

УДК 621.797:629.114.41

UDC 621.797:629.114.41

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 - Technologies and means of mechanization of agriculture (technical sciences)

**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ
ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ ПОДДЕРЖАНИЯ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАШИН
МЕТОДОМ МОДЕЛЕЙ**

**THE BASIC PRINCIPLES OF INFORMATION
AND LOGICAL ANALYSIS OF THE
PROCESSES OF MAINTAINING THE
OPERABILITY OF MACHINES BY THE
METHOD OF MODELS**

Букреев Вадим Юрьевич
аспирант
SPIN-код автора 6052-3708
РИНЦ Author ID = 1042053
e-mail: vadimbukreev@gmail.com

Bukreev Vadim Yurievich
graduate student
RSCI SPIN-code: 6052-3708
RSCI Author ID = 1042053
e-mail: vadimbukreev@gmail.com

*Воронежский государственный аграрный
университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия*

*Voronezh State Agrarian University named after
Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia*

Козлов Вячеслав Геннадиевич
д-р. техн. наук, профессор
SPIN-код автора 8181-2771
РИНЦ Author ID = 202094
e-mail: vya-kozlov@yandex.ru

Kozlov Vyacheslav Gennadievich
Doctor of Technical Sciences, Professor
RSCI SPIN-code: 8181-2771
RSCI Author ID = 202094
e-mail: vya-kozlov@yandex.ru

*Воронежский государственный аграрный
университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия*

*Voronezh State Agrarian University named after
Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia*

Козлова Елена Владимировна
к-т. техн. наук, ассистент
SPIN-код автора 9356-2523
РИНЦ Author ID = 836693
e-mail: nasevl@mail.ru

Kozlova Elena Vladimirovna
Candidate of Technical Sciences, Assistant
RSCI SPIN-code: 9356-2523
RSCI Author ID = 836693
e-mail: nasevl@mail.ru

*Воронежский государственный аграрный
университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия*

*Voronezh State Agrarian University named after
Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia*

Дрыга Иван Александрович
аспирант
SPIN-код автора 6152-3708
РИНЦ Author ID = 242053
e-mail: dryga.iwan@gmail.com

Dryga Ivan Aleksandrovich
postgraduate student
RSCI SPIN code is 6152-3708
RSCI Author ID = 242053
e-mail: dryga.iwan@gmail.com

*Воронежский государственный аграрный
университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия*

*Voronezh State Agrarian University named after
Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia*

Эффективность и качество реализации потенциальных свойств машин при их эксплуатации оцениваются достигнутым ресурсом, а также коэффициентом технического использования и технической готовности. Повышение данных показателей представляет собой в настоящее время одно из актуальных направлений научных исследований и производственной деятельности предприятий, обеспечивающих высокую эффективность эксплуатации машин. Разработка метода аналитического исследования функционирования системы позволила исследовать природу наиболее

The efficiency and quality of the realization of the potential properties of machines during their operation are evaluated by the resource achieved, as well as by the coefficient of technical use and technical readiness. Increasing these indicators is currently one of the most relevant areas of scientific research and production activities of enterprises that ensure high efficiency of machine operation. The development of a method of analytical study of the functioning of the system allowed us to investigate the nature of the most significant factors affecting the efficiency of the use of labor resources and machine downtime, which is a prerequisite for ensuring the adequacy of the

существенных факторов, влияющих на эффективность использования трудовых ресурсов и простоев машин, что является необходимым условием для обеспечения адекватности математической модели работы подсистемы и разработки эффективных методов сокращения простоев машин для повышения надежности техники в процессе эксплуатации

mathematical model of the subsystem and the development of effective methods to reduce machine downtime to improve the reliability of equipment during operation

Ключевые слова: НАДЕЖНОСТЬ, ДОЛГОВЕЧНОСТЬ, РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ, ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПРОСТОЕВ МАШИН, БЕЗОТКАЗНОСТЬ

Keywords: RELIABILITY, DURABILITY, MAINTAINABILITY, MACHINE DOWNTIME, RELIABILITY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-179-020>

Информационно-логический анализ процессов поддержания работоспособности машин осуществляется с целью определения и анализа факторов, влияющих на простой машин [1-3].

На первом этапе анализа все подразделения участка по ТО и ремонту машин на предприятии рассматривались как совокупность основных и вспомогательных подсистем. В качестве основных подсистем рассматривались в подразделении участка по обслуживанию на постах определенных марок машин. К вспомогательным подсистемам при этом относили группу подразделений по восстановлению агрегатов (узлов) и группу подразделений по восстановлению и изготовлению деталей.

Каждая основная подсистема при выполнении рабочими постовых работ пользуется услугами обеих вспомогательных подсистем. При этом возникает сложная сеть взаимосвязей. Их анализ на модели показал необходимость классификации элементов машины, передаваемых по связям, на 6 групп:

1. Неисправные агрегаты и узлы машин ($\overline{n_T}$).
2. Исправные агрегаты и узлы машин (n_T).
3. Неисправные детали машин ($\overline{\rho_A}$).
4. Исправные детали машин (ρ_A).
5. Неисправные детали агрегатов и узлов ($\overline{\rho_{ЛТ}}$).

6. Исправные детали агрегатов и узлов ($9_{ЛТ}$).

Элементы 3 и 4 группы отличаются от элементов 5 и 6 групп тем, что первые не входят в комплектность агрегатов и узлов машин.

Функциональная взаимосвязь между основными и вспомогательными подсистемами представлена на рисунке 1.

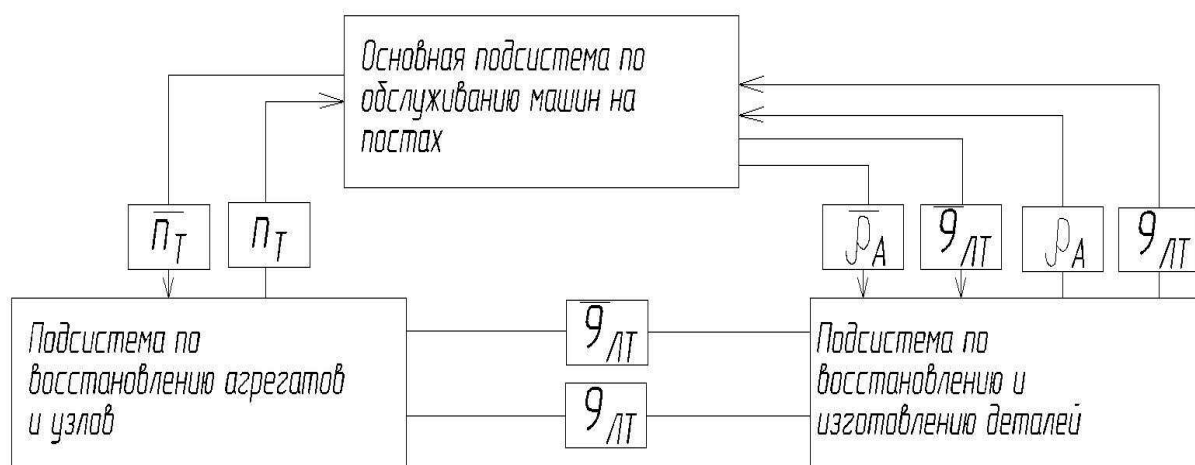


Рисунок 1. Функциональная взаимосвязь основных и вспомогательных подсистем

В процессе ремонта машины осуществляется перевод ее неисправных элементов ($\overline{n}_T, \overline{\rho}_\lambda, \overline{9_{AT}}$) в исправные состояния ($n_T, \rho_\lambda, 9_{AT}$) посредством выполнения множества R элементов операций, из которых складывается весь технологический процесс и любая операция. Каждый элемент технологической операции i -го вида автором понимается как отдельный вид работ, выполняемый одним ремонтным рабочим на одном рабочем месте. Основные выделенные виды элементов операций приведены в таблице 1.

Любой вид работ, выполняемый на производственной базе ремонтного участка, может быть представлен множеством выделенных элементов операций R , которое следует классифицировать на четыре подмножества в соответствии с местом их выполнения [4-6]:

1. Подмножество элементов операций R_1 , выполняемых непосредственно на машине, находящийся на посту в одной из основных подсистем.

2. Подмножество элементов операции R_2 , выполняемых на рабочих местах в зоне поста.

3. Подмножество элементов операции R_3 , выполняемых в подразделениях вспомогательной подсистемы по восстановлению агрегатов и узлов.

4. Подмножество элементов операции R_4 , выполняемых в подразделениях вспомогательной подсистемы по восстановлению и изготовлению деталей.

Таблица 1 - Основные виды элементов операций

Обозначение	Наименование вида элемента операции
r_1	Мойка машин
r_2	Осмотр технического состояния (диагностика)
r_3	Разборка машины до неисправного агрегата, узла или детали машины
r_4	Разборка неисправного агрегата или узла
r_5	Дефектовка неисправной детали агрегата
r_6	Демонтаж неисправного агрегата узла машины
r_7	Демонтаж неисправной детали агрегата, неисправного агрегата (узла)
r_8	Устранение неисправности детали агрегата (узла)
r_9	Дефектовка неисправной детали машины
r_{10}	Демонтаж неисправной детали машины
r_{11}	Устранение неисправности детали машины
r_{12}	Изготовление заготовки для детали
r_{13}	Изготовление детали машины или детали агрегата (узла)
r_{14}	Монтаж детали агрегата (узла) на агрегат (узел)
r_{15}	Монтаж агрегата или узла на машину
r_{16}	Монтаж детали машины на машину
r_{17}	Окраска машины или ее элемента
r_{18}	Мойка деталей
r_{19}	Мойка агрегатов и узлов

В результате анализа технологического процесса ремонта машин с помощью модели (рис. 1), были определены виды элементов операций, принадлежащие данным подмножествам:

$$R_1 = \{r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6, r_7, r_8, r_9, r_{10}, r_{11}, r_{15}, r_{16}, r_{17}\};$$

$$R_2 = \{r_5, r_6, r_7, r_8, r_{11}, r_{14}\};$$

$$R_3 = \{r_4, r_5, r_7, r_8, r_{14}\};$$

$$R_4 = \{r_9, r_{11}, r_{12}, r_{13}\}.$$

Последовательность выполнения элементов операции и их принадлежность к подмножествам R_1 , R_2 , R_3 и R_4 определяется производственным персоналом в результате оценки следующих основных факторов:

- расположение неисправного элемента в машине, агрегате или узле, снятом с машины;
- места и характера неисправности элемента машины;
- трудоемкости снятия элемента;
- наличие исправного элемента на складе;
- трудоемкость восстановления неисправного элемента, его замены или изготовления;
- наличие специалиста требующейся квалификации, оборудования, инструмента и т.д.

Основные экологические условия, влияющие на процесс формирования подмножеств R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , и последовательность элементов операции приведены в таблице 2. Взаимосвязь между элементами операций и процесс формирования их подмножеств представлены в виде граф-схемы с использованием принципов алгоритмизации.

Таблица 2 - Основные логические условия, влияющие на процесс формирования подмножеств элементов операций.

№ п/п	Обозначение	Наименование логического условия
1	$n_{T\epsilon a}$	Принадлежность неисправного агрегата (узла) совокупности a элементов снимаемых с машины при ее разборке
2	$\overline{\rho_{T\epsilon a}}$	Принадлежность неисправной детали машины совокупности a элементов снимаемых с машины при ее разборке
3	$r_{11}\epsilon R$	Целесообразность устранения неисправности детали машины на машине
4	$\rho_{T\epsilon S}$	Наличие исправной детали машины на складе
5	r_{11}	Необходимость восстановления неисправной детали агрегата (узла)
6	$r_{11}\epsilon R2$	Целесообразность устранения неисправности детали машины на рабочем месте в зоне поста
7	r_{11}	Возможность изготовления детали
8	r_{11}	Завершение работ по восстановлению детали машины
9	r_{12}	Необходимость изготовления заготовки для детали
10	$n_{T\epsilon S}$	Наличие на складе запасного агрегата
11	$n_{T\epsilon R2}$	Целесообразность восстановления агрегата (узла) на рабочем месте в зоне поста
12	r_4	Необходимость разборки неисправного агрегата (узла)
13	r_8	Возможность восстановления агрегата (узла)
14	r_6	Необходимость демонтажа неисправного агрегата (узла) с машины
15	$r_8\epsilon n_T$	Целесообразность восстановления детали агрегата (узла) на агрегате (узле)
16	$r_{16}\epsilon a_9$	Принадлежность неисправной детали агрегата (узла) совокупности a_9 деталей, снимаемых с агрегата (узла) при его разборке
17	$9_{лТ} \epsilon S$	Наличие детали агрегата (узла) на складе
18	$9_{лТ} \epsilon r_8$	Возможность восстановления детали агрегата (узла)
19	$r_8\epsilon R2$	Целесообразность устранения неисправности детали агрегата (узла) на рабочем месте в зоне поста
20	r_{13}	Возможность изготовления детали
21	r_8	Завершение работ по восстановлению детали агрегата (узла)
22	r_{14}	Необходимость монтажа детали агрегата (узла) на агрегат (узел)

№ п/п	Обозначение	Наименование логического условия
23	$9_{ЛТ} \in X$	Наличие у рабочего исправной детали агрегата (узла)
24	r_{14}	Завершение работ по сборке агрегата (узла)
25	$\rho_A \in X$	Наличие у рабочего исправной детали машины
26	r_{16}	Завершение работ по монтажу детали машины
27	$n_T \in X$	Наличие у рабочего исправного агрегата (узла)
28	r_{15}	Завершение работ по монтажу агрегата на машину
29	r_{17}	Необходимость окраски машины или ее элемента

Выполненный анализ технологического процесса показал, что трудоемкость ремонтных работ зависит в основном от следующих факторов [7-12]: надежности элементов машин; условий эксплуатации сельскохозяйственной техники; ремонтпригодности машин; наличия на складе требующихся запасных частей; квалификации ремонтных рабочих; оборудования, приспособлений, инструмента и т.д. (рис. 2).

Вместе с тем анализ показал, что на продолжительность времени восстановления t_6 существенно влияют факторы организации и управления технологическими процессами. Это обусловлено наличием прямой зависимости эффективности использования трудовых ресурсов от уровня организации и управления.

С целью определения факторов организации и управления, влияющих на время простоев машин, был проведён анализ работы системы при выполнении элементов операций в последовательности, приведённой на рисунке 2. При этом процесс выполнения персоналом системы каждого элемента технологической операции r_i подвергался анализу начиная с момента возникновения потребности в нём до полного завершения этого элемента одним из исполнителей. В процессе анализа каждый элемент операции r_i рассматривался как вид работ трудоемкостью t_i , для выполнения которого требуется все виды производственных ресурсов: рабочий, оборудование, инструмент, запасная часть, материал и т.д.

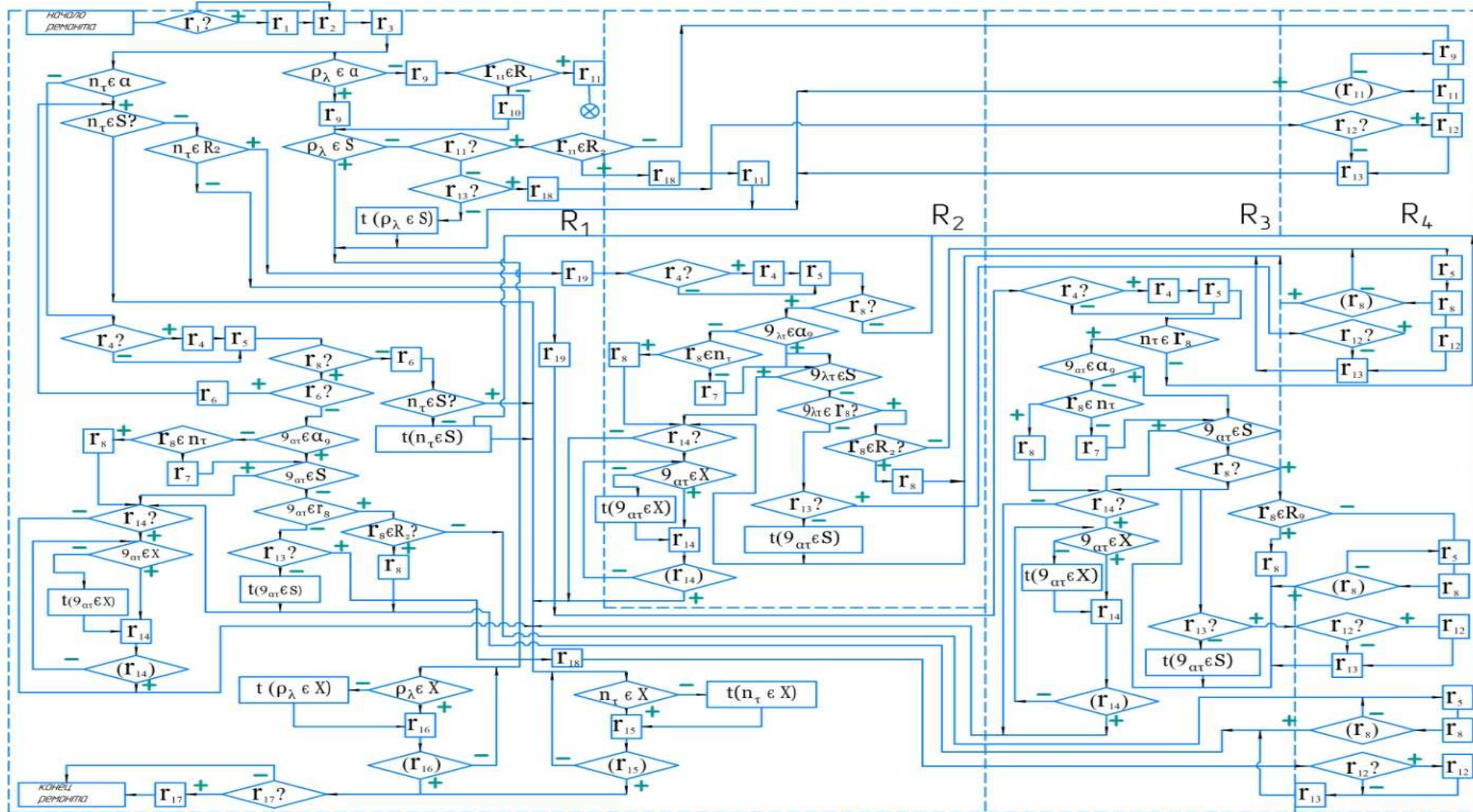


Рисунок 2. Граф-схема процесса восстановления

Информационно-логический анализ работы системы осуществлялся путем последовательного перебора и анализа возможных при выполнении элемента операции r_i производственных ситуаций на модели. В результате анализа ситуации каждое производственное лицо, участвующее в процессе выполнения, должно принимать возможные в каждой ситуации решения. В результате анализа этих действий определялись новые возможные ситуации, которые также подвергались анализу, каждое действие производственного лица, предпринятое им после оценки ситуации, расценивалось как разновидность затрат рабочего времени и заносилось в таблицу.

Одновременно с этим велось построение алгоритма работы системы, где отражалась взаимосвязь затрат рабочего времени персоналом на действия, предпринятые в последовательно возникающих ситуациях.

Анализ причин появления тех ситуаций, в которых рабочими, выполняющими ремонтные работы, непроизводительно затрачивается рабочее время, позволил определить факторы, обуславливающие простои машин в обслуживании. Выявленные и описанные факторы были классифицированы и объединены в соответствующие их природе характерные группы. Разработанная классификация приведена в таблице 3. Выполненный анализ позволил также осуществить классификацию основных видов затрат рабочего времени рабочими, которые представлены в таблице 4.

Таблица 3 - Организационно-управленческие факторы, влияющие на эффективность процессов ТО и ремонта машин

№ п/п	Наименование фактора
1	Производственная структура 1.1 формирование производственных подразделений 1.2 технология работы подразделений и их задачи 1.3 территориальное размещение подразделений 1.4 оснащённость рабочих мест оборудованием, инструментом и т.д. 1.5 территориальные размещения материальных ресурсов 1.6 технология работы материальных складов
2	Организационная структура управления 2.1 количество уровней и элементы структуры управления 2.2 распределение функций управления 2.3 технологии управления работой подразделений 2.4 задачи управления
3	Оперативное управление 3.1 распределение функции оперативного управления 3.2 календарное и оперативное планирование работы подразделений 3.3 обеспечение технологической подготовки производства 3.4 система учета и контроля использования трудовых ресурсов 3.5 материально-техническое обеспечение рабочих мест 3.6 система управления запасами 3.7 технологии оперативного управления процессами 3.8 адаптивность системы управления
4	Информационное обеспечение процессов ТО и ремонта 4.1 документооборот системы 4.2 система оперативной связи 4.3 технология сбора, регистрации, хранения и обработки информации
5	Материально-техническое обеспечение предприятия
6	Надежность оборудования, инструмента, сантехнических систем и т.д.

Таблица 4 - Классификация основных видов затрат рабочего времени

№ п/п	Вид затрат рабочего времени рабочими
1	Простой из-за отсутствия фронта работ
2	Простой из-за отсутствия задания
3	Простой в ожидании руководителя
4	Простой из-за отсутствия инструмента и т.д.
5	Простой из-за отсутствия электроэнергии, газа, воды
6	Простой из-за поломки оборудования, инструмента
7	Простой из-за отсутствия запасных частей
8	Простой в ожидании и поиск подъемно-транспортных средств
9	Простой в ожидании агрегатов и деталей из вспомогательных отделений
10	Простой в ожидании специалиста
11	Простой без причин
12	Позднее начало, раннее окончание смены
13	Отдых и собственные нужды
14	Временная потеря трудоспособности
15	Участие в производственных совещаниях
16	Выполнение общественных поручений
17	Установление информационных связей с руководителями подразделений
18	Установление информационных связей с рабочими
19	Установление материальных связей
20	Оформление эскизов и подача заявок на изготовление деталей
21	Выполнение мероприятий по культуре производства и технике безопасности
22	Восстановление оборудования, инструмента
23	Выполнение оборудования, инструмента
24	Подготовительно-заключительное время
25	Время оперативной работы

Таким образом, разработка метода аналитического исследования функционирования системы позволила исследовать природу наиболее существенных факторов, влияющих на эффективность использования трудовых ресурсов и простои машин. Это является необходимым условием

для обеспечения адекватности математической модели работы подсистемы и разработки эффективных методов сокращения простоев машин и повышения надежности сельскохозяйственной техники в процессе эксплуатации.

Список литературы:

1. Андронов, А. В. Повышение эксплуатационной надежности лесозаготовительных машин в условиях Республики Коми : специальность 05.21.01 "Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Андронов Александр Викторович. – Йошкар-Ола, 2013. – 180 с.
2. Букреев В.Ю. Влияние технологических факторов на предельно-допустимую плотность тока и толщину осадка при восстановлении корпусных деталей / В.Ю. Букреев, В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, П.А. Бойков, Д.М. Левушкин, В.А. Бурмистров // Строительные и дорожные машины. 2022. № 1. С. 40-48.
3. Данилов, П. А. Повышение надежности эксплуатации машин путем прогнозирования моментов замены изношенных деталей / П. А. Данилов // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2009. – № 4. – С. 71-73.
4. Жуленков, В. И. Решение основных задач повышения надежности технического сервиса машин АПК / В. И. Жуленков // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 2(12). – С. 173-178.
5. Инженерные методы повышения надежности машин и технологического оборудования / И. Н. Кравченко, А. И. Адилходжаев, В. И. Кондращенко [и др.]. – Ташкент : Издательство «Транспорт», 2021. – 438 с. – ISBN 978-9943-7363-3-7.
6. Комаров В. А. Обоснование гарантируемых периодов безотказной работы перерабатывающих машин/В. А. Комаров, Н. И. Одуева//Тракторы и сельхозмашины. - 2009. -№ 6. -С. 22-25.
7. Кравченко И.Н. Инженерные методы повышения надежности машин и технологического оборудования / И.Н. Кравченко, А.И. Адилходжаев, В.И. Кондращенко, М.Н. Ерофеев, С.А. Величко. -Ташкент, -2021.
8. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности функционирования машин и оборудования АПК управлением надежностью их систем / А. Т. Лебедев, А. А. Серегин, А. Г. Арженовский // Вестник аграрной науки Дона. – 2019. – № 2(46). – С. 4-11.
9. Математическое обоснование влияния суммарных удельных затрат на повышение надежности технологических машин / В. Ю. Букреев, В. Г. Козлов, А. В. Скрыпников, П. А. Бойков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 177. – С. 321-332. – DOI 10.21515/1990-4665-177-021.
10. Прибылов Д.О. Повышение эксплуатационной надежности транспортно-технологических машин / Д.О. Прибылов, А.С. Колотов // Наука молодых - будущее России. сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2021. С. 160-163.

11. Салминен, Э. О. Снижение энергоемкости и повышение надежности машин и оборудования в лесном комплексе / Э. О. Салминен, А. А. Борозна, Д. В. Пушков // Леса России в XXI веке : сборник научных трудов по итогам международной научно-технической интернет-конференции, Санкт-Петербург, 26 ноября 2015 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2015. – С. 72-76.

12. Шаламова, О. А. Повышение эффективности эксплуатации машин за счет совершенствования управления их надежностью / О. А. Шаламова, Г. Г. Ядрошникова // Путь и путевое хозяйство. – 2021. – № 9. – С. 38-40.

References

1. Andronov, A. V. Povyshenie ekspluatacionnoj nadezhnosti lesozagotovitel'nyh mashin v usloviyah Respubliki Komi : special'nost' 05.21.01 "Tekhnologiya i mashiny lesozagotovok i lesnogo hozyajstva" : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Andronov Aleksandr Viktorovich. – Joshkar-Ola, 2013. – 180 s.

2. Bukreev V.YU. Vliyanie tekhnologicheskikh faktorov na predel'no-dopustimuyu plotnost' toka i tolshchinu osadka pri vosstanovlenii korpusnyh detalej / V.YU. Bukreev, V.G. Kozlov, A.V. Skrypnikov, P.A. Bojkov, D.M. Levushkin, V.A. Burmistrov // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. 2022. № 1. S. 40-48.

3. Danilov, P. A. Povyshenie nadezhnosti ekspluatatsii mashin putem prognozirovaniya momentov zameny iznoshennyh detalej / P. A. Danilov // Upravlenie kachestvom v neftegazovom komplekse. – 2009. – № 4. – S. 71-73.

4. ZHulenkov, V. I. Reshenie osnovnyh zadach povysheniya nadezhnosti tekhnicheskogo servisa mashin APK / V. I. ZHulenkov // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – T. 4. – № 2(12). – S. 173-178.

5. Inzhenernye metody povysheniya nadezhnosti mashin i tekhnologicheskogo oborudovaniya / I. N. Kravchenko, A. I. Adilhodzhaev, V. I. Kondrashchenko [i dr.]. – Tashkent : Izdatel'stvo «Transport», 2021. – 438 s. – ISBN 978-9943-7363-3-7.

6. Komarov V. A. Obosnovanie garantiruemyyh periodov bezotkaznoj raboty pererabatyvayushchih mashin/V. A. Komarov, N. I. Odueva//Traktory i sel'hozmashiny. - 2009. -№ 6. -S. 22-25.

7. Kravchenko I.N. Inzhenernye metody povysheniya nadezhnosti mashin i tekhnologicheskogo oborudovaniya / I.N. Kravchenko, A.I. Adilhodzhaev, V.I. Kondrashchenko, M.N. Erofeev, S.A. Velichko. -Tashkent, -2021.

8. Lebedev, A. T. Povyshenie effektivnosti funkcionirovaniya mashin i oborudovaniya APK upravleniem nadezhnost'yu ih sistem / A. T. Lebedev, A. A. Seregin, A. G. Arzhenovskij // Vestnik agrarnoj nauki Dona. – 2019. – № 2(46). – S. 4-11.

9. Matematicheskoe obosnovanie vliyaniya summarnykh udel'nykh zatrat na povyshenie nadezhnosti tekhnologicheskikh mashin / V. YU. Bukreev, V. G. Kozlov, A. V. Skrypnikov, P. A. Bojkov // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 177. – S. 321-332. – DOI 10.21515/1990-4665-177-021.

10. Pribylov D.O. Povyshenie ekspluatacionnoj nadezhnosti transportno-tekhnologicheskikh mashin / D.O. Pribylov, A.S.

Kolotov // Nauka molodyh - budushchee Rossii. sbornik nauchnykh statej 6-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii perspektivnykh razrabotok molodyh uchenykh. Kursk, 2021. S. 160-163.

11. Salminen, E. O. Snizhenie energoemkosti i povyshenie nadezhnosti mashin i oborudovaniya v lesnom komplekse / E. O. Salminen, A. A. Borозна, D. V. Pushkov // Lesa

Rossii v XXI veke : sbornik nauchnyh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy internet-konferencii, Sankt-Peterburg, 26 noyabrya 2015 goda. – Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj lesotekhnicheskij universitet im. S.M. Kirova, 2015. – S. 72-76.

12. SHalamova, O. A. Povyshenie effektivnosti ekspluatacii mashin za schet sovershenstvovaniya upravleniya ih nadezhnost'yu / O. A. SHalamova, G. G. YAdroshnikova // Put' i putevoe hozyajstvo. – 2021. – № 9. – S. 38-40.