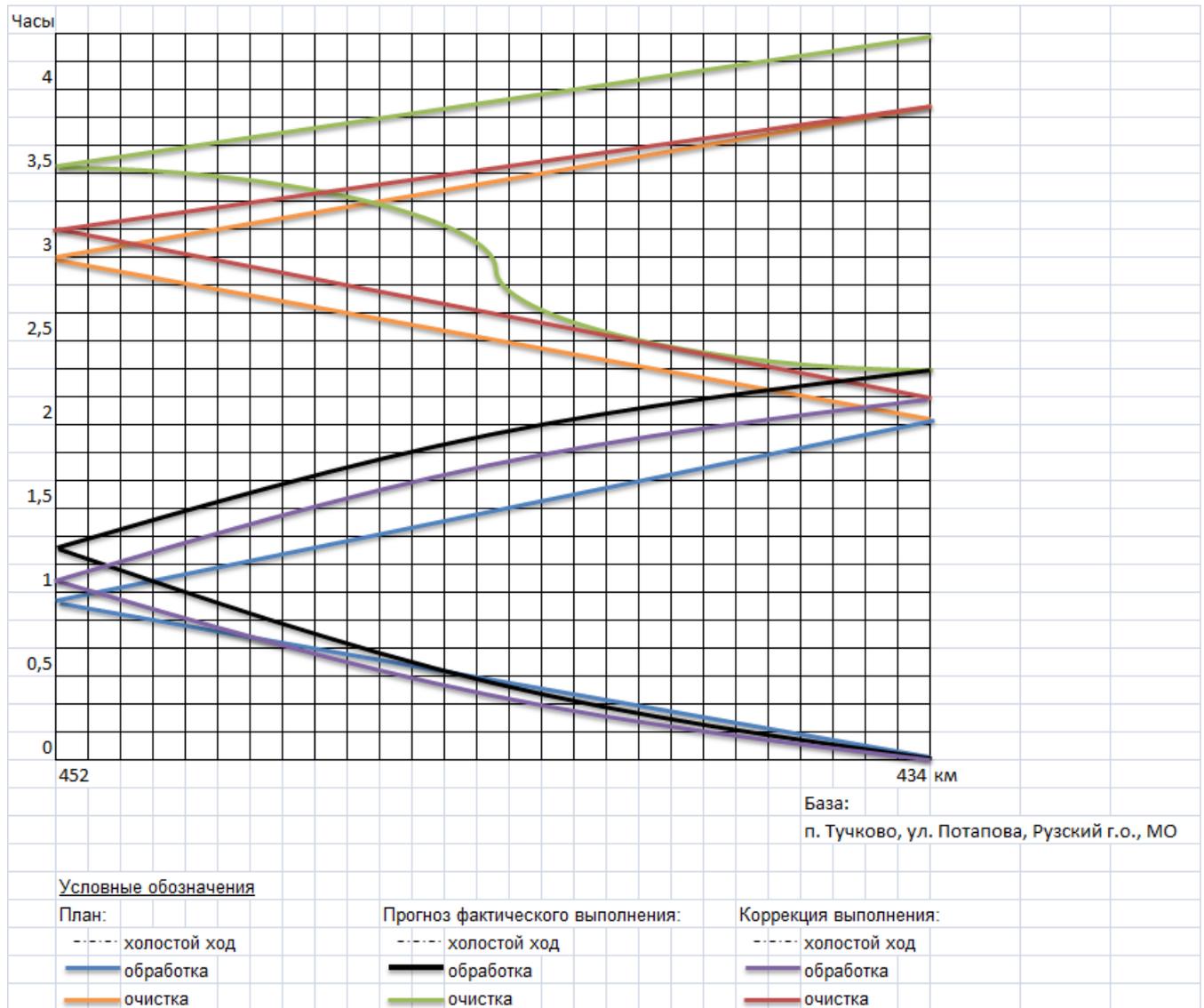


Рисунок Г.4 – Участок №2, плановые, прогнозные и скорректированные изменения по производству работ с учетом изменения ПЭФ

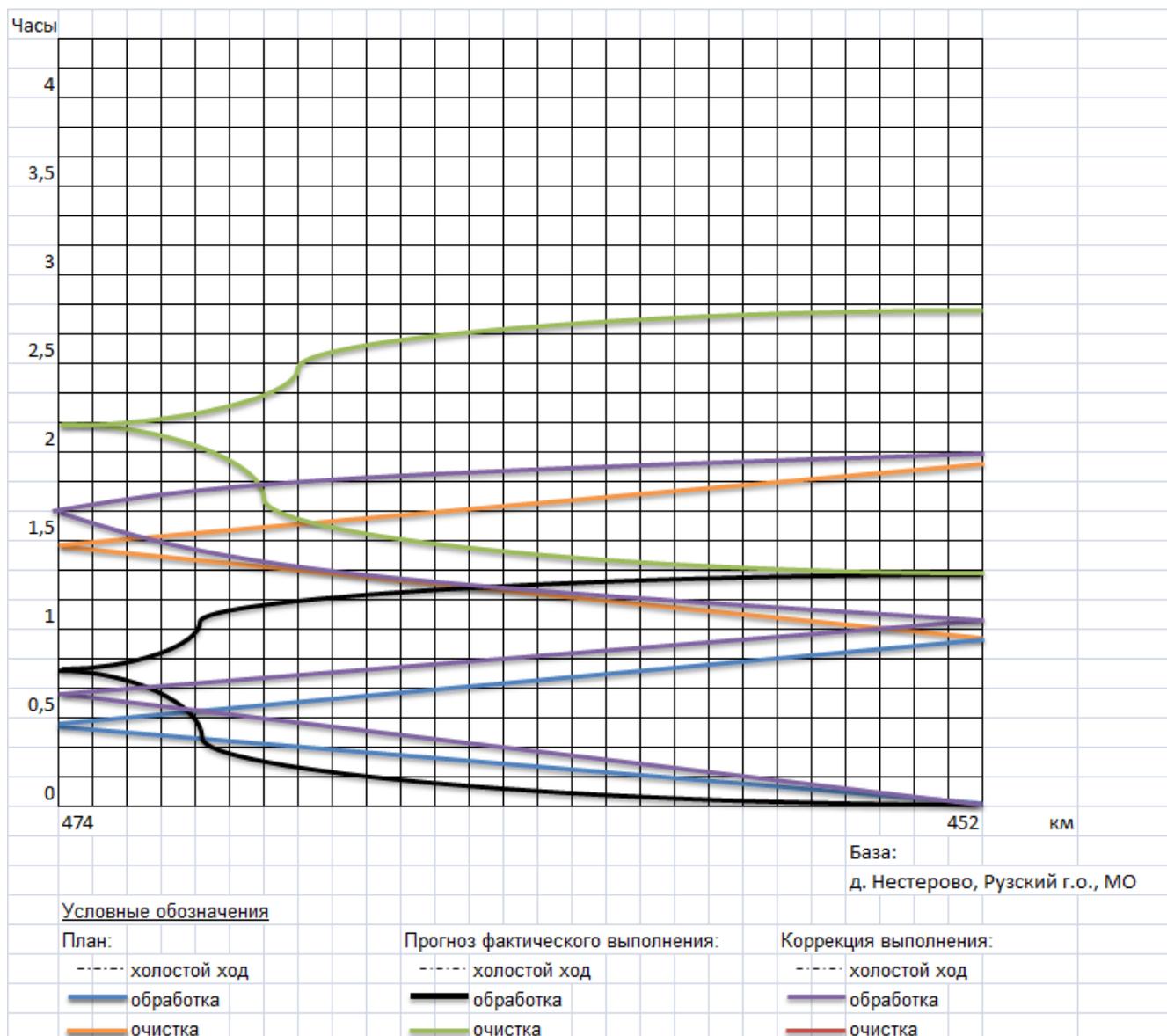


Рисунок Г.5 – Участок №3, плановые, прогнозные и скорректированные изменения по производству работ с учетом изменения $\Pi_{ЭФ}$

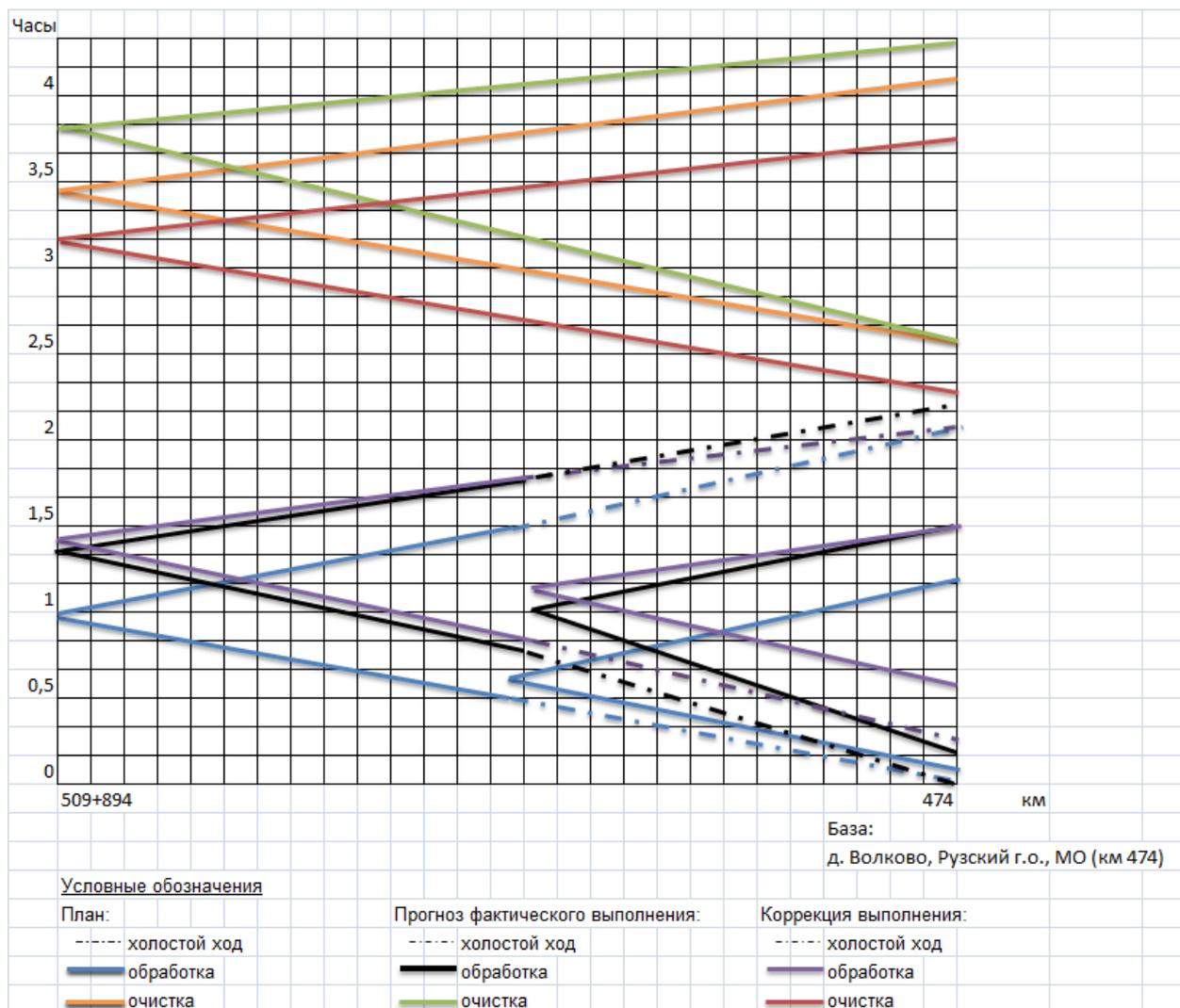


Рисунок Г.6 – Участок №4, плановые, прогнозные и скорректированные изменения по производству работ с учетом изменения ПЭФ

Приложение Г.3

Пример коррекции плана производства текущих объемов работ с учетом фактических данных о работе на объекте, на примере работы асфальтоукладчика Volvo ABG P6820С на участке дороги М10, при ремонте по контракту с ФКУ Упрдор «Россия»

Объектом (далее по тексту Объект) производства работ по ремонту является участок автомобильной дороги общего пользования федерального значения, находящиеся в оперативном управлении ФКУ Упрдор «Россия», обслуживающая организация АО ПО «РосДорСтрой»:

М10 «Россия» Москва – Тверь – Великий Новгород – Санкт-Петербург км 543+500 – км 570+000, в Новгородской области.

Работы по ремонту включали устранение колеиности на ширину полосы движения с ремонтом дорожной одежды в виде укладки верхнего слоя покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона - ЩМА-20 на битуме БНД 60/90, с добавлением модификатора по СТО 61595504-002-2010. Сопутствующие работы: фрезерование/профилирование, вывоз крошки, розлив битума с по норме 0.3 л/ м², подача асфальтобетона автосамосвалами, укатка уложенного слоя.

Объемы укладки показаны в таблице Г.2, объемы укладки по км показаны в таблице Г.3.

Таблица Г.2

Дальность возки нового асфальтобетона, км	Толщина слоя, м	Укладка на одну полосу, м ²	Общая площадь укладки, м ²
20	0,06	99375	221250

Таблица Г.3

км	объем, м ²	км	объем, м ²	км	объем, м ²
543+500	3750	553+000	11250	563+000	7500
544+000	7500	554+000	11250	564+000	7500
545+000	7500	555+000	11250	565+000	7500
546+000	7500	556+000	7500	566+000	7500
547+000	7500	557+000	7500	567+000	7500
548+000	7500	558+000	7500	568+000	7500
549+000	7500	559+000	7500	569+000	7500
550+000	7500	560+000	7500	570+000	7500
551+000	7500	561+000	7500	-	-
552+000	11250	562+000	7500	-	-

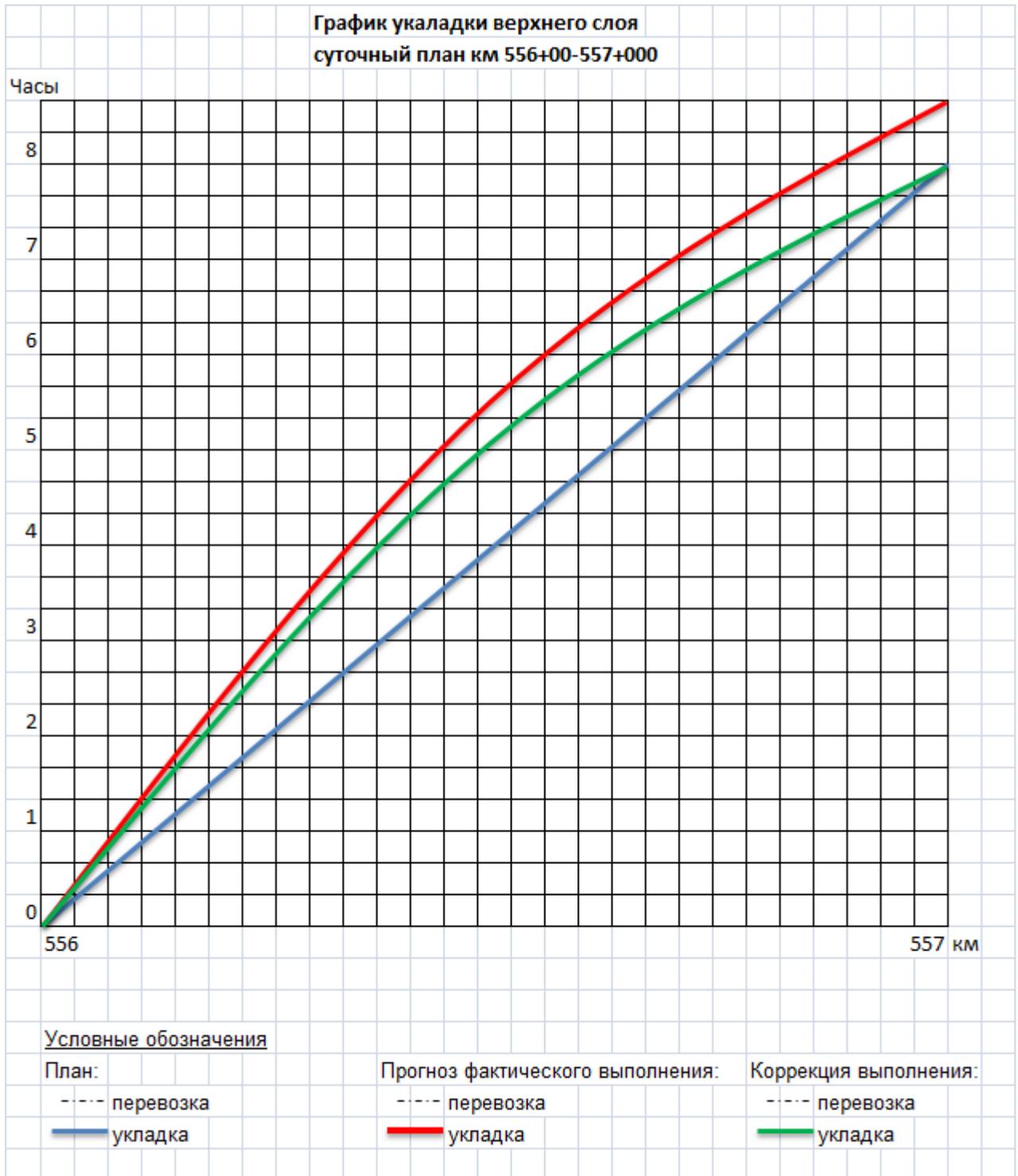


Рисунок Г.8 – Пример участка одной смены, плановые, прогнозные и скорректированные изменения по производству работ с учетом изменения ПЭФ

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(Имитационные модели Matlab/Simulink)

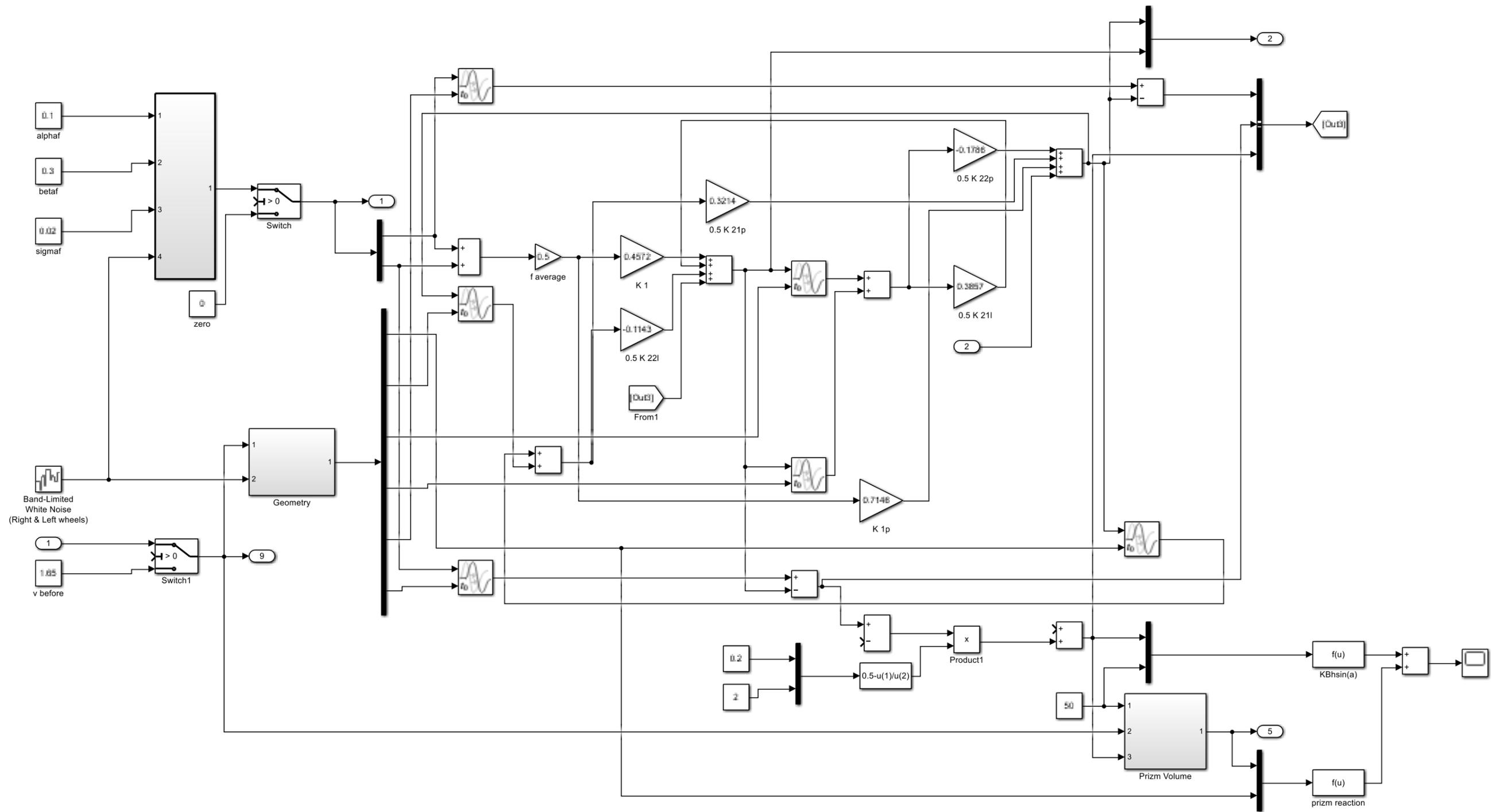


Рисунок Д.1 - Универсальная часть имитационной модели определения локальных критериев эффективности

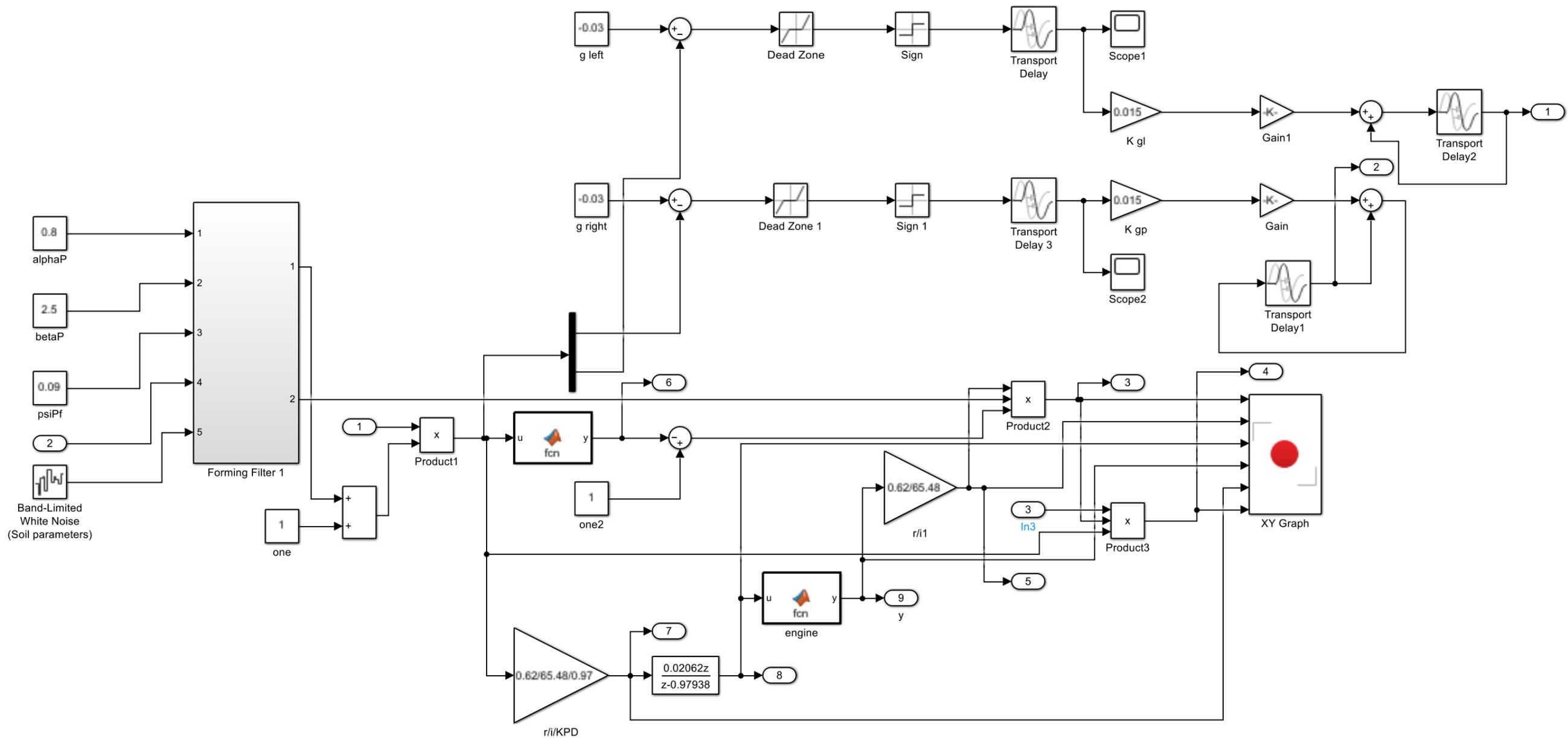


Рисунок Д.2 - Часть имитационной модели расчета ресурс-параметров

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(Код на C++ ядра программы «ЭфОПроЭ»)

```

//
// Academic License - for use in teaching, academic research, and meeting
// course requirements at degree granting institutions only. Not for
// government, commercial, or other organizational use.
//
// File: uniform_terr.cpp
//
// Code generated for Simulink model 'uniform_terr'.
//
// Model version          : 6.0
// Simulink Coder version  : 9.6 (R2021b) 14-May-2021
// C/C++ source code generated on : Thu May 4 22:16:30 2023
//
// Target selection: ert.tlc
// Embedded hardware selection: Intel->x86-64 (Windows64)
// Code generation objectives: Unspecified
// Validation result: Not run
//
#include "uniform_terr.h"
#include "uniform_terr_private.h"
//
// Time delay interpolation routine
//
// The linear interpolation is performed using the formula:
//
// (t2 - tMinusDelay)      (tMinusDelay - t1)
// u(t) = ----- * u1 + ----- * u2
// (t2 - t1)              (t2 - t1)
//

```

```

real_T rt_TDelayInterpolate(
    real_T tMinusDelay,          // tMinusDelay = currentSimTime - delay
    real_T tStart,
    real_T *uBuf,
    int_T bufSz,
    int_T *lastIdx,
    int_T oldestIdx,
    int_T newIdx,
    real_T initOutput,
    boolean_T discrete,
    boolean_T minorStepAndTAtLastMajorOutput)
{
    int_T i;
    real_T yout, t1, t2, u1, u2;
    real_T* tBuf = uBuf + bufSz;
    //
    // If there is only one data point in the buffer, this data point must be
    // the t= 0 and tMinusDelay > t0, it ask for something unknown. The best
    // guess if initial output as well
    if ((newIdx == 0) && (oldestIdx == 0) && (tMinusDelay > tStart))
        return initOutput;
    //
    // If tMinusDelay is less than zero, should output initial value
    if (tMinusDelay <= tStart)
        return initOutput;
    // For fixed buffer extrapolation:
    // if tMinusDelay is small than the time at oldestIdx, if discrete, output
    // tailptr value, else use tailptr and tailptr+1 value to extrapolate
    // It is also for fixed buffer. Note: The same condition can happen for transport

```

delay block where

```

// use tStart and t[tail] other than using t[tail] and t[tail+1].
// See below
if ((tMinusDelay <= tBuf[oldestIdx] ) ) {
    if (discrete) {
        return(uBuf[oldestIdx]);
    } else {
        int_T tempIdx= oldestIdx + 1;
        if (oldestIdx == bufSz-1)
            tempIdx = 0;
        t1= tBuf[oldestIdx];
        t2= tBuf[tempIdx];
        u1= uBuf[oldestIdx];
        u2= uBuf[tempIdx];
        if (t2 == t1) {
            if (tMinusDelay >= t2) {
                yout = u2;
            } else {
                yout = u1;
            }
        } else {
            real_T f1 = (t2-tMinusDelay) / (t2-t1);
            real_T f2 = 1.0 - f1;
            //
            // Use Lagrange's interpolation formula. Exact outputs at t1, t2.
            yout = f1*u1 + f2*u2;
        }
        return yout;
    }
}

```

```

}
//
// When block does not have direct feedthrough, we use the table of
// values to extrapolate off the end of the table for delays that are less
// than 0 (less than step size). This is not completely accurate. The
// chain of events is as follows for a given time t. Major output - look
// in table. Update - add entry to table. Now, if we call the output at
// time t again, there is a new entry in the table. For very small delays,
// this means that we will have a different answer from the previous call
// to the output fcn at the same time t. The following code prevents this
// from happening.
if (minorStepAndTAtLastMajorOutput) {
    // pretend that the new entry has not been added to table
    if (newIdx != 0) {
        if (*lastIdx == newIdx) {
            (*lastIdx)--;
        }
        newIdx--;
    } else {
        if (*lastIdx == newIdx) {
            *lastIdx = bufSz-1;
        }
        newIdx = bufSz - 1;
    }
}
i = *lastIdx;
if (tBuf[i] < tMinusDelay) {
    // Look forward starting at last index
    while (tBuf[i] < tMinusDelay) {

```

```

// May occur if the delay is less than step-size - extrapolate
if (i == newIdx)
    break;
i = ( i < (bufSz-1) ) ? (i+1) : 0; // move through buffer
}
} else {
//
// Look backwards starting at last index which can happen when the
// delay time increases.
while (tBuf[i] >= tMinusDelay) {
//
// Due to the entry condition at top of function, we
// should never hit the end.
i = (i > 0) ? i-1 : (bufSz-1); // move through buffer
}
i = ( i < (bufSz-1) ) ? (i+1) : 0;
}
*lastIdx = i;
if (discrete) {
//
// tempEps = 128 * eps;
// localEps = max(tempEps, tempEps*fabs(tBuf[i]))/2;
double tempEps = (DBL_EPSILON) * 128.0;
double localEps = tempEps * std::abs(tBuf[i]);
if (tempEps > localEps) {
    localEps = tempEps;
}
localEps = localEps / 2.0;
if (tMinusDelay >= (tBuf[i] - localEps)) {

```

```

    yout = uBuf[i];
} else {
    if (i == 0) {
        yout = uBuf[bufSz-1];
    } else {
        yout = uBuf[i-1];
    }
}
}
} else {
    if (i == 0) {
        t1 = tBuf[bufSz-1];
        u1 = uBuf[bufSz-1];
    } else {
        t1 = tBuf[i-1];
        u1 = uBuf[i-1];
    }
    t2 = tBuf[i];
    u2 = uBuf[i];
    if (t2 == t1) {
        if (tMinusDelay >= t2) {
            yout = u2;
        } else {
            yout = u1;
        }
    } else {
        real_T f1 = (t2-tMinusDelay) / (t2-t1);
        real_T f2 = 1.0 - f1;
        //
        // Use Lagrange's interpolation formula. Exact outputs at t1, t2.

```

```

    yout = f1*u1 + f2*u2;
  }
}
uniform_terr_Y.Out9[0] = (uniform_terr_Y.Out9[0] - uniform_terr_Y.Out8[0]) *
    0.97938 + uniform_terr_Y.Out8[0];
// Product: '<Root>/Product1 ' incorporates:
// Inport: '<Root>/In1'
rtb_Product1[0] = rtb_Product1_p;
rtb_Product1_p = uniform_terr_U.In1[1] * uniform_terr_ConstB.Add;
// Gain: '<Root>/r//i//KPD '
uniform_terr_Y.Out8[1] = 0.009761381455894301 * rtb_Product1_p;
// Sum: '<S4>/Sum' incorporates:
// Gain: '<S4>/Gain'
// Sum: '<S4>/Diff'
// UnitDelay: '<S4>/UD'
//
// Block description for '<S4>/Sum':
//
// Add in CPU
//
// Block description for '<S4>/Diff':
//
// Add in CPU
//
// Block description for '<S4>/UD':
//
// Store in Global RAM
uniform_terr_Y.Out9[1] = (uniform_terr_Y.Out9[1] - uniform_terr_Y.Out8[1]) *
    0.97938 + uniform_terr_Y.Out8[1];

```

```

// Product: '<Root>/Product1 '
rtb_Product1[1] = rtb_Product1_p;
// MATLAB Function: '<Root>/engine ' incorporates:
// Outport: '<Root>/y'
// UnitDelay: '<S4>/UD'
//
// Block description for '<S4>/UD':
//
// Store in Global RAM

uniform_terr_MATLABFunction(uniform_terr_Y.Out9, uniform_terr_Y.y);
// Outport: '<Root>/Out5' incorporates:
// Gain: '<Root>/r/i1 '
// Outport: '<Root>/y'
uniform_terr_Y.Out5[0] = 0.0094685400122174711 * uniform_terr_Y.y[0];
uniform_terr_Y.Out5[1] = 0.0094685400122174711 * uniform_terr_Y.y[1];
// MATLAB Function: '<Root>/MATLAB Function'
uniform_terr_MATLABFunction(rtb_Product1, uniform_terr_Y.Out6);
// Product: '<Root>/Product2 ' incorporates:
// Constant: '<Root>/one2'
// Outport: '<Root>/Out5'
// Sum: '<Root>/Sum'
uniform_terr_Y.Out3[0] = uniform_terr_Y.Out5[0] * 0.0 * (1.0 -
    uniform_terr_Y.Out6[0]);
// Outport: '<Root>/Out4' incorporates:
// Inport: '<Root>/In3'
// Product: '<Root>/Product3 '
uniform_terr_Y.Out4[0] = uniform_terr_U.In3 * uniform_terr_Y.Out3[0] *
    rtb_Product1[0];

```

```

// Product: '<Root>/Product2 ' incorporates:
// Constant: '<Root>/one2'
// Outport: '<Root>/Out5'
// Sum: '<Root>/Sum'
uniform_terr_Y.Out3[1] = uniform_terr_Y.Out5[1] * 0.0 * (1.0 -
    uniform_terr_Y.Out6[1]);
// Outport: '<Root>/Out4' incorporates:
// Inport: '<Root>/In3'
// Product: '<Root>/Product3 '
uniform_terr_Y.Out4[1] = uniform_terr_U.In3 * uniform_terr_Y.Out3[1] *
    rtb_Product1_p;
// TransportDelay: '<Root>/Transport Delay 3 ' incorporates:
// Constant: '<Root>/g left'
// Sum: '<Root>/Sum2'
rtb_TransportDelay3 = -0.03 - rtb_Product1_p;
// DeadZone: '<Root>/Dead Zone '
if (rtb_TransportDelay3 > 0.5) {
    // TransportDelay: '<Root>/Transport Delay 3 '
    rtb_TransportDelay3 -= 0.5;
} else if (rtb_TransportDelay3 >= -0.5) {
    // TransportDelay: '<Root>/Transport Delay 3 '
    rtb_TransportDelay3 = 0.0;
} else {
    // TransportDelay: '<Root>/Transport Delay 3 '
    rtb_TransportDelay3 -= -0.5;
}
// End of DeadZone: '<Root>/Dead Zone '
// Signum: '<Root>/Sign '
if (rtb_TransportDelay3 < 0.0) {

```

```

// Signum: '<Root>/Sign '
rtb_Sign = -1.0;
} else if (rtb_TransportDelay3 > 0.0) {
// Signum: '<Root>/Sign '
rtb_Sign = 1.0;
} else if (rtb_TransportDelay3 == 0.0) {
// Signum: '<Root>/Sign '
rtb_Sign = 0.0;
} else {
// Signum: '<Root>/Sign '
rtb_Sign = (rtNaN);
}
// End of Signum: '<Root>/Sign '
// TransportDelay: '<Root>/Transport Delay 3 ' incorporates:
// Constant: '<Root>/g right'
// Sum: '<Root>/Sum1'
rtb_TransportDelay3 = -0.03 - rtb_Product1[0];
// DeadZone: '<Root>/Dead Zone 1 '
if (rtb_TransportDelay3 > 0.5) {
// TransportDelay: '<Root>/Transport Delay 3 '
rtb_TransportDelay3 -= 0.5;
} else if (rtb_TransportDelay3 >= -0.5) {
// TransportDelay: '<Root>/Transport Delay 3 '
rtb_TransportDelay3 = 0.0;
} else {
// TransportDelay: '<Root>/Transport Delay 3 '
rtb_TransportDelay3 -= -0.5;
}
// End of DeadZone: '<Root>/Dead Zone 1 '

```

```

// Signum: '<Root>/Sign 1 '
if (rtb_TransportDelay3 < 0.0) {
  // Signum: '<Root>/Sign 1 '
  rtb_Sign1 = -1.0;
  ((uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Head <
    (uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.CircularBufSize-1)) ?
    (uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Head+1) : 0);
  if (uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Head ==
    uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Tail) {
    uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Tail =
      ((uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Tail <
        (uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.CircularBufSize-1)) ?
        (uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Tail+1) : 0);
  }
  (*uBuffer + uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.CircularBufSize)
  [uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Head] = simTime;
  (*uBuffer)[uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Head] = rtb_Sum4;
}
// Update for TransportDelay: '<Root>/Transport Delay '
{
  real_T **uBuffer = (real_T**)
  &uniform_terr_DW.TransportDelay_PWORK.TUbufferPtrs[0];
  real_T simTime = (&uniform_terr_M)->Timing.t[0];
  uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Head =
    ((uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Head <
      (uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.CircularBufSize-1)) ?
      (uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Head+1) : 0);
  if (uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Head ==
    uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Tail) {

```

```

uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Tail =
    ((uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Tail <
        (uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.CircularBufSize-1)) ?
        (uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Tail+1) : 0);
}
(*uBuffer + uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.CircularBufSize)
    [uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Head] = simTime;
(*uBuffer)[uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Head] = rtb_Sign;
}
// Update for TransportDelay: '<Root>/Transport Delay1 '
{
    real_T **uBuffer = (real_T**)
&uniform_terr_DW.TransportDelay1_PWORK.TUbufferPtrs[0];
    real_T simTime = (&uniform_terr_M)->Timing.t[0];
    uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Head =
        ((uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Head <
            (uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.CircularBufSize-1)) ?
            (uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Head+1) : 0);
    if (uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Head ==
        uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Tail) {
        uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Tail =
            ((uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Tail <
                (uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.CircularBufSize-1)) ?
                (uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Tail+1) : 0);
    }
    (*uBuffer + uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.CircularBufSize)
        [uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Head] = simTime;
    (*uBuffer)[uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Head] = rtb_Sum3;
}

```

```

// Update for TransportDelay: '<Root>/Transport Delay 3 '
{
    real_T **uBuffer = (real_T**)
&uniform_terr_DW.TransportDelay3_PWORK.TUbufferPtrs[0];
    real_T simTime = (&uniform_terr_M)->Timing.t[0];
    uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Head =
        ((uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Head <
            (uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.CircularBufSize-1)) ?
            (uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Head+1) : 0);
    if (uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Head ==
        uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Tail) {
        uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Tail =
            ((uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Tail <
                (uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.CircularBufSize-1)) ?
                (uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Tail+1) : 0);
    }
    (*uBuffer + uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.CircularBufSize)
        [uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Head] = simTime;
    (*uBuffer)[uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Head] = rtb_Sign1;
}

// Update absolute time for base rate
// The "clockTick0" counts the number of times the code of this task has
// been executed. The absolute time is the multiplication of "clockTick0"
// and "Timing.stepSize0". Size of "clockTick0" ensures timer will not
// overflow during the application lifespan selected.
(&uniform_terr_M)->Timing.t[0] =
    ((time_T)(++(&uniform_terr_M)->Timing.clockTick0)) * (&uniform_terr_M)
        ->Timing.stepSize0;
{

```

```

// Update absolute timer for sample time: [0.1s, 0.0s]
// The "clockTick1" counts the number of times the code of this task has
// been executed. The resolution of this integer timer is 0.1, which is the step size
// of the task. Size of "clockTick1" ensures timer will not overflow during the
// application lifespan selected.
(&uniform_terr_M)->Timing.clockTick1++;
}
}
// Model initialize function
void uniform_terrModelClass::initialize()
{
    // Registration code
    // initialize non-finites
    rt_InitInfAndNaN(sizeof(real_T));
    {
        // Setup solver object
        rtsiSetSimTimeStepPtr(&(&uniform_terr_M)->solverInfo, &(&uniform_terr_M)
            ->Timing.simTimeStep);
        rtsiSetTPtr(&(&uniform_terr_M)->solverInfo,
&rtmGetTPtr((&uniform_terr_M)));
        rtsiSetStepSizePtr(&(&uniform_terr_M)->solverInfo, &(&uniform_terr_M)
            ->Timing.stepSize0);
        rtsiSetErrorStatusPtr(&(&uniform_terr_M)->solverInfo, (&rtmGetErrorStatus
            ((&uniform_terr_M))));
        rtsiSetRTModelPtr(&(&uniform_terr_M)->solverInfo, (&uniform_terr_M));
    }
    rtsiSetSimTimeStep(&(&uniform_terr_M)->solverInfo, MAJOR_TIME_STEP);
    rtsiSetSolverName(&(&uniform_terr_M)->solverInfo, "FixedStepDiscrete");
    rtmSetTPtr((&uniform_terr_M), &(&uniform_terr_M)->Timing.tArray[0]);

```

```

(&uniform_terr_M)->Timing.stepSize0 = 0.1;
// Start for TransportDelay: '<Root>/Transport Delay2 '
{
    real_T *pBuffer =
&uniform_terr_DW.TransportDelay2_RWORK.TUbufferArea[0];
    uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Tail = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Head = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.Last = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay2_IWORK.CircularBufSize = 1024;
    pBuffer[0] = 0.0;
    pBuffer[1024] = (&uniform_terr_M)->Timing.t[0];
    uniform_terr_DW.TransportDelay2_PWORK.TUbufferPtrs[0] = (void *)
&pBuffer[0];
}
// Start for TransportDelay: '<Root>/Transport Delay '
{
    real_T *pBuffer =
&uniform_terr_DW.TransportDelay_RWORK.TUbufferArea[0];
    uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Tail = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Head = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.Last = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay_IWORK.CircularBufSize = 1024;
    pBuffer[0] = 0.0;
    pBuffer[1024] = (&uniform_terr_M)->Timing.t[0];
    uniform_terr_DW.TransportDelay_PWORK.TUbufferPtrs[0] = (void *)
&pBuffer[0];
}
// Start for TransportDelay: '<Root>/Transport Delay1 '
{

```

```

    real_T *pBuffer =
&uniform_terr_DW.TransportDelay1_RWORK.TUbufferArea[0];
    uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Tail = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Head = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.Last = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay1_IWORK.CircularBufSize = 1024;
    pBuffer[0] = 0.0;
    pBuffer[1024] = (&uniform_terr_M)->Timing.t[0];
    uniform_terr_DW.TransportDelay1_PWORK.TUbufferPtrs[0] = (void *)
&pBuffer[0];
}
// Start for TransportDelay: '<Root>/Transport Delay 3 '
{
    real_T *pBuffer =
&uniform_terr_DW.TransportDelay3_RWORK.TUbufferArea[0];
    uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Tail = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Head = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.Last = 0;
    uniform_terr_DW.TransportDelay3_IWORK.CircularBufSize = 1024;
    pBuffer[0] = 0.0;
    pBuffer[1024] = (&uniform_terr_M)->Timing.t[0];
    uniform_terr_DW.TransportDelay3_PWORK.TUbufferPtrs[0] = (void *)
&pBuffer[0];
}
}
// Model terminate function
void uniform_terrModelClass::terminate()
{
    // (no terminate code required)

```

```
}  
// Constructor  
uniform_terrModelClass::uniform_terrModelClass() :  
    uniform_terr_U(),  
    uniform_terr_Y(),  
    uniform_terr_DW(),  
    uniform_terr_M()  
{  
    // Currently there is no constructor body generated.  
}  
// Destructor  
uniform_terrModelClass::~~uniform_terrModelClass()  
{  
    // Currently there is no destructor body generated.  
}  
// Real-Time Model get method  
uniform_terrModelClass::RT_MODEL_uniform_terr_T *  
uniform_terrModelClass::getRTM  
    ()  
{  
    return (&uniform_terr_M);  
}  
//  
// File trailer for generated code.  
//  
// [EOF]  
//
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Система поддержки принятия решений по управлению системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин «ЭфОПроЭ»)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(Акты внедрения результатов работы)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»
 (СПбГАСУ)

ул. 2-я Красноармейская, д. 4, Санкт-Петербург, 190005

07 марта 2022 № без \ н

[Акт внедрения материалов диссертации]
 в учебный процесс СПбГАСУ



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

материалов, содержащихся в диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» Грушецкого Станислава Михайловича в учебный процесс Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета

Комиссия в составе:

Председателя: кандидата технических наук, доцента А. В. Зыбкина – декана автомобильно-дорожного факультета

Членов комиссии:

Доктора технических наук, доцента С. С. Евтюкова – заведующего кафедрой Транспортных систем,

Доктора технических наук, доцента А. В. Тереньтева – профессора кафедры Наземных транспортно-технологических машин

доктора технических наук, профессора С. В. Репина – профессора кафедры Наземных транспортно-технологических машин

Кандидата технических наук, доцента И. О. Черняева – заведующего кафедрой Технической эксплуатации транспортных средств

Кандидата экономических наук, доцента В.В. Виноградовой – директора Института повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов

Настоящим подтверждает внедрение материалов содержащихся в диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» кандидата технических наук, доцента кафедры Наземных транспортно-технологических машин Грушецкого Станислава Михайловича (научный консультант: доктор технических наук,

профессор Евтюков С. А.) в учебный процесс выпускающих кафедр автомобильно-дорожного факультета (Наземных транспортно-технологических машин, Технической эксплуатации транспортных средств и Транспортных систем,) и Института повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов по эксплуатации дорожных и строительных машин, со студентами специальности: 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», направлений подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и аспирантами по направлению подготовки 23.06.01 «Техника и технология наземного транспорта» (Направленность «Эксплуатация автомобильного транспорта»).

Результаты диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» Грушецкого Станислава Михайловича нашли теоретическое и практическое применение в учебном процессе при подготовке специалистов, бакалавров, магистров и аспирантов по вышеуказанным направлениям подготовки и специальностям по следующим дисциплинам:

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»:

- Б1.В.06 Автотракторный транспорт
- Б1.В.07 Дорожные и коммунальные машины
- Б1.В.08 Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования
- Б1.В.09 Надежность технических систем
- Б1.В.ДВ.01.01 Обеспечение эффективности подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования в эксплуатации

23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

- Б1.О.08 Коммерческая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования
- Б1.О.10 Управление работоспособностью технических систем
- Б1.В.04 Технологическая эффективность машин
- Б1.В.ДВ.02.01 Дорожно-строительные и ремонтные комплексы
- Б2.В.01(У) Эксплуатационная практика

23.06.01 «Техника и технология наземного транспорта» (Направленность «Эксплуатация автомобильного транспорта»)

- Б1.В.01 Эксплуатация автомобильного транспорта
- Б1.В.02 Теория и методология организации и проведения научных исследований

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

— Б1.В.07 Техническая эксплуатация автомобильного транспорта

— Б1.В.ДВ.04.01 Управление техническими системами

23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

— Б1.О.07 Современные проблемы и направления развития технической эксплуатации транспортных средств

— Б1.О.08 Теоретические основы технической эксплуатации транспортных средств

— Б1.О.11 Управление жизненным циклом автотранспортных средств

В процессе повышения квалификации персонала производственных предприятий, осуществляющих эксплуатацию дорожных машин. Внедрение результатов диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» доцента кафедры Наземных транспортно-технологических машин Грушецкого Станислава Михайловича (научный консультант: доктор технических наук, профессор Евтюков С. А.) обсуждено на заседании учебно-методической комиссии автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета 04 марта 2022 г., протокол №14.

Основные положения диссертации (новые алгоритмы, методы и методики обеспечения необходимой (требуемой) эксплуатационной производительности дорожных машин для строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог) для учебного процесса в СПбГАСУ и производственной деятельности на предприятиях, эксплуатирующих наземные транспортно-технологические машины, изложены в основных работах, в том числе в монографии автора:

1. Грушецкий С. М. Эффективность применения строительно-дорожных машин в современных условиях / Монография. – ИД «Петрополис», СПб., 2021. – 168 с.

2. Эффективность применения строительно-дорожных машин. Учеб.пособие / С.М. Грушецкий, Я.В. Васильев, С.А. Евтюков / СПбГАСУ. – СПб., 2009. – 46 с.

3. Металлоконструкции подъемно-транспортных строительных и дорожных машин. Учеб.пособие / С.М. Грушецкий, Я.В. Васильев, С.А. Евтюков / СПбГАСУ. – СПб., 2009. – 55 с.

4. Строительная механика и металлические конструкции наземных транспортно-технологических машин. Учеб.пособие / С.А. Евтюков, С.М. Грушецкий, А.М. Войтко, Н.А. Масленников // СПбГАСУ. – СПб., 2022. – 191 с.

5. Грушецкий С.М., Евтюков С.А., Репин С.В., Карро Г.А. Производительность как качественный критерий оценки эффективности всех этапов системы жизненного цикла дорожных машин. / Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного

технического университета (МАДИ). – 2020., №4(63). – С. 36-43.

6. Грушецкий С.М., С.А. Евтюков, С.В. Репин, А.А. Кузнецов. Определение технической и эксплуатационной производительностей дорожных машин на основе анализа объемов работ // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2021. - №1. с. 38-52.

7. Грушецкий С.М. Оценка эффективности определения производительности дорожных машин экспериментальным и расчетными путями. // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2021. - №2. с. 120-131.

8. Грушецкий С.М., Евтюков С.А., Репин С.В., Соболев А.В. Особенности постановки научных задач при исследовании системы мониторинга дорожных машин в современных условиях / Вестник МАДИ. – 2021. – № 1 (64). – С. 30–38.

9. Грушецкий С.М. Особенности анализа результатов работы системы мониторинга дорожных машин / Вестник МАДИ. – 2021. – № 3(66). – С. 47-55.

10. Грушецкий С.М. Научный анализ функционирования аппаратной части системы мониторинга дорожных машин / Грузовик. – 2021. – № 9. – С. 10-20.

Председатель комиссии:

Декан АДФ, к.т.н., доцент

 А.В. Зазыкин

Члены комиссии:

Заведующий кафедрой ТС,

д.т.н., доцент

Профессор кафедры НТТМ,

д.т.н., доцент

Профессор кафедры НТТМ,

д.т.н., профессор

Заведующий кафедрой ТЭТС

к.т.н., доцент

Директор ИПК

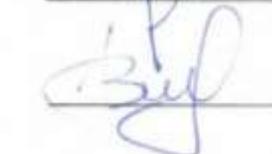
к.э.н.

 С. С. Евтюков

 А.В. Терентьев

 С.В. Репин

 И.О. Черняев

 В.В. Виноградова

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по образовательной и воспитательной
деятельности ФГБОУ ВО Вологодский
государственный университет

Виноградова С.Б.

2022 г.

**АКТ ВНЕДРЕНИЯ**

в учебный процесс результатов научно-исследовательской (диссертационной) работы
«Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных
транспортно-технологических машин»

Комиссия в составе: Фролова А.А., директора института машиностроения, энергетики и транспорта, кандидата технических наук, доцента; Пикалева О.Н. – заведующего кафедрой автомобилей и автомобильного хозяйства, кандидата технических наук, доцента; Смирнова П.И. – доцента кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, кандидата технических наук, настоящим актом подтверждает внедрение результатов научно – исследовательской (диссертационной работы) на тему: «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин», выполненную на кафедре наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет» кандидатом технических наук, доцентом, Грушецким С.М., в учебный процесс кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства для преподавания дисциплин у студентов направления подготовки бакалавров 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и специалистов 23.05.02 «Наземные транспортно-технологические средства».

Результаты научно – исследовательской (диссертационной работы) к.т.н., доцента Грушецкого Станислава Михайловича для учебного процесса изложены в следующих учебных изданиях:

1. Грушецкий С.М. Эффективность применения строительно-дорожных машин в современных условиях / Монография. – ИД «Петрополис», СПб., 2021. – 168 с.
2. Эффективность применения строительно-дорожных машин. Учеб. пособие / С.М. Грушецкий, Я.В. Васильев, С.А. Евтюков / СПбГАСУ. – СПб., 2009. – 46 с.
3. Металлоконструкции подъемно-транспортных строительных и дорожных машин. Учеб. пособие / С.М. Грушецкий, Я.В. Васильев, С.А. Евтюков / СПбГАСУ. – СПб., 2009. – 55 с.
4. Строительная механика и металлические конструкции наземных транспортно-технологических машин. Учеб. пособие / С.А. Евтюков, С.М. Грушецкий, А.М. Войтко, Н.А. Масленников // СПбГАСУ. – СПб., 2022. – 191 с.

Использование результатов диссертационной (докторской) работы «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» доцента кафедры НТТМ Грушецкого С.М., кандидата технических наук, доцента для внедрения в учебный процесс обсуждено на заседании кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство» института машиностроения, энергетики и транспорта ФГБОУ ВО Вологодский государственный университет «14» марта 2022 г., протокол № 7.

Председатель комиссии:

Директор института машиностроения,
Энергетики и транспорта, к.т.н., доцент


Фролов А.А.

Члены комиссии:

Заведующий кафедрой автомобилей и
автомобильного хозяйства, к.т.н., доцент
Доцент кафедры автомобилей и автомо-
бильного хозяйства, к.т.н.


Пикалев О.Н.


Смирнов П.И.

«Акт внедрения материалов диссертации»
в учебный процесс

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной и
инновационной работе

ФГБОУ ВО СПбГАУ

кандидат ветеринарных наук

Р.О. Колесников



« 08 » февраля 2022 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в учебный процесс результатов научно-исследовательской (диссертационной) работы кандидата технических наук, доцента кафедры Наземных транспортно-технологических машин ФГБОУ ВО Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета Грушецкого Станислава Михайловича «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин»

Данный акт свидетельствует внедрение научных результатов диссертационной работы на тему «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин», выполненной на кафедре Наземных транспортно-технологических машин ФГБОУ ВО Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета кандидатом технических наук, доцентом и докторантом Грушецким Станиславом Михайловичем, в учебный процесс на кафедре автомобилей, тракторов и технического сервиса ФГБОУ ВО Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.

При подготовке бакалавров по направлению 23.03.03. «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», магистрантов по направлению подготовки 35.04.06 – «Агроинженерия», а также при повышении квалификации сотрудников предприятий, эксплуатирующих автотракторную технику в условиях АПК, применяется принципиально новая концепция к вопросам эксплуатации тракторов и других сельскохозяйственных машин, предложенная Грушецким С.М. Прежде всего, указанная концепция основана на исследовании двухсторонней связи между этапами жизненного цикла дорожных и строительных машин и этапами жизненного цикла автомобильных дорог общего пользования через техническую, эксплуатационную плановую и эксплуатационную фактическую производительности дорожных и строительных машин, что позволяет решить основные вопросы производственной, технической и коммерческой эксплуатации не только дорожных и строительных машин, но и тракторов, а также и других видов сельскохозяйственных машин. Все разработанные Грушецким С.М. методики значительно улучшают

качественный уровень подготовки специалистов в области эксплуатации сельскохозяйственных машин, так как имеют достаточное научное обоснование и были апробированы на многочисленных научных конференциях в том числе и в Санкт-Петербургском государственном аграрном университете. Кроме того, они основаны на современных научных и математических методах с учётом классической школы эксплуатации наземных транспортно-технологических машин, что даёт возможность эффективно реализовать полученные знания на практике.

Основные результаты диссертационной работы на тему «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» Грушецкого С.М. (научный консультант – д.т.н., профессор Евтюков С.А.) в области эффективной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин изложены в отечественной и зарубежной учебно-методической и научной литературе рекомендуемых международных баз цитирования ВАК, Scopus, WebofScience: 2 – монографии; 3 – учебных пособия; 12 – статей в журналах ВАК; 1 – статья в журнале Scopus.

Заведующий кафедрой автомобилей,
тракторов и технического сервиса
ФГБОУ ВО СПбГАУ,
Доктор технических наук, доцент


Р.Г. Хакимов
«13» февраля 2022 г.



П О Д Т В Е Р Ж Д А Ю

Начальник управления
научной статистики и аналитики

С.А. Чейметова

« 20 » _____ 2022г.

АКТ

Внедрения материалов диссертации «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» к.т.н., доцента ГРУШЕЦКОГО Станислава Михайловича в учебный процесс Тюменского индустриального университета

Комиссия в составе:

кандидата технических наук, доцента Захарова Д.А. – заведующий кафедрой «Эксплуатации автомобильного транспорта»; кандидата технических наук, доцента Мальшакова А.В. – начальник управления ПО и КДП; кандидата технических наук, доцента Базанова А.В. – доцента кафедры «Сервиса автомобилей технологических машин»,

настоящим актом подтверждает внедрение материалов, содержащихся в диссертации «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации дорожных наземных транспортно-технологических машин» доцента кафедры наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета Грушецкого Станислава Михайловича (научный консультант – доктор технических наук, профессор Евтюков С.А.), в учебный процесс Тюменского индустриального университета для изучения дисциплин по направлению подготовки:

23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Результаты научно-исследовательской (диссертационной) работы к.т.н., доцента Грушецкого Станислава Михайловича изложены в следующих учебных изданиях:

1. Эффективность применения строительно-дорожных машин. Учеб. пособие / С.М. Грушецкий, Я.В. Васильев, С.А. Евтюков / СПбГАСУ. – СПб., 2009. – 46 с.
2. Грушецкий С.М. Эффективность применения строительно-дорожных машин в современных условиях / Монография. – ИД «Петрополис», СПб., 2021. – 168 с.
3. Строительная механика и металлические конструкции наземных транспортно-технологических машин. Учеб. пособие / С.А. Евтюков, С.М. Грушецкий, А.М. Войтко, Н.А. Масленников // СПбГАСУ. – СПб., 2022. – 191 с.

Члены комиссии:

Заведующий кафедрой ЭАТ,

К.т.н., доцент

К.т.н. доцент

Начальник управления ПОиДП

К.т.н., доцент

Доцент кафедры САТМ

Д.А. Захаров

А.В. Мальшаков

А.В. Базанов



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы на тему «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» докторанта
ФГБОУ ВО СПбГАСУ Грушецкого Станислава Михайловича

Полученные результаты научных исследований докторанта ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Грушецкого С.М. используются при обеспечении эффективности производственной эксплуатации машин, связанных с содержанием и ремонтом автомобильной дороги А-118 в городе Санкт-Петербурге и Ленинградской области.

В результате внедрения на производстве системы управления и обеспечения необходимой эксплуатационной производительности машин для содержания и ремонта федеральной автомобильной дороги А-118 и удалось удаленно оперативно управлять работой комплектом машин на конкретных объектах:

1. Производственно-техническая база 31 км А-118;
2. Производственно-техническая база 56 км А-118;
3. Производственно-техническая база 80 км А-118;

что привело к экономии временных ресурсов на 30-40%, а также к рентабельности работы дорожных машин в течение длительного интервала времени не ниже 20%. Методики показали себя эффективными и способными оперативно предлагать эффективные решения для обеспечения необходимой производительности дорожных машин по целому ряду комплексных ресурс-параметров (производственному, экономическому и по надежности). В частности, при применении программы «ЭфОПроЭ» наблюдалось снижение: времени планирования и стоимости планирования, затрат по времени на обеспечение и стоимости обеспечения работ. При этом был отмечен рост эффективности применения НТТМ (объем выполнения плана работ) на 15% при выполнении работ по содержанию участков дороги А-118.

Руководитель службы содержания А-118 (КАД)

А.В. Серебряков



результатов диссертационной работы на тему «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» кандидата технических наук, доцента ФГБОУ ВО СПбГАСУ
Грушецкого Станислава Михайловича

Научные результаты диссертационной работы кандидата технических наук, доцента, докторанта ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Грушецкого С.М. нашли применение на производстве при обеспечении транспортной инфраструктуры на автомобильных дорогах при эксплуатации наземных транспортно-технологических машин федерального значения в Московской области.

В результате применения методики (программы) прогнозирования основных рабочих производственных параметров наземных транспортно-технологических машин, разработанной Грушецким С.М., удалось максимально точно спланировать работу машин на объектах ремонта и содержания автомобильных дорог и транспортных развязок, в том числе по объектам: оказание услуг по содержанию автомобильных дорог общего пользования федерального значения М-10 «Россия» Москва – Тверь – Великий Новгород – Санкт-Петербург на участке км 108+400 – км 180+201 включая подъезд к городу Тверь со стороны Москвы на участке 152/860 = км 156+00, подъезд к городу Тверь со стороны Санкт-Петербурга на участке км 177+200 – км 179+140; Оказание услуг по содержанию автомобильной дороги общего пользования федерального значения А-111 подъездная дорога от автомобильной дороги М-10 «Россия» к государственному комплексу «Завидово»; Ремонт автомобильной дороги М-10 «Россия» Москва – Тверь – Великий Новгород – Санкт-Петербург на участке км 137+100 – км 141+322, Тверская область; Ремонт автомобильной дороги М-10 «Россия» Москва – Тверь – Великий Новгород – Санкт-Петербург на участке км 543+500 – км 570+000, Новгородская область, что позволило обеспечить качественное выполнение требуемых объёмов работ точно в заданные сроки и с надлежащим качеством. За период с 01 ноября 2019 г. по 01 ноября 2021 г. работы дорожных машин удалось предотвратить невыполнение плановых объёмов работ, а также переиспользование производственных ресурсов в 90% случаях, при этом были применены только внутренние резервы предприятий.

Предложенный автором работы программный комплекс «ЭфОПроЭ» был использован на практике, что позволило прогнозировать параметры и уровни состояния обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин. Сходимость результатов прогнозирования с фактическим производством составила до 86% при оценке в период с 01.2020 г. по 12.2021 г. При этом при использовании программного комплекса «ЭфОПроЭ» наблюдался рост эффективности применения машин по объему выполнения плана работ до 14%.

Начальник отдела ОРСАД и БДД



М.Ю. Шешелко



«Утверждаю»
 Директор филиала
 Нижний Новгород
 ООО «Лидер-Строй»
 М.Г. Шпрайзер
 «07» февраля 2022 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы на тему «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» кандидата технических наук, доцента, докторанта ФГБОУ ВО СПбГАСУ Грушецкого Станислава Михайловича

Научные результаты диссертационной работы кандидата технических наук, доцента, докторанта ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Грушецкого С.М. используются при содержании и ремонте автомобильных дорог в Нижегородской области при работе наземных транспортно-технологических машин на объектах при обеспечении выполнения производственного плана следующих баз: производственная база «М7 Волга 399 км»; производственная база «М7 Волга 500 км» и производственная база «М7 Волга 555 км».

В результате применения методики прогнозирования критического снижения и превышения эксплуатационной фактической производительности наземных транспортно-технологических машин удалось предотвратить невыполнение плана на производстве в 90% случаях. Кроме того, снизить перерасход производственных ресурсов на 30-40%, что значительно повысило эффективность работы наземных транспортно-технологических машин на объектах автомобильной дороги федерального значения М7 «Волга».

Кроме того, при практическом применении программного комплекса «ЭфОПроЭ» наблюдалось снижение: времени планирования, стоимости планирования, количества ошибок передачи данных, количества ошибок прогнозирования, времени выполнения работ, стоимости выполнения работ, затрат по времени на обеспечение и стоимость обеспечения. При этом был отмечен рост эффективности применения НТТМ (объем выполнения плана работ) на 16%.

Председатель комиссии:

Директор по эксплуатации и содержанию автомобильных дорог

А.А. Хаснаев

Члены комиссии:

Начальник производственного участка №1

В.В. Горбунов

Мастер производственного участка №1

С.С. Филинков



**Общество с ограниченной ответственностью
Строительно-производственная компания
«Зеленый город»
(ООО СПК «Зеленый город»)**



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

использования результатов диссертационной работы на тему «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» кандидата технических наук, доцента, докторанта ФГБОУ ВО СПбГАСУ Грушецкого Станислава Михайловича
(научный консультант д.т.н., профессор С.А. Евтюков)

Настоящий Акт составлен о том, что полученные результаты научных исследований кандидата технических наук, доцента, докторанта ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Грушецкого С.М. используются при краткосрочном и долгосрочном прогнозировании основных производственных параметров (эксплуатационной фактической производительности, фактических объёмов работ, коэффициента выполнения работ, коэффициента реализации технического потенциала и коэффициента вариации) при эксплуатации дорожных машин для содержания дорог.

В частности, применение метода исследования скорости возрастания и убывания функции эксплуатационной плановой и фактической производительностей дорожных машин для содержания дорог позволило предупредить на объектах: «Реконструкция участков автомобильной дороги 1Р 242 Пермь – Екатеринбург. Реконструкция автомобильной дороги 1Р 242 Пермь – Екатеринбург на участке г. Пермь – граница Свердловской области участок км 47+400 – км 58+400 в Пермском крае», «Строительство и реконструкция участков автомобильной дороги М-7 «Волга» от Москвы через Владимир, Нижний Новгород, Казань до Уфы. Реконструкция автомобильной дороги М-7«Волга»

Москва – Владимир - Нижний Новгород - Казань – Уфа, подъезд к городу Пермь на участке км 450+000 – км 459+000, Пермский край», выполнение работ по содержанию действующей сети автомобильных дорог общего пользования федерального значения: автомобильная дорога А118 Кольцевая автомобильная дорога вокруг г. Санкт-Петербурга на участке км 0+381 – км 115+527 и не допустить невыполнение требуемых объёмов работ практически в 90% случаев на производстве. Кроме того, применение метода нечёткого моделирования при долгосрочном планировании имеющихся на предприятии производственных ресурсов, практически безошибочно позволило определить: фактическую эксплуатационную производительность, фактические объёмы работ, коэффициенты выполнения работ, реализации технического потенциала дорожных машин, а также коэффициент вариации (выбора способа расчёта (экспериментальным или по зависимостям) эксплуатационной производительности машин) на производстве поквартально в течение двух лет с 01 ноября 2019 года по 01 ноября 2021 года, что значительно повысило эффективность работы предприятия в целом.

Руководитель службы содержания
ООО СПК «Зеленый город»


Летяго А.А.



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«УДМУРТСКОЕ АВТОДОРОЖНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ»**

АО «Удмуртавтодор»

426021, г. Ижевск, ул. О. Кошевого, 18

ИНН 1832150514 КПП 183201001

Тел. (3412) 90-88-30, факс 90-88-77

E-mail: info@autodor.org

от 16 мая 2022 № без/н

АКТ

внедрения результатов диссертационного исследования на тему «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» кандидата технических наук, доцента, докторанта ФГБОУ ВО Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета Грушецкого Станислава Михайловича (научный консультант – д.т.н., профессор С.А. Евтюков)

В результате выполнения диссертационной работы докторантом, кандидатом технических наук, доцентом Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета Грушецким С.М. на тему «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин» была установлена и исследована связь между главным этапом жизненного цикла наземных транспортно-технологических машин – производственной эксплуатации и этапами жизненного цикла автомобильных дорог федерального значения. Исследование осуществлялось на основе определения производительностей (технической, эксплуатационной плановой и фактической) машин для строительства, реконструкции, ремонта и содержания региональных автомобильных дорог Удмуртской Республики общей протяженностью более 500 км и федеральной автомобильной дороги М7 «Волга» Москва - Владимир - Нижний Новгород – Казань - Уфа, подъезд к городам Ижевск и Пермь (км 028+916 – км 156+120, км 192+200 – км 337+201) и обход г. Ижевск (км 000+000- км 39+400).

Применение графоаналитической методики, разработанной автором, позволило увидеть работу НТТМ как в течение одного дня, так и за одну неделю и один месяц за рассматриваемый период времени с 01 января 2021 года по 31 декабря 2021 года. При этом удалось определить выполнение или невыполнение производственного плана на конкретных объектах обслуживаемой дорожной сети регионального и федерального значения, а также выявить причины невыполнения производственного плана.

Применение методики исследования скорости возрастания и убывания функции эксплуатационной производительности наземных транспортно-технологических машин позволило осуществить оперативное прогнозирование невыполнения требуемых работ за 1-2 дня до факта события, что дало возможность выполнить все плановые работы в рассматриваемый период времени, полностью и в срок.

Применение метода нечеткого моделирования дало возможность осуществить длительное перспективное планирование основных рабочих параметров наземных транспортно-технологических машин: эксплуатационной фактической производительности, фактических объемов работ, коэффициентов выполнения работ, реализации технического потенциала и вариации исходя их условий применения машин с учетом внешних и внутренних факторов, наблюдаемых и ненаблюдаемых воздействий на их работу. Данный метод показал себя эффективным, так как практически безошибочно позволил прогнозировать основные рабочие параметры конкретных машин через одну-две недели и даже месяц-месяцы их работы.

Особый интерес представляет методика обеспечения устойчивого состояния системы выполнения необходимых объемов работ наземными транспортно-технологическими машинами, исходя их трех основных ресурс-параметров: производственного, когда коэффициент выполнения работ находится в диапазоне от 1 до 1,25; экономического, когда рентабельность при работе машины находится не ниже 20 % и технического ресурса-параметра, когда отказ машины отсутствует или заблаговременно предупреждается системой. Методика обеспечивает работу машин в режиме онлайн и эффективна в условиях реального производства.

Директор по производству



М.Н.Медведев