

Исследование процессов поддержания работоспособности парка лесозаготовительных и лесотранспортных машин

П.В. Тихомиров^{1a}, В.Ю. Букреев^{2b}, В.Г. Козлов^{2c}, А.Ю. Мануковский^{3d}, В.А. Иванов^{4e}, Р.С. Сапелкин^{1f}

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, Воронеж, Россия

² Воронежский государственный аграрный университет им. Петра I, ул. Мичурина, 1, Воронеж, Россия

³ Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, ул. Тимирязева, 8, Воронеж, Россия

⁴ Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

^a tpv11@mail.ru, ^b vadimbukreev@gmail.com, ^c vya-kozlov@yandex.ru, ^d mayu1964@mail.ru,

^e ivanovva55@mail.ru, ^f charls5796@mail.ru

^a <https://orcid.org/0000-0002-6976-391X>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-6061-4125>,

^c <https://orcid.org/0000-0003-2571-8687>, ^d <https://orcid.org/0000-0003-4289-6581>,

^e <https://orcid.org/0000-0003-0707-972X>, ^f <https://orcid.org/0000-0002-3863-7061>

Статья поступила 25.03.2022, принята 19.04.2022

На современном этапе развития лесной промышленности рост производительности труда и повышение эффективности использования трудовых и материальных ресурсов являются актуальной проблемой. Достижение поставленной цели осуществляется не только за счет все увеличивающихся поставок средств механизации и автоматизации, но и за счет повышения их надежности и долговечности, а также доведения качества машин и механизмов до уровня мировых стандартов. Актуальность темы подтверждается тем, что способность машины выполнять заданные функции и сохранять во времени установленные эксплуатационные показатели в заданных пределах обеспечивается проведением технического обслуживания и ремонта, а совершенствование этих процессов оказывает существенное влияние на показатели надежности как конструктивных элементов, так и машин в целом. В статье исследован вопрос влияния производственных связей и структурных элементов системы обеспечения работоспособности парка машин на эффективность ее функционирования, а также представлена экспериментальная оценка влияния факторов организации и управления процессами поддержания работоспособности машин на распределение рабочего времени ремонтного персонала. Снижение непроизводительных потерь рабочего времени ремонтных рабочих и повышение за счет этого коэффициента от 0,397 до 0,525 свидетельствует о высокой эффективности центра управления ремонтом. Естественно, значение коэффициента не является предельным и соответствует лишь первоначальному этапу работы системы централизованного управления процессами ТО и ремонта. В связи с этим следует также ожидать весьма существенного повышения коэффициента за счет сокращения других видов непроизводительных потерь рабочего времени, связанных с ремонтными работами. Таким образом, выполненные теоретические и экспериментальные исследования позволяют разработать рекомендации по повышению эффективности процессов поддержания работоспособности лесозаготовительной и лесотранспортной техники и апробировать их.

Ключевые слова: работоспособность; производственная структура; непроизводительные потери; эксплуатационные показатели.

Investigation of the processes of maintaining the efficiency of the fleet of logging and forest transport machines

P.V. Tikhomirov^{1a}, V.Yu. Bukreev^{2b}, V.G. Kozlov^{2c}, A.Yu. Manukovsky^{3d}, V.A. Ivanov^{4e}, R.S. Sapelkin^{1f}

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies; 19, Revolution Ave., Voronezh, Russia

² Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great; 1, Michurin St., Voronezh, Russia

³ Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov; 8, Timiryazev St., Voronezh, Russia

⁴ Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

^a vadimbukreev@gmail.com, ^b vya-kozlov@yandex.ru, ^c mayu1964@mail.ru, ^d charls5796@mail.ru

^a <https://orcid.org/0000-0001-6061-4125>, ^b <https://orcid.org/0000-0003-2571-8687>,

^c <https://orcid.org/0000-0003-4289-6581>, ^d <https://orcid.org/0000-0002-3863-7061>

Received 25.03.2022, accepted 19.04.2022

At the present stage of the development of the forest industry, the growth of labor productivity and the increase in the efficiency of the use of labor and material resources is an urgent problem. The achievement of this goal is carried out not only due to the ever-increasing supply of mechanization and automation tools, but also by increasing their reliability and durability, as well as bringing the

quality of machines and mechanisms to the level of world standards. The relevance of the topic is confirmed by the fact that the ability of the machine to perform the specified functions and maintain the established operational indicators in time within the specified limits is ensured by maintenance and repair, and the improvement of these processes has a significant impact on the reliability indicators of both structural elements and machines as a whole. The article examines the issue of the influence of industrial relations and structural elements of the system for ensuring the operability of the fleet of machines on the efficiency of its functioning, and also presents an experimental assessment of the influence of factors of organization and management of processes for maintaining the operability of machines on the distribution of working time of repair personnel. The reduction of unproductive losses of working time of repair workers and the increase in the coefficient from 0.397 to 0.525 due to this indicates the high efficiency of the repair control center. Naturally, the value of the coefficient = 0.525 is not the limit and corresponds only to the initial stage of operation of the centralized control system for maintenance and repair processes. In this regard, we should also expect a very significant increase in the coefficient due to the reduction of other types of unproductive losses of working time of repair work. Thus, the theoretical and experimental studies carried out made it possible to develop recommendations for improving the efficiency of the processes of maintaining the operability of logging and forest transport equipment and to test them.

Keywords: efficiency; production structure; unproductive losses; operational indicators.

Введение. Процесс поддержания работоспособности парка машин в лесозаготовительной организации как объект управления характеризуется значительным числом степеней свободы. Поэтому его следует рассматривать как информационную систему, реализующую множество управляющих воздействий.

В связи с тем, что в настоящее время еще нет достаточно простых и эффективных методов изучения потоков информации, а теоретические основы анализа и синтеза больших систем еще мало разработаны, нами предложено использовать экспериментальные методы исследования процессов ремонтно-профилактического обслуживания машин.

Исследование влияния производственных связей и структурных элементов системы обеспечения работоспособности парка машин на эффективность ее функционирования. Организационная структура управления предприятием представляет собой комплекс взаимосвязей между различными уровнями организации, нацеленный на максимально эффективное распределение обязанностей между всеми уровнями управления и конкретными сотрудниками для решения возложенных на подразделения задач.

В процессе функционирования предприятия организационная структура подвергается лишь незначительным изменениям, в то время как объективные условия использования и технической эксплуатации парка машин изменяются [1].

По этой причине организационная структура с определенного момента перестает соответствовать изменившимся условиям.

В результате анализа производственной деятельности инженерно-технического персонала установлено отсутствие четкого разделения функций, что порождает их дублирование. Возникающие по этой причине неформальные деловые связи значительно отражаются на функционировании системы и приводят к существенному отличию фактической организационной структуры от формальной.

Выявление фактической организационной структуры осуществлялось методом анкетного опроса. Для получения полной и достоверной информации подлежали опросу должностные лица в количестве 80 чел. Собеседование проводилось в форме анкетирования. Собранный массив информации был использован для проведения функционального и структурного анализа системы [2; 3].

В результате анализа, суть которого заключалась в структурировании текстов и классификации смысловых инвариантов, принадлежащих к исследуемой совокупности, были определены:

- задачи функционирования и критерии оценки деятельности подразделений системы;
- прямая и косвенная подчиненность должностных лиц;
- распределение и содержание фактически выполняемых персоналом функций;
- перечень и порядок заполнения документов — носителей информации;
- характер и вид связей между должностными лицами;
- организация труда рабочих и материально-технического обеспечения рабочих мест.

Выявленные в результате анализа цель и задачи системы были представлены в виде целевого дерева. Характер и количество выделенных подцелей системы определялись в соответствии с основными областями деятельности системы, без которых достижение цели невозможно. Задачи системы определялись из условия качественной реализации подцелей.

Характерным свойством исследуемой системы является технологический характер функционирования ее подразделений, в связи с чем существует определенная последовательность выполнения операций, соответствующих функций и реализации задачи, необходимой для достижения подцелей. Это объясняет расслоение целевого дерева деятельности системы на уровне подцелей, задач, функций и операций, а также закономерности их формирования на каждом из уровней. При таком построении целевого дерева основным условием эффективного функционирования системы является качественная и своевременная реализация каждого из его элементов. Это условие определяет характер и количество элементов системы, а также целесообразность их классификации по назначению, как представлено в табл. 1.

Организационная структура обуславливает распределение задач по подразделениям и в связи с этим — территориальное размещение всех элементов системы. Элементы 2–7-й групп (табл. 1) являются также элементами производственной структуры, под которой понимаются состав, размещение и взаимосвязь производственных подразделений и служб обеспечения, наделен-

ных ресурсами для осуществления общего производственного процесса.

В процессе производства ТО и ремонта выполнение заданий ремонтными рабочими обеспечивается, с одной стороны, качеством принятого решения и наличием необходимых ресурсов (фронтом работ, инструмен-

том, оборудованием, запасными частями и материалами, информацией и т. д.), что создает необходимые условия для работы, а с другой стороны — системой контроля и стимулов (моральных и материальных), обеспечивающих адекватную реакцию рабочего на принятое решение.

Таблица 1. Классификация элементов системы по назначению

Классификация элементов системы по функциональному назначению		
№ п/п	Наименование группы элементов	Наименование классов элементов
1	Элементы системы, осуществляющие процесс управления	Главный инженер; работники производственно-технического отдела
2	Элементы системы, осуществляющие ТО и ремонт парка, восстановление оборотного фронта З.Ч.	Ремонтные рабочие постов ТО, рабочие постов ТР, рабочие отделений по ремонту агрегатов; рабочие отделений по восстановлению и изготовлению деталей; машинисты и водители
3	Элементы системы, осуществляющие подготовку производства	Заведующие складами, рабочие складов, слесари-комплектовщики
4	Элементы системы, осуществляющие ремонт и обслуживание основных фондов системы	Ремонтные и вспомогательные рабочие участка главного механика, а также элементы 2-й группы
5	Элементы основных производственных фондов системы	Здания, сооружения, станки, оборудование, приспособления, инструмент, инвентарь, коммуникации и т. д.
6	Элементы производственно-территориального размещения рабочих мест	Лесозаготовительные объекты, зоны ожидания ТО и ремонта, производственные помещения, посты ТО, посты ТР, отделения по изготовлению и восстановлению деталей, отделения: сварочное, окрасочное, моечное; склады и т. д.
7	Элементы для транспортировки	Автомобили — перевозчики машин, машинистов технической помощи; мостовые краны; автокары; автомашины специального назначения; кран-балки и т. д.
8	Элементы системы информационного обеспечения	Нормативно-справочная документация; отчетные и учетные документы; первичные документы — носители информации, оперативная документация; технические средства связи; устная информация
9	Производственные потоки	Материальные; информационные; энергетические; экономические

Таким образом, процесс управления обеспечивает целенаправленное функционирование каждого элемента системы. Возникающие при этом сложности обусловлены случайными производственными ситуациями, количество которых зависит от уровня организованности системы и ее элементов, качества технологической подготовки процессов ТО и ремонта, а также количества и функционального назначения элементов системы.

Очевидно, что эффективное функционирование системы обеспечивается в результате целенаправленного взаимодействия элементов производственной структуры управления. При этом каждая связь, возникающая между производственным персоналом, есть результат целого ряда действий, длительность которых зависит от способов их взаимодействия, территориального расположения и состояния того лица, с которым устанавливается связь.

Связи, возникающие между персоналом системы, подразделяются на материальные, информационные и экономические [4–6].

Экономические связи должны обеспечивать необходимую адекватность реакции исполнителей. Они фиксируются документацией и являются рычагом для подъема эффективности

труда персонала. Однако наличие в некоторых случаях неформальных экономических связей в исследуемой сис-

теме значительно влияет на ее функционирование и приводит к несоответствию интересов отдельных исполнителей с интересами всего предприятия.

Выполненный анализ показал, что связи, возникающие между элементами системы, наиболее полно отражают ее свойства и являются основными характеристиками методов организации и управления, находящихся в основе формирования организационных структур. Поэтому они во многом определяют эффективность работы системы.

Основными видами связи в исследуемой системе являются материальные и информационные. Их частое возникновение приводит к образованию ряда потоков: материального, информационного, а также персонала, устанавливающего связи [7–10].

Определение типов, характера и времени установления связей между персоналом системы в процессе ТО и ремонта машин, а также технологий выполнения функций и используемой при этом информации производилось методом видеофиксации рабочего дня, что позволило получить представительную информацию о производственных процессах, не нарушая характера установившихся связей между элементами системы.

Видеофиксация рабочего дня проводилась по группам производственного персонала системы. Необходимое и достаточное количество наблюдений рабочего дня каждого наблюдаемого лица определялось из условий полной реализации всего комплекса закрепленных за ним функций.

Видеофиксация рабочего дня позволила установить характерные типы производственных материальных связей и осуществить их классификацию (табл. 2) Наряду с этим фиксировались очередность и время установления этих связей и выполнения технологических операций, а также используемая при этом информация и возникающие в процессе работы ситуации.

Таблица 2. Типы производственных материальных связей и их классификация

Классификация производственных связей			
Вид	Тип	Характер	Передаваемые по связям элементы
Материальные	Внутри подразделений	Между постами ТО и ТР	Исправные: оборудование, приспособления, инструмент, требующие ТР: агрегаты
		Между рабочими местами отделений	Требующие ремонта: агрегаты, узлы и детали, оборудование, приспособления, инструмент
	Между подразделениями	Между постами ТО и ТР и ремонтными отделениями	Требующие ТР: ДСМ, автомобили, оборудование, приспособления, инструмент, агрегаты, узлы, детали, инвентарь. Исправные: оборудование, приспособления и инструмент. Отремонтированные: агрегаты, узлы и детали оборудования, приспособления и инструмент. Изготовление: детали, инструмент, приспособления
		Между ремонтными отделениями	Требующие ТР: агрегаты, узлы и детали, оборудование, приспособления и инструмент. Отремонтированные: детали, приспособления и инструмент. Изготовленные: детали и заготовки
		Между рабочими постами и складами	Оборотные: агрегаты, узлы, запчасти, материалы, оборудование, инструмент, инвентарь. Годные для ремонта: агрегаты, узлы и детали, оборудование и инструмент
	Между системой и внешней средой	Между системой и объектами	Требующие ТО, ТР и КР: ДСМ, автомобили, агрегаты, узлы и детали. Исправные: ДСМ, автомобили, агрегаты, узлы, запчасти и материалы. Оборудованные машины технической помощи
		Между системами и организациями по снабжению	Новые: ДСМ, автомобили, оборудование, инструмент, агрегаты, материалы, запчасти, инвентарь технические средства связи и т. д.
		Между системой и ремонтными заводами	Требующие КР: ДСМ, автомобили, оборудование, агрегаты, детали. Восстановленные: ДСМ, автомобили, оборудование, агрегаты, детали
		В утиль	Списанные: ДСМ, автомобили, оборудование, приспособления, инструмент, агрегаты, узлы, материалы, инвентарь, негодные детали

Выявление недостатков системы, а также факторов, влияющих на эффективность труда ремонтных рабочих и продолжительность простоев машин, на основе выполненного анализа облегчается использованием разработанного метода моделей.

Информационно-логический анализ работы системы показал, что основной причиной увеличения непроизводительных простоев машин в ТО и ремонтах является несовершенство организационных структур, а также методов их функционирования и взаимодействия. Это приводит к образованию неблагоприятных производственных ситуаций и лишних связей, обуславливающих непроизводительные затраты времени ремонтным персоналом при выполнении производственных заданий [11–13].

Таким образом, изучение работы системы и взаимодействия ее элементов позволило установить следующие

основные причины, влияющие на длительность простоев машин при устранении отказов и неисправностей:

- децентрализация оперативного управления процессами поддержания работоспособности парка ДСМ;
- неудовлетворительная организация проведения комплекса планово-производственных работ;
- недостаточное и неэффективное использование производственных площадей и технологического оборудования;
- плохая подготовка производства и отсутствие системы управления запасами;
- неудовлетворительная организация материально-технического снабжения предприятия и рабочих мест;
- несоответствие размещения подразделений ремонтного участка технологическому процессу производства ремонтных работ;
- слабая организация контроля за качеством выполнения операций в процессе технических воздействий;

– недостаток информации для эффективного управления процессом поддержания работоспособности парка машин;

– несогласованность действий и переплетение функций управления процессами ТО и ремонта;

– чрезмерная инерционность процесса реализации принимаемых решений.

Экспериментальная оценка влияния факторов организации и управления процессами поддержания работоспособности машин на распределение рабочего времени ремонтного персонала. Влияние факторов организации и управления на эффективность использования трудовых ресурсов оценивается посредством коэффициентов $\alpha_{оп}$, α_i и α_n . Как было показано ранее, коэффициент оперативной работы $\alpha_{оп}$ отражает долю оперативного времени рабочих, а коэффициенты α_i и α_n - непроизводительные потери времени смены. При этом

$$\alpha_{оп} + \sum_{j \in Y} \alpha_i + \alpha_n = 1. \quad (1)$$

Очевидно, что увеличение коэффициента оперативной работы возможно лишь за счет снижения непроизводительных потерь рабочего времени. В связи с этим величина резерва повышения эффективности труда рабочих определится как [14]:

$$\beta = \sum_{j \in Y} \alpha_i + \alpha_n = 1 - \alpha_{оп}. \quad (2)$$

Коэффициенты $\alpha_{оп}$, α_i и α_n определялись методом моментных наблюдений, при этом объектами наблюдений являлся персонал, непосредственно выполняющий ремонтные работы.

Необходимое число моментных наблюдений для определения количественных значений коэффициентов $\alpha_{оп}$, α_i и α_n определялось по формуле [15]

$$N_0 = \frac{U_0(1-\alpha_0) \cdot 100^2}{\alpha_0 \cdot \Delta_0^2}, \quad (3)$$

где U_0 - гарантийный коэффициент точности результатов моментных наблюдений, зависящий от стабильности процесса производства;

α_0 - ориентировочное минимальное значение коэффициента $\alpha_{оп}$;

Δ_0 - допустимая точность результатов наблюдений в процентах.

Для получения необходимой информации общее число объектов наблюдений ($m=50$ чел.) было подразделено на 5 зон в соответствии с расположением рабочих мест. Очередность обхода рабочих мест в каждой зоне закреплялось маршрутной картой.

Необходимое число обходов A_k по каждому маршруту определялось по соотношению

$$A_k = \frac{N_0}{m}. \quad (4)$$

Средняя продолжительность обхода по каждому маршруту ориентировочно определялась как

$$t_k = \frac{60 \cdot l_k}{V} + t_H + t_0, \quad (5)$$

где t_k - время обхода k -го маршрута;

l_k - длина маршрута;

V - скорость движения наблюдателя;

t_H - время установления наблюдателем причин непроизводительной затраты рабочего времени рабочим;

t_0 - перерыв между обходами.

Число обходов каждого маршрута за смену определялось по формуле

$$n_k = \frac{t_{с.м.}}{t_k}. \quad (6)$$

Необходимое число смен для проведения полного объема наблюдений по каждому маршруту вычислялось по соотношению:

$$D = \frac{A_k}{n_k}. \quad (7)$$

При расчете необходимого количества моментных наблюдений N_0 , гарантированный коэффициент точности результатов моментных наблюдений принят равным $U_0=3$, что соответствует нестабильному процессу производства. Ориентировочное минимальное значение коэффициента α_0 было определено в результате анализа материалов фотографий рабочего дня и принято равным 0,2.

Допустимая точность результатов наблюдения принята равной $\Delta_0=5\%$.

Основные результаты расчета приведены в табл. 3.

Проведение наблюдений заключалось в последовательном обходе в соответствии с установленными маршрутами и регистрации в карте наблюдений шифров затрат рабочего времени рабочих. Шифры присваивались каждому виду затрат рабочего времени.

В процессе наблюдений шифры затрат времени рабочих, отсутствовавших в момент предыдущего обхода, проставлялись после выяснения у рабочего или мастера (прораба) причины. Переходы рабочего из одной зоны наблюдения в другую фиксировались в картах наблюдений. Затем проводилась корректировка количества объектов наблюдений.

Таблица 3. Основные результаты расчета

№ п/п	Наименование расчетного параметра	Обозначение	Расчетная величина
1	Количество моментных наблюдений	N_0	4800
2	Необходимое число обходов каждого маршрута	A_k	96
3	Продолжительность обхода (мин)	t_1	30
	- первого маршрута	t_2	30
	- второго маршрута		
	- третьего маршрута	t_3	30
	- четвертого маршрута		
4	- пятого маршрута	t_4	30
		t_5	30
4	Число обходов в смену каждого маршрута	n_k	15
5	Число смен наблюдений	D	6,4

Сводные данные по видам затрат рабочего времени каждой зоны наблюдения заносились в таблицы.

Количественные значения коэффициентов $\alpha_{оп}$, α_i и α_n определялись в конце смены по формулам:

$$\alpha_{оп} = \frac{N_{оп}}{N}; \alpha_i = \frac{N_i}{N}; \alpha_{п} = \frac{N_{п}}{N}, \quad (8)$$

где $N_{оп}$, N_i и $N_{п}$ - суммарное число моментных наблюдений соответствующих шифров затрат рабочего времени;

N – общее количество моментных наблюдений.

При увеличении объема моментных наблюдений (N) значения коэффициентов стабилизировались. Проверка точности полученных средних значений коэффициентов $\alpha_{оп}$, α_i и $\alpha_{п}$ производилась по формуле

$$\Delta = \sqrt{\frac{U^2(1-\alpha) \cdot 100^2}{\alpha \cdot N}} \leq \Delta_0, \quad (9)$$

где Δ - величина относительной ошибки определяемого коэффициента.

Значения коэффициентов $\alpha_{оп}$, α_i и $\alpha_{п}$ представлены в табл. 4.

Степень влияния каждой группы факторов организации и управления на эффективность труда рабочих оценивалась посредством коэффициентов $\rho_{п}$ и ρ_i (табл. 5), которые определялись как

$$\rho_{п} = \frac{\alpha_{п}}{\beta} \cdot 100; \rho_i = \frac{\alpha_i}{\beta} \cdot 100.$$

Таблица 4. Количественная оценка степени влияния факторов организации и управления на эффективность труда ремонтных рабочих

Виды затрат рабочего времени				Номера влияющих факторов	%
Шифр	Наименование	Обозначения	Величина		
1	Простой из-за отсутствия фронта работ	$\alpha_{п}$	–	2.4; 3.2	–
2	Простой из-за отсутствия заданий	α_1	0,064	3.1; 3.4; 4	10,64
3	Простой в ожидании руководителей подразделения	α_2	0,018	3.1; 3.2; 3.4; 3.6; 3.7; 4	2,98
4	Простой из-за отсутствия оборудования, инструмента и т. д.	α_3	0,006	3.3; 3.5; 4.1.5; 1.6; 6	1,00
5	Простой из-за отсутствия энергии, газа, воды и т. д.	α_4	0,004	3.5; 3.8; 5.6	0,66
6	Простой из-за поломки оборудования, инструмент и т. д.	α_5	0,002	3.3; 3.8; 4	0,33
7	Простой из-за отсутствия запасных частей	α_6	0,080	1.6; 3.6; 5	13,26
8	Простой из-за ожидания и поиска подъемно-транспортных средств	α_7	0,003	1.2; 1.5; 3.3; 3.5; 4.2	0,50
9	Ожидание агрегатов, деталей (узлов) из вспомогательных отделений	α_8	0,021	1.2; 1.3; 3	3,48
10	Ожидание требующегося специалиста	α_9	0,007	1.2; 1.3; 1.4; 3.1; 3.2; 3.4; 3.4	1,16
11	Простой без причин	α_{10}	0,011	3.4	1,82
12	Позднее начало, раннее окончание смены	α_{11}	0,049	3.4	8,12
13	Отдых и собственные нужды	α_{12}	0,072	3.4	11,94
14	Временная потеря трудоспособности	α_{13}	0,001	1.4	0,16
5	Участие в производственных совещаниях	α_{14}	0,009	1.2	–
16	Выполнение общественных поручений	α_{15}	0,001	1,2	0,16
17	Установление информационных связей с руководителями подразделения	α_{16}	0,071	3,4	11,77
18	Установление информационных связей с рабочими	α_{17}	0,025	1.2; 3.4	4,15
19	Установление материальных связей	α_{18}	0,043	1,2	7,13
20	Оформление эскизов (чертежей) и подача заявок на изготовление деталей	α_{19}	0,015	3.3	2,49
21	Выполнение мероприятий по культуре производства и технике безопасности	α_{20}	0,013	1.2	2,16
22	Восстановление работоспособности оборудования, приспособлений, инструмента и т. д.	α_{21}	0,009	1.2; 1.4; 6	1,49
23	Выполнение работ, не имеющих непосредственного отношения к процессу производства ТО и ремонта	α_{22}	0,018	1.2	2,98
24	Подготовительно-заключительное время	$\alpha_{оп}$	0,061	3.2; 3.4	10,11
25	Время оперативной работы	$\alpha_{п}$	0,397	1–4	–

Анализ показал, что наибольшие потери рабочего времени представляют компоненты с шифрами 1, 2, 7, 9, 12, 13, 17, 18, 19, при этом общая величина $\beta=0,603$.

Полученное распределение времени рабочих подтвердило результаты теоретических исследований и адекватность разработанной графоаналитической модели.

Заключение. Для снижения непроизводительных потерь рабочего времени ремонтного персонала необходимо совершенствовать:

- производственную структуру и структуру управления;
- систему информационного обеспечения процессов ТО и ремонта;
- методы календарного и оперативного планирования и управления процессами ТО и ремонта;
- методы контроля и учета работы производственно-технического персонала, системы и расхода материальных ресурсов;
- организацию технологической подготовки производства и материально-технического обеспечения рабочих мест;

Литература

1. Вялых И.Г. Особенности использования машин в сельскохозяйственном производстве // Наука без границ. 2020. № 6 (46). С. 45-50.
2. Захаров Н.С., Яговкин А.И., Асеев С.А. Сервис транспортных, технологических машин и оборудования в нефтегазодобыче. Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. 508 с.
3. Игнатов В.И. Научные основы формирования стратегии технического обслуживания и ремонта лесных машин. М.: МГУЛ, 2000. 336 с.
4. Капустин В.В., Памфилов Е.А. Пути повышения работоспособности шарнирных соединений манипуляторов технологических машин. // Новые материалы и технологии в машиностроении. 2021. № 33. С. 17-20.
5. Ким Б.Г. Системы обеспечения исправности и работоспособности парков машин // Архитектура. Строительство. Образование. 2013. № 2. С. 17-22.
6. Ким Б.Г. Теоретические вопросы взаимосвязи систем обеспечения исправности и работоспособности парков машин // Вестн. науки и образования Северо-Запада России. 2017. Т. 3. № 1. С. 79-86.
7. Кутырев Е.В. Обоснование стратегий и параметров объектов технического сервиса лесозаготовительных машин. Петрозаводск: ПТУ, 2007. 20 с.
8. Орлов Б.Н., Карапетян М.А., Орлов Н.Б. Исследование потери работоспособности вследствие износа при эксплуатации рабочих элементов машин и оборудования // Междунар. технико-экономический журнал. 2021. № 1. С. 93-99.
9. Пилюшина Г.А. Повышение износостойкости деталей и инструментов деревоперерабатывающего оборудования // Качество и жизнь. 2014. № 1 (1). С. 44-49.
10. Chetverikova I., Popikov P., Glushkov S. (2021). Improving the efficiency of manipulator-type machines with an improved hydraulic drive. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 875(1).
11. Köhler Jochen. Reliability of Timber Structures [Electronic resource]. Zurich: SFIT, 2007. 241 p. URL: <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:2337/eth-2337-01.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).
12. Kozlov V.G., Skrypnikov A.V., Sushkov S.I., Kruchinin I.N., Grigorev I.V., Nikiforov A.A., Timokhova O.M. Enhancing quality of road pavements through adhesion improvement // Journal of the Balkan Tribological Association. 2019. № 3. P. 678-694.

– организацию работы подразделений системы и их производственного персонала.

Снижение непроизводительных потерь рабочего времени ремонтных рабочих и повышение за счет этого коэффициента от 0,397 до 0,525 свидетельствует о высокой эффективности ЦУР.

Естественно значение коэффициента не является предельным и соответствует лишь первоначальному этапу работы системы централизованного управления процессами ТО и ремонта.

В связи с этим следует также ожидать весьма существенного повышения коэффициента за счет сокращения других видов непроизводительных потерь рабочего времени ремонтных работ.

Таким образом, выполненные теоретические и экспериментальные исследования позволили разработать рекомендации по повышению эффективности процессов поддержания работоспособности лесозаготовительной и лесотранспортной техники и апробировать их.

13. Labudin B.V., Ivko V.R., Koltsova E.I., Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Levushkin D.M., Zelikov V.A. Increasing pit road inclinations at high latitude deposits of solid minerals // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2020. № 15 (19). P. 2168-2173.
14. Posmetyev V.I., Bartenev I.M., Malyukova M.A., Malyukov S.V. (2019). Energy saving of hydraulic drives of machines due to increase of effectiveness of hydraulic cylinders cuffs according to the results of simulation modeling. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 483 (1).
15. Ryabova O.V., Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Tikhomirov P.V. Studying a geographical environment for road design // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2021. № 1 (49). P. 66-78.

References

1. Vyalyh I.G. Features of the use of machines in agricultural production // Nauka bez granic. 2020. № 6 (46). P. 45-50.
2. Zaharov N.S., YAgovkin A.I., Aseev S.A. Service of transport, technological machines and equipment in oil and gas production. Tyumen': TyumGNGU, 2011. 508 p.
3. Ignatov V.I. Scientific bases of formation of strategy of maintenance and repair of forest machines. M.: MGUL, 2000. 336 p.
4. Kapustin V.V., Pamfilov E.A. Ways to improve the operability of articulated joints of manipulators of technological machines // New materials and technologies in metallurgy and machine building. 2021. № 33. P. 17-20.
5. Kim B.G. Systems for ensuring the serviceability and operability of car parks // Architecture. Construction. Education. 2013. № 2. P. 17-22.
6. Kim B.G. Theoretical issues of interrelation of systems for ensuring the serviceability and operability of car parks // Journal of Science and Education of North-West Russia. 2017. V. 3. № 1. P. 79-86.
7. Kutyrev E.V. Substantiation of strategies and parameters of objects of technical service of logging machines. Petrozavodsk: PTU, 2007. 20 p.
8. Orlov B.N., Karapetyan M.A., Orlov N.B. Investigation of the loss of working capacity due to wear during operation of working elements of machines and equipment // The international technical-economic journal. 2021. № 1. P. 93-99.

9. Pilyushina G.A. Increasing the wear resistance of parts and tools of wood processing equipment // *Quality and Life*. 2014. № 1 (1). P. 44-49.
10. Chetverikova I., Popikov P., Glushkov S. (2021). Improving the efficiency of manipulator-type machines with an improved hydraulic drive. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 875 (1) doi:10.1088/1755-1315/875/1/012055.
11. Köhler Jochen. Reliability of Timber Structures [Electronic resource]. Zurich: SFIT, 2007. 241 p. URL: <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:2337/eth-2337-01.pdf> (data obrashcheniya: 25.04.2022).
12. Kozlov V.G., Skrypnikov A.V., Sushkov S.I., Kruchinin I.N., Grigorev I.V., Nikiforov A.A., Timokhova O.M. Enhancing quality of road pavements through adhesion improvement // *Journal of the Balkan Tribological Association*. 2019. № 3. P. 678-694.
13. Labudin B.V., Ivko V.R., Koltsova E.I., Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Levushkin D.M., Zelikov V.A. Increasing pit road inclinations at high latitude deposits of solid minerals // *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2020. № 15 (19). P. 2168-2173.
14. Posmetyev V.I., Bartenev I.M., Malyukova M.A., Malyukov S.V. (2019). Energy saving of hydraulic drives of machines due to increase of effectiveness of hydraulic cylinders cuffs according to the results of simulation modeling. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 483 (1) doi:10.1088/1757-899X/483/1/012107.
15. Ryabova O.V., Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Tikhomirov P.V. Studying a geographical environment for road design // *Russian Journal of Building Construction and Architecture*. 2021. № 1 (49). P. 66-78.