**Федеральное агентство железнодорожного транспорта**

**Сибирский государственный университет путей сообщения**

**На правах рукописи Ядрошников Олег Викторович**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

**ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ**

**ПАРКОВ ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

**Специальность 05.22.01 - Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки)**

**Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук**

**Научный руководитель доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ В.А. Аксенов**

**Новосибирск-2006**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ 5**

**1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВОПРОСА ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ...11**

**1.1. Анализ современных парков транспортных и технологических**

**машин 11**

**1.2. Существующие системы технического обслуживания**

**транспортных и технологических машин 26**

**1.3. Система управления функционированием парков транспортных и**

**технологических машин 31**

**1.4. Техническое диагностирование как основа рациональной системы**

**технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин 38**

**1.5. Постановка цели и задач исследований 43**

**Выводы по главе 47**

**2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА**

**ПАРКОВ МАШИН 50**

**2.1. Теоретические подходы к разработке математической модели**

**системы технического обслуживания и ремонта машин 50**

**2.1.1. Общие положения 50**

**2.1.2. Показатели качества функционирования парков транспортных**

**и технологических машин 53**

**2.1.3. Марковская цепь перехода состояний системы**

**(парка машин, отдельной машины) 57**

**2.1.4. Принципы и структура объектно-ориентированной системы**

**технического обслуживания и ремонта парков машин 59**

**з**

**2.2. Совокупность математических моделей объектно-ориентированной**

**системы технического обслуживания и ремонта парков машин 61**

**2.2.1. Моделирование процессов технического обслуживания**

**машин как системы массового обслуживания 61**

**2.2.2. Математическая модель определения рациональной**

**периодичности ремонтно-обслуживающих воздействий 67**

**2.2.3. Математическая модель определения периодичности**

**контрольно-диагностических проверок 71**

**2.3. Численный эксперимент по определению количественных**

**параметров объектно-ориентированной системы ТО и Р 77**

**Выводы по главе 87**

**3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДО¬**

**ВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ ПАРКОВ МАШИН 90**

**3.1. Оценка адекватности разработанных математических моделей объектно-ориентированной системы технического обслуживания**

**и ремонта парков машин 90**

**3.2. Оперативное управление техническим состоянием парков транспортных и технологических машин в условиях**

**дефицита информации 94**

**3.3. Организация мониторинга технического состояния парков**

**транспортных и технологических машин 105**

**Выводы по главе 112**

**4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДО¬**

**ВАНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН 114**

**4.1. Обоснование стратегии замены или восстановления**

**машин и их основных элементов 114**

**4.2. Лизинг как средство повышения эффективности использования**

**транспортных и технологических машин 117**

**4.2.1. Общие положения 117**

**4.2.2. Определение числа объектов лизинга 119**

**4.2.3. Эффективность лизинга 121**

**4.2.4. Обоснование выбора стратегии: лизинг или покупка новой**

**техники 123**

**4.3. Расчет экономической эффективности внедрения объектно- ориентированной системы технического обслуживания**

**и ремонта машин 125**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ 132**

**ЛИТЕРАТУРА 138**

**ВВЕДЕНИЕ**

**Развитие транспортной стратегии России связано с крупномасштабным строительством опорно-транспортных сетей регионов страны и крупных муни-ципальных образований, требующим использования различных видов техники, в том числе парков транспортных и технологических машин. В настоящее вре¬мя в строительном комплексе России находится в эксплуатации около 400 тыс. единиц технологических машин основной номенклатуры, что составляет 40% от основных производственных средств [34].**

**Сложность реализации данной стратегии заключается в том, что сущест-вующие парки транспортных и технологических машин включают достаточно много единиц техники, имеющей критический уровень физического и мораль¬ного износа. Тенденция старения основных видов транспортных и технологи¬ческих машин объясняется наличием большого числа мелких строительных ор¬ганизаций, имеющих парки таких машин и в силу финансового положения не имеющих возможности приобретать современную высокопроизводительную технику. Кроме того, за годы реформ произошло падение объемов производст¬ва транспортных и технологических машин: производство экскаваторов и буль-дозеров сократилось в 6 раз, автомобильных кранов - в 5, башенных кранов - в 50 раз [34].**

**Все это значительно осложняет организацию производства по техниче¬скому обслуживанию и ремонту парков транспортных и технологических ма¬шин и требует совершенствования методов управления их техническим состоя¬нием, По мере развития методов и средств технической диагностики стратегия технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин должна в большей степени ориентироваться на текущее состояние элементов машин.**

**Повышение эффективности работы парков строительных и дорожных машин в значительной степени зависит от дальнейшего совершенствования ор-ганизации производства по их техническому обслуживанию и ремонту на осно-**

**ве применения средств и методов технической диагностики и новых техноло¬гий обработки информации, направленной на оптимизацию управленческих решений для поддержания работоспособности машин.**

**Под организацией понимается совокупность действий, ведущих к устой-чивому взаимодействию всех элементов системы обеспечения работоспособ¬ности машин, а управление выступает как функция этой системы, обеспечи¬вающая совершенствование ее структуры для достижения поставленных це¬лей. Т.е., организация и управление - это основа управленческих и производст¬венных механизмов, обеспечивающих устойчивое функционирование системы обеспечения работоспособности машин.**

**Таким образом, решение задачи повышения эффективности использова¬ния парков транспортных и технологических машин должно базироваться на основе развития средств и методов технической диагностики и новых техноло¬гий обработки, преобразования и использования информации, направленной на оптимизацию управленческих решений для повышения качества работы. В свя¬зи с этим вопросы совершенствования организации производства по техниче¬скому обслуживанию и ремонту парков машин и управления техническим со¬стоянием транспортных и технологических машин являются весьма актуаль¬ными.**

**Актуальность, теоретическая и практическая значимость рассматривае¬мой проблемы совершенствования производства по техническому обслужива¬нию и ремонту парков транспортных и технологических машин предопредели¬ли цель и задачи диссертационного исследования.**

**Цель исследования — повышение конкурентноспособности парков транспортных и технологических машин путем совершенствования организа¬ции производства по их техническому обслуживанию и ремонту на предпри¬ятиях Сибирского региона.**

**Объект исследования — парки транспортных и технологических машин.**

**Предмет исследования — совершенствование системы технического об-служивания и ремонта парков транспортных и технологических машин.**

**Для достижения указанной цели в диссертационной работе были постав-лены следующие задачи:**

**- провести анализ состояния парков транспортных и технологических машин и разработать основные направления и меры по повышению эффектив¬ности их технического обслуживания и ремонта;**

**- разработать математические модели определения оптимальной перио-дичности проведения контрольно-диагностических и ремонтно-обслужи¬вающих воздействий с учетом критериев качества функционирования парков машин;**

**- установить структуру и количественные параметры объектно- ориентированной системы технического обслуживания и ремонта транспорт¬ных и технологических машин, подтвержденные численным экспериментом и практикой технической эксплуатации парков машин;**

**- сформировать рациональную структурную модель и информационное обеспечение системы мониторинга и управления техническим состоянием пар¬ков транспортных и технологических машин.**

**Методы исследований. В теоретических исследованиях использовались методы теории вероятностей, теории надежности, вероятностно-статистические методы исследования марковских процессов и методы технико-экономического анализа и моделирования. Численный эксперимент реализован в виде расчетов на персональном компьютере с помощью системы аналитических вычислений MAPLE-VI и электронных таблиц Microsoft Excel.**

**Достоверность полученных результатов обеспечивается и подтвержда¬ется численным экспериментом на моделях, созданных на основе реальных исходных данных, практическим внедрением результатов исследований в орга¬низациях, эксплуатирующих транспортные и технологические машины, и в учебном процессе при подготовке инженеров в области эксплуатации машин и**

**механизмов.**

**Научная новизна:**

**1. Обоснованы системообразующие принципы формирования системы машин регионов или муниципальных образований как совокупности парков транспортных и технологических машин.**

**2. Сформулированы основные положения построения системы управле¬ния производством по техническому обслуживанию и ремонту парков машин.**

**2. Разработан комплекс математических моделей объектно-ориентиро-ванной системы контрольно-диагностических и ремонтно-обслуживающих воз-действий с учетом критериев качества функционирования парков транспорт¬ных и технологических машин.**

**3. Установлены количественные параметры объектно-ориентированной системы технического обслуживания и ремонта транспортных и технологиче¬ских машин, подтвержденные численным экспериментом и практикой техниче¬ской эксплуатации машин.**

**Практическая ценность диссертационной работы заключается в том, что результаты исследований позволяют:**

**- сократить количество ремонтно-обслуживающих воздействий, сни¬зить время простоя машин в техническом обслуживании и поиска дефектов транспортных и технологических машин за счет применения объектно- ориентированной системы технического обслуживания и ремонта;**

**- применять систему мониторинга для прогноза технического состояния парков машин и выработки обоснованных управленческих решений в целях со-кращения непроизводительных материальных и трудовых затрат;**

**- расширить и углубить курс подготовки инженеров в области управления парками машин за счет использования разработанных методик при проведении деловых игр, практических занятий, курсового и дипломного проектирования.**

**Реализация результатов работы. Основные положения диссертацион¬ной работы реализованы в практике эксплуатации парков транспортных и тех-нологических машин на предприятиях Сибирского региона, а также использо¬ваны при подготовке инженеров-механиков факультета «Строительные и до-**

**рожные машины» Сибирского государственного университета путей сообще¬ния.**

**Апробация работы: Основные положения диссертации доложены, обсу-ждены и одобрены на: II Международной научно-технической конференции (Томск, 2004); III Всероссийской конференции по финансово-актуарной мате-матике и смежным вопросам (Красноярск, 2004); 59-ой научно-технической конференции СПБНТО РЭС им. А.С. Попова (Санкт-Петербург, 2004); Все-российской научной конференции молодых ученых (Новосибирск, 2004); На-учно-технической конференции «Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании» (Пенза, 2004), студенче¬ских научно-технических конференциях «Дни науки-2004» и «Интеллектуаль¬ный потенциал Сибири» (Новосибирск, 2004); Научно-технической конферен¬ции Института экономики и права (Санкт-Петербург, 2005); VII Российской на-учно-практической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах» (Оренбург, 2005); научно-техническом совете ОАО «Строймехани- зация»; объединенных научных семинарах кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин» и НИЛ «Технология транспортного машиностроения и ремонт машин» (2003 - 2006 гг.).**

**На защиту выносятся:**

**- совокупность математических моделей определения параметров объ-ектно-ориентированной системы контрольно-диагностических и ремонтно-обслуживающих воздействий по обеспечению необходимой работоспособно¬сти парков транспортных и технологических машин с учетом критериев качест¬ва их функционирования;**

**- структура и количественные параметры объектно-ориентированной системы технического обслуживания и ремонта транспортных и технологиче¬ских машин;**

**- структурная модель системы мониторинга технического состояния пар¬ков транспортных и технологических машин;**

**- методики оценки эффективности лизинга и альтернативных стратегий замены или ремонта транспортных и технологических машин.**

**Публикации. Основное содержание диссертации изложено в 10 публи¬кациях в виде статей и материалов научных конференций.**

**Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, че¬тырех глав, заключения, списка литературы из 126 наименований, изложена на 148 страницах машинописного текста, содержит 40 иллюстраций и 18 таблиц.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПовышениеконкурентоспособноститранспортногостроительстваврыночныхусловияххозяйствованиятребуетособоговниманияксоответствиютранспортнойстратегииРоссииисистемымашинныхпарковеефункциииструктурыПоэтомупроблемаэффективногоиспользованияиорганизациипроизводствапотехническомуобслуживаниюиремонтупарковтранспортныхитехнологическихмашинявляетсявесьмаактуальнойКрометогоособойсложностьюданнойпроблемыявляетсязначительнаяизношенностьмашинныхпарковвсилуихкомплектациивусловияхцентрализованнойсистемыпоставокновойтехникииплановогосписанияизношенныхмашин

Втожевремярациональнаяорганизацияпроизводствапотехническомуобслуживаниюиремонтупарковтранспортныхитехнологическихмашинявляетсяважнейшиминструментомконкурентнойборьбызарынкиихпримененияиустановлениянадежныхпартнерскихотношенийсзаказчиками

РаботупарковтранспортныхитехнологическихмашинможнорассматриватькакуправляемуюдинамическуюпроизводственноэкономическуюсистемусостохастическимхарактеромизменениятехническогосостояниядляуправлениякоторымсуществуютдвеосновныестратегиипрофилактическаяиаварийновосстановительнаяОпределенныенедостаткиэтихстратегийобусловливаютнеобходимостьразработкирациональнойболеегибкойсистемыТОиРпарковмашинкотораядолжнаобладатьпреимуществамиобеихстратегийпроведениетехническихвоздействийсоптимальнойпериодичностьюрегламентированноевыполнениедиагностическихпровероктехническогосостояниямашинуправлениекачествомфункционированияпаркамашинотдельногомодулямашинынаосновемониторингаеготехническогосостояния

Установлениеоптимальнойпериодичностипроведенияпрофилактическихремонтнообслуживающихиконтрольнодиагностическихвоздействийявляетсязадачейтребующейучетамногихтехническихиэкономическихфак

торовивпервуюочередьвероятностногохарактерамоментоввременивозникновенияотказовРешениеданнойзадачидолжнобытьнаправленонаповышениеэффективностииспользованияпарковтранспортныхитехнологическихмашиндлявыполнениятранспортныхистроительныхпрограммрегионовстраныикрупныхмуниципальныхобразований

Всоответствиисданнойцельюпроведенныеисследованияирешениезадачпоставленныхвдиссертациипозволилисделатьследующиевыводы

 РазвитиетранспортнойстратегииРоссиисвязаннойскрупномасштабнымстроительствомопорнотранспортныхсетейрегионовстраныикрупныхмуниципальныхобразованийтенденциястаренияразнотипностьиразномарочностьосновныхвидовтранспортныхитехнологическихмашинобусловливаютнеобходимостьразработкисистемымашинкакоптимальнойсовокупностисредствмеханизациисобранныхвопределеннойтехнологическойпоследовательностиврамкахвыполнениястроительныхитранспортныхпрограммрегионаилимуниципальногообразования

 Обоснованысистемообразующиепринципыформированиясистемымашиндляотдельногорегионаилимуниципальногообразованиякчислукоторыхможноотнести

 минимумсуммарныхзатратнакомпенсациюпростоевмашиниобъектовстроительства

 совершенствованиесистемыремонтнообслуживающихиконтрольнодиагностическихтехническихвоздействийдляподдержаниямашинвпостояннойготовностикэксплуатации

 управлениетехническимсостояниемсуществующихпарковмашиннаосновепостоянногомониторингасиспользованиемколичественнойоценкиипреобразованияинформационныхпотоковхарактеризующихдинамикуструктурныхпараметровпарковмашин

повышениеконкурентноспособностипарковмашиннаосноверасширениялизингатехникивцеляхтехническогоперевооруженияисервисногообслуживаниямашин

 ПредложенаструктурасистемымашинкотораяможетбытьреализованачерезформированиепарковтранспортныхитехнологическихмашинимеющихмодульнуюструктурусучетомнедостающейноменклатурымашинповидамработсвыработкоймерпотехническомупереоснащениюсуществующихпарковмашинМодульнаяструктурапарковмашинобусловливаетсярядомпризнаковкчислукоторыхможноотнестиназначениетехникиеепроизводительностьвозрастинаработказасрокэксплуатациистранаизготовительидр

 Сформулированыбазовыеэлементыуправлениятехническимсостояниемпарковмашинвключающиеметодыфункцииипринципыуправлениясистемойкчислукоторыхможноотнестисистемностьиерархичностьгибкостьсистемыинформативностьитеративность

 Разработанаструктураобъектноориентированнойсистемытехническогообслуживанияиремонтатранспортныхитехнологическихмашинкаксовокупностьтехническихвоздействийорганизацииработиинструментальныхсредствпостроеннаянаосновеобъектноориентированнойметодологиипредставлениясложнойтехническойсистемыввидевзаимосвязанныхотдельныхобъектовсоответствующихуровнейиерархииданнойсистемы

 Разработанасовокупностьматематическихмоделейустановленияпериодичностиконтрольнодиагностическихиремонтнообслуживающихвоздействийсучетомтакихкритериевкачествафункционированияпарковмашинкаквероятностьбезотказнойработыкоэффициенттехническойготовностииминимумсуммарныхзатратнатехническуюэксплуатациюпарковмашин

 Предложенаследующаяпоследовательностьопределенияпериодичноститехническогообслуживанияидиагностическихпроверок

 поучетнымданнымилибазеданныхлибонаоснованииэкспертнойоценкиустанавливаетсянаработканаотказотдельныхэлементовкаждоймашиныТ

 всоответствиисматематическоймодельюопределяютсяинтенсивностипереходасостоянийэтихузловввидематрицыпереходасостояний

 поданнымматрицыпереходасостоянийопределяетсярекомендуемаяпериодичностьпроведениятехническогообслуживаниякаждоймашиныилимодуляпаркамашинкакотдельногообъектауправлениятехническимсостояниемскорректировкойвзависимостиотвозрастамашины

 наоснованииматрицыпереходасостоянийопределяютсязначениякоэффициентовтехническойготовностисоответствующихвероятностибезотказнойработымашиныприопределеннойнаработкенаотказ

 наосновепредлагаемойматематическоймоделисучетомвероятностибезотказнойработыопределяютсяпериодичностинеравномерныхдиагностическихпроверокилипериодичностьравномерныхдиагностическихпровероквзависимостиотпериодичностивыполнениятехническогообслуживания

 Обоснованынаосновечисленногоэкспериментаструктураиколичественныепараметрыобъектноориентированнойсистемытехническогообслуживанияиремонтамашиндифференцированныевзависимостиотсрокаслужбыиобщейнаработкимашин

 АдекватностьразработанныхматематическихмоделейобъектноориентированнойсистемытехническогообслуживанияиремонтапарковмашиноцениваласьпосходимостирасчетныхзначенийпериодичностивыполненияремонтнообслуживающихиконтрольнодиагностическихвоздействийсданнымиэкспертнойоценкиспециалистовУправлениймеханизациикотораясоставилаСнижениетрудоемкоститехническогообслуживанияиремонтапривнедренииобъектноориентированнойсистемыТОиРсоставляет

 Предложенаструктурасистемымониторингатехническогосостоянияпаркамашинкотораявключаетдвауровнянижнийсистемусбораданныхотехническомсостояниимашинвпроцессерегламентированногодиагностированияихпервичнуюобработкурегистрациюиконцентрациюиверхнийуровеньсистемуаналитическойобработкиипрогнозированияосновныхпоказателейсостоянияпаркамашин

 Длянаучногообоснованияприразработкевопросовтехническойэксплуатациипарковтранспортныхитехнологическихмашинмогутбытьиспользованыследующиерезультатыисследований

комплексматематическихмоделейобъектноориентированнойсистемыТОиРсучетомкритериевкачествафункционированияпарковтранспортныхитехнологическихмашин

структураиколичественныепараметрыобъектноориентированнойсистемытехническогообслуживанияиремонтапарковтранспортныхитехнологическихмашин

 Впрактикеэксплуатациипарковтранспортныхитехнологическихмашинцелесообразноиспользоватьрекомендациипоиндивидуальномуподходукназначениюпериодичноститехническихвоздействийисистемумониторингафактическоготехническогосостояниямашинчтопозволит

 сократитьколичестворемонтнообслуживающихвоздействийснизитьвремяпростоямашинвтехническомобслуживаниипоискадефектовипрогнозированияресурсамашин

 вырабатыватьобоснованныеуправленческиерешенияпоснижениюнепроизводительныхматериальныхитрудовыхиздержек

 Использованиерезультатовдиссертационногоисследованиявучебномпроцессепозволитрасширитьиуглубитькурсподготовкиинженеровмеханиковвобластиуправленияпаркамимашинвходепроведенияпрактическихзанятийделовыхигрвкурсовомпроектированииприизучениидисцип

линыОрганизацияпроизводстваименеджментатакжевдипломномпроектировании

 Предложеныметодикиоценкиэффективностилизингаповеличине

прибылиПлшкакразностидоходовДлизирасходовРлизарендаторавсоответствиисдоговоромивыборанаиболеевыгоднойстратегиипополненияпаркамашинзасчетпокупкиновыхмашинилилизингаРасчетыпоказывают

чтоприбольшихзначенияхЦновдорогостоящаяотечественнаяилиимпортнаятехникапредпочтительнеевзятьтехникувлизингинапротивпрималых

затратахЦдопновцелесообразнееприобретениеновойтехники

РасчетныйэкономическийэффектпривнедренииобъектноориентированнойсистемытехническогообслуживанияиремонтаможетсоставитьтысрубгоддлядвухуправлениймеханизацииПрирассматриваемомпаркебульдозеровиэкскаватороввУМиУМравноммашинамэтосоставитпримернотысрубгод