

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

УДК 930.85+658.58

<https://doi.org/10.25686/2306-2800.2022.2.35>

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ. К СТОЛЕТИЮ СИСТЕМЫ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА

Н. Ф. Ревенко¹✉, Т. Н. Иванова², О. В. Мищенко¹

¹Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова,
Российская Федерация, 426069, Ижевск, ул. Студенческая, 7

²Удмуртский государственный университет,
Российская Федерация, 426034, Ижевск, ул. Университетская, 1
nf.revenko@eandex.ru✉

Аннотация. Статья содержит обзор представлений о проблеме улучшения системы планово-предупредительного ремонта и системы технического обслуживания и ремонта, и обновления устаревшей нормативной базы производства ремонтных работ и услуг на технологическом оборудовании промышленных предприятий. Представлен краткий экспресс-анализ сущности, преимуществ, недостатков и эволюционного совершенствования системы планово-предупредительного ремонта оборудования на современном этапе развития технологических укладов в России.

Ключевые слова: оборудование; планово-предупредительный ремонт; профилактические работы; ремонтный цикл

Введение. Промышленные предприятия, в целях повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции, значительное внимание уделяют снижению её себестоимости. Весомой частью себестоимости продукции являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, «достигающие в среднем по промышленности 8–12 %» [1], имеющие тенденцию к возрастанию.

Это обусловлено несколькими объективными причинами.

Во-первых, низким коэффициентом воспроизводства основных фондов в России («в среднем 1,2–1,3 %» [2, с. 807]), что

обуславливает высокий уровень износа эксплуатируемого в промышленности оборудования. Так, если в 1970 году, по официальным данным, степень износа не превышала 26 %, то в настоящее время степень износа машин и оборудования в обрабатывающих производствах промышленности повысилась до 62,1 % в 2019 году [3, с. 322]. Независимые эксперты «заявляют о гораздо более пессимистичных данных: по их мнению, износ основных фондов в России давно превышает 65 % рубеж, в целом по российской промышленности парк станков изношен на 80–90 % и продолжает расти» [4, с. 30; 5, 6].

© Ревенко Н. Ф., Иванова Т. Н., Мищенко О. В., 2022.

Для цитирования: Ревенко Н. Ф., Иванова Т. Н., Мищенко О. В. Трансформация подходов к организации технического обслуживания и ремонта машин и оборудования. К столетию системы планово-предупредительного ремонта // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Экономика и управление. 2022. № 2 (54). С. 35–46. DOI: <https://doi.org/10.25686/2306-2800.2022.35>.

При этом необходимо иметь в виду, что «удельный вес полностью изношенных машин и оборудования достиг в 2019 году 28,7 %» [3, с. 322], а общеизвестно, что старение и износ оборудования повышают издержки, снижают конкурентоспособность производимой продукции и прибыль.

Во-вторых, потери давно устаревшего оборудования были бы только на пользу, если бы парк станков регулярно обновлялся. Однако этого не происходит и «средний возраст машин и оборудования составил в 2020 году 10,3 года, а в обрабатывающем сегменте промышленности – более 13 лет» [7, с. 12–13].

В-третьих, реализация технических и организационных новшеств осуществляется на промышленных предприятиях, как правило, в основном производстве, вследствие чего усиливается диспропорция между уровнем основного производства и уровнем поддержания основных фондов в работоспособном состоянии. Результатом является низкая эффективность технического обслуживания и ремонта оборудования, негативно влияющая на технико-экономическое состояние предприятия в целом, поскольку:

- производительность труда производственных рабочих в значительной мере зависит от технического состояния и работоспособности оборудования, длительности его простоев из-за ремонта и технического обслуживания;

- без своевременного и качественного ремонта и технического обслуживания невозможно обеспечить выпуск продукции надлежащего качества.

В настоящее время для ведения производственной эксплуатации и поддержания технического состояния оборудования в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на большинстве промышленных предприятий России и стран СНГ применяется система планово-предупредительного ремонта, основы которой были заложены в СССР ещё в 1923 году, «практически в неизмен-

ном виде, что приводит к существенным потерям времени, производительности, денежных средств и наносит значительный ущерб их конкурентоспособности» [8, с.41]. То есть, после ста лет функционирования, в новых экономических условиях система планово-предупредительного ремонта воспринимается как устаревшая, не обеспечивающая, во многих случаях, принятие оптимальных решений и нуждается в улучшении, поскольку стала неадекватной изменившимся условиям функционирования и эксплуатации оборудования и вошла в противоречие с рыночными механизмами производственной хозяйственной деятельности. Проблема проведения исследований и разработки нормативных материалов и методических рекомендаций по совершенствованию системы планово-предупредительного ремонта «заключается в том, что раньше в СССР существовали специализированные научные институты (ЭНИМС, ЭНИКМАШ, ВНИИЛИТМАШ, ВНИИД-МАШ) и отраслевые лаборатории по организации ремонта технологического оборудования, занимающиеся научной организацией технического обслуживания и ремонта, которые публиковали методические рекомендации по организации на предприятиях технического обслуживания и ремонта оборудования, а после его распада отсутствует системная организация работы ремонтных служб, и каждое предприятие вынуждено самостоятельно решать задачи организации технического обслуживания и ремонта своего оборудования» [9, с. 58].

В сложившейся ситуации возникает необходимость в осмыслении накопленного опыта и углублённом изучении теоретических и методических вопросов повышения эффективности технического обслуживания и ремонта оборудования с тем, чтобы разработанные подходы к решению задач, встающих на разных этапах выработки и принятия решений по управлению предприятием, дали эффективный инструмент для выбора тра-

ектории развития службы технического обслуживания и ремонта оборудования на предприятии при различных вариантах стратегического развития предприятия. Особую важность это представляет для отечественных предприятий, осуществляющих свою производственную деятельность на устаревшем и сильно изношенном оборудовании.

Цель работы – исследование трансформации подходов к организации технического обслуживания и ремонта машин и оборудования и систематизация основных недостатков системы планово-предупредительного ремонта технологического оборудования промышленных предприятий, влияющих на планирование и обеспечение поддержания в работоспособном состоянии основных фондов предприятия, на формирование устойчивого состояния технологических процессов и установление требуемого качества производимой продукции.

Экспресс-анализ. Для лучшего понимания возникшей проблемы осуществим краткий экспресс-анализ сущности, преимуществ, недостатков и эволюционного совершенствования системы планово-предупредительного ремонта оборудования на современном этапе развития технологических укладов в России.

Целью планово-предупредительного ремонта, наряду с восстановлением технического состояния оборудования, является производство комплекса организационно-технических мероприятий по надзору, уходу, техническому обслуживанию и ремонту оборудования заблаговременно, профилактически, по заранее составленному плану, когда степень износа машины ещё не исключает возможности её работы, предупреждая неожиданный (вероятный) отказ в работе оборудования, основываясь на среднестатистической вероятности отказов аналогичного оборудования.

Системой планово-предупредительного ремонта предусматриваются следующие различные по назначению, содержанию, объёму и мощности виды работ:

- ежедневный уход;

- текущее обслуживание;
- профилактические осмотры;
- периодические проверки геометрической точности;
- профилактические испытания электрооборудования;
- проверка жёсткости;
- малый ремонт;
- средний ремонт;
- капитальный ремонт [10].

Система планово-предупредительного ремонта предусматривает:

1. «Основная потребность оборудования в ремонте удовлетворяется посредством производимых через определённое число отработанных им часов профилактических осмотров и плановых ремонтов, образующих периодически повторяющийся ремонтный цикл.

2. Каждый плановый осмотр и ремонт выполняется в объёме, необходимом для устранения всех дефектов (возникающих в результате его эксплуатации) и обеспечивающем нормальную работу станка, машины до следующего очередного планового осмотра или ремонта, срок которого определяется установленными межосмотровыми и межремонтными периодами.

3. Планирование осмотров и ремонтов, расчёты затрат труда на их выполнение и контроль удовлетворения потребности оборудования в ремонте основываются на нормальном объёме ремонтных работ, выполнение которого путём периодически производимых плановых осмотров и ремонтов обеспечивает содержание парка оборудования в работоспособном состоянии.

4. Нормальный объём ремонтных работ определяют исходя из установленных оптимальных периодов времени между плановыми осмотрами и ремонтами, порядка их чередования в ремонтном цикле путём оценки ремонтной сложности объектов ремонта» [11].

Широкое применение системы планово-предупредительного ремонта оборудования в промышленности обусловлено большим количеством преимуществ.

Наиболее существенным является предупредительность ремонта, поскольку он производится заблаговременно, поддается планированию, производится в плановом порядке и его выполнение предупреждает прогрессирующий износ оборудования и уменьшает внезапность выхода его из строя и резкое ухудшение его состояния.

Также существенным преимуществом является то, что жёсткая регламентация ремонтных циклов позволяет планировать материальные, финансовые и трудовые ресурсы, необходимые для осуществления ремонтных воздействий на оборудовании, а именно:

- время на производство работ, производство ремонтов и технического обслуживания, на проверку качества и точности ремонта оборудования;
- затраты на ремонт оборудования, узлов и механизмов;
- себестоимость одной категории ремонтной сложности технологического оборудования по видам ремонтных воздействий;
- количество запасных частей, покупных комплектующих изделий, основных и вспомогательных материалов на ремонтно-эксплуатационные нужды;
- численность ремонтного персонала в зависимости от ремонтной сложности оборудования для выполнения планово-предупредительного ремонта и т. д.

Планирование позволяет осуществить предварительную подготовку ремонтных работ, выполнять их в минимальные сроки, повышает качество ремонта и в конечном итоге увеличивает надёжность работы оборудования.

Также система планово-предупредительного ремонта регламентирует время простоя оборудования в ремонте и обеспечивает время безаварийной работы оборудования за счёт контроля межосмотровых и межремонтных периодов работы оборудования.

В целом система планово-предупредительного обслуживания и планово-вос-

становительных ремонтов направлена на предупреждение отказов оборудования и предоставляет возможность подготовить управляемую и прогнозируемую на длительный период ремонтную программу: по видам ремонтов, типам оборудования, цехам и предприятию в целом.

Следовательно, система планово-предупредительного ремонта не только устраняет элементы случайности, неожиданности и стихийности в ремонте, но и позволяет ремонтной службе вести ремонтные работы в плановом порядке, заранее подготовиться к ним и, за счёт предупреждения аварийного выхода оборудования из строя, позволяет обеспечить сокращение трудоёмкости ремонтных работ и их себестоимости: «если система планово-предупредительного ремонта настроена правильно, то внеплановый объём работ, вызванный чрезвычайными ситуациями, не превышает 5–10 % от общего объёма работ» [9, с. 61].

Наряду с видимыми преимуществами система планово-предупредительного ремонта (как и система технического обслуживания и ремонта), как показал многолетний опыт применения на промышленных предприятиях, обладает рядом недостатков и в современных условиях многие её положения устарели и «просто неприменимы по разным причинам – коммерциализация и рыночные условия, сокращение финансирования и отсутствие необходимых мощностей и объёмов капитальных затрат, не позволяющие выполнять весь комплекс планово-предупредительного ремонта в полном объёме» [9, с. 59]:

- назначение профилактических работ и плановых ремонтов осуществляется по регламенту (через определённое число отработанных оборудованием часов) и не зависит от фактического состояния оборудования к моменту начала выполнения ремонтных воздействий. Это объясняется тем, что долгое время превалировал классический взгляд на закономерность отказов невосстанавливаемых элементов оборудования, когда при рассмотрении рабо-

тоспособности любого агрегата различают три периода: приработки, нормальной эксплуатации и износа, а интенсивность отказов оборудования растёт с наработкой. Однако исследования А.Смита [12] и В.П. Стрельникова [13] показали, что «только 8–23 % отказов соответствует предположениям, что интенсивность отказов растёт с наработкой. Эти отказы свойственны относительно простым объектам, а для технически сложного оборудования между вероятностью их отказа и сроком эксплуатации нет или почти нет взаимосвязи. А это от 77 до 92 % отказов. Для этих объектов интенсивность отказа, по крайней мере за пределами интервала приработки, имеет постоянную величину, не изменяющуюся с наработкой. Стало очевидно, что для 77–92 % отказов бессмысленно определять момент планово-предупредительного ремонтного воздействия по величине наработки, так как наработка не позволяет прогнозировать приближение отказа. И что при планировании в данном случае необходимо опираться не на наработку, а на фактическое техническое состояние оборудования» [14];

- несовершенна методика планирования ремонтных работ и услуг: поскольку план фиксирует определённые выбранные цели, в нём содержатся **обязательные**, по каждому виду ремонтного воздействия на технологическом оборудовании, задания с указанием объёмов, сроков и этапов их исполнения, а также форм контроля за соблюдением исполнения. Централизованный по предприятию в целом и детально расписанный план-график технического обслуживания и ремонта технологического оборудования в каждом подразделении ремонтной службы дополнительно оптимизируется и превращается в ещё более детальный график работы ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных баз. Под него выстраиваются все внешние и внутренние связи (обеспечение материалами, комплектующими изделиями, переналадка производства, обеспечение инструментом и т. д.). Система планов при-

обретает законченный вид, становится «стандартной», то есть традиционное планирование ремонта и технического обслуживания технологического оборудования осуществляется по принципу толкающей системы;

- исходной базой для определения практически всех плановых и оценочных показателей работы службы технического обслуживания и ремонта оборудования и её подразделений являются устаревшие нормы и нормативы, разработанные ЭНИМСом и отраслевыми лабораториями ещё в период командно-административной системы, «рассчитанные на средние условия, то есть не отражающие фактических условий эксплуатации, что приводит в одних случаях к преждевременному, в других случаях к запоздалому проведению профилактических работ» [15] и, естественно, в современных условиях не учитывающие ряд ограничений (технологических, материальных, временных, трудовых). Кроме того, «для нового отечественного оборудования справочники того времени не учитывают, что сейчас в оборудовании используются другие комплектующие, нередко импортного производства, с другими характеристиками» [15];

- планируемые объёмы по составу и трудоёмкости устанавливаются на основе визуального прогноза технического состояния объектов ремонта и план-графиков системы планово-предупредительного ремонта без реальной оценки текущего и последующего изменения состояния оборудования и его составных частей. Действительные объёмы ремонтных работ *уточняются* по мере выполнения ремонта и технического обслуживания оборудования и, как правило, в процессе общей разборки объектов ремонта. Кроме того, в практике планирования не учитывается фактическая загрузка оборудования, что приводит к необоснованному увеличению материальных и трудовых ресурсов на выполнение ремонтных работ и услуг, то есть работы по ремонту и обслуживанию закладываются с достаточно большим «запасом прочности»

и, как следствие, «около 25 % всех планово-предупредительных ремонтов проводятся без фактической необходимости, то есть на исправно работающих агрегатах» [9, с. 61];

- планы-графики профилактических работ не устанавливают приоритета вывода в ремонт различных видов оборудования;

- поскольку назначение профилактических работ осуществляется по регламенту, зачастую по устаревшим нормативам, то их виды не зависят от фактического состояния оборудования к моменту начала ремонта или технического обслуживания, обусловленного фактическим временем работы оборудования при различных скоростных режимах;

- и, пожалуй, самым значительным недостатком системы планово-предупредительного ремонта являлся упор на производство ремонтов в ущерб профилактическому техническому обслуживанию: соотношение затрат на ремонты и техническое обслуживание составляло приблизительно 70 к 30 %, хотя практикой доказано, что дешевле предотвратить ремонт, чем его выполнить.

Последнее обстоятельство побудило ЭНИМС и отраслевые лаборатории ещё в девяностые годы прошлого века разработать системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) технологического оборудования – предупредительное (превентивное) обслуживание PrM (Preventive Maintenance) [16, 17], в которых акцент переносился на выполнение профилактических ремонтных воздействий до того, как произойдет поломка – плановое обслуживание PIM (Planned Maintenance): соотношение затрат на ремонты и техническое обслуживание составляло приблизительно 30 к 70 %.

В последние десятилетия появились новые подходы:

- «предупредительное обслуживание по состоянию CBM (Condition-Based Maintenance). Это ремонт, при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью и в объёме,

установленными в нормативно-технической документации, а объём и момент начала ремонта определяется техническим состоянием изделия при помощи средств диагностики, что позволяет прогнозировать возможные отказы;

- предупредительное (предиктивное, прогностическое) обслуживание на основе прогнозных данных PdM (Predictive Maintenance Systems), предполагающее контроль технического состояния оборудования в реальном времени (при помощи сенсоров и датчиков на оборудовании) и планирование технического обслуживания на основе полученных данных о состоянии оборудования;

- проактивное обслуживание PaM (ProActive), предполагающее выявление коренных причин отказов и разработку планов по реконструкции и модернизации оборудования для устранения коренной причины отказов;

- обслуживание, ориентированное на надёжность RCM (Reliability Centered Maintenance), учитывающее, что поскольку различные единицы или группы оборудования на предприятии имеют разную значимость (критичность) для выполнения производственной системой своих функций и исключения возможного ущерба, то нет смысла тратить ресурсы на предупреждение всех отказов, и предупреждать нужно только те, которые могут вызвать значимые последствия;

- появилась RCMII – вторая версия RCM;

- на повестку дня вышла задача оценки и сопоставления рисков (Risk-Based Maintenance – RBM)» [18].

Результаты анализа. Каждый из вышеприведённых подходов к организации технического обслуживания и ремонта технологического оборудования имеет свои достоинства и недостатки, но фактически все вышеперечисленные подходы, по нашему мнению, являются вариациями системы планово-предупредительного ремонта, приспособленными к изменяющимся факторам внешней среды и веяни-

ям научно-технического прогресса, так как краеугольной основой в них является основополагающий принцип системы планово-предупредительного ремонта – плановость и предупредительность.

По нашему мнению, несмотря на столь почтенный возраст и все недостатки, пока ещё рано списывать и систему планово-предупредительных ремонтов и, тем более, системы технического обслуживания и ремонта оборудования «по целому ряду причин, в том числе и по юридическим. В соответствии с нормативными документами, система планово-предупредительного ремонта является основным инструментом по обеспечению надёжной и безопасной эксплуатации оборудования» [9, с. 47]. Особенно это относится к тем отраслям, где основным критерием является надёжность работы технологического оборудования. Но чтобы соответствовать современным требованиям, система планово-предупредительного ремонта и системы технического обслуживания и ремонта оборудования нуждаются в улучшении.

Выводы. Нуждается в обновлении устаревшая нормативная база, применяемая при планировании работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, поскольку для поддержания технического состояния оборудования в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, так как нормативы Единой системы планово-предупредительного ремонта (ЕСППР) [10] или Отраслевой системы технического обслуживания и ремонта (ОС ТООР) [17] вошли в противоречие с рыночными механизмами производственно-хозяйственной деятельности и в новых экономических условиях не обеспечивают, во многих случаях, принятие оптимальных решений.

При этом данная проблема, по нашему мнению, состоит из двух частей.

Первая – это необходимость разработки квалитетрического цифрового инструментария для определения основного норматива системы планово-предупредительного технического обслуживания и

ремонта, используемого в качестве исходной базы для анализа и определения практически всех важнейших плановых показателей работы службы ТООР и его структурных подразделений – категории сложности ремонта технологического оборудования. Это обусловлено тем, что и в Единой системе ППР и в отраслевых системах ТООР указаны категории ремонтной сложности технологического оборудования на период их разработки – без малого пятьдесят лет назад. Для нового, более сложного и точного оборудования, насыщенного электроникой, и импортного оборудования, которое эксплуатируется в значительных объёмах на отечественных предприятиях, категории ремонтной сложности отсутствуют, и на предприятиях, при отсутствии современных инструментальных средств для расчёта категорий ремонтной сложности для нового оборудования, вынуждены самостоятельно устанавливать этот норматив или по эмпирическим формулам, разработанным ещё ЭНИМСом, или на основании практических данных предприятий. «В практической деятельности службами технического обслуживания и ремонта технологического оборудования промышленных предприятий эта проблема решается на каждом предприятии по-своему и не всегда удачно» [19]. Квалитетрический комплексный метод позволит наиболее точно определить основной норматив «категория ремонтной сложности» для планирования работ по техническому обслуживанию и ремонту для нового, более сложного и точного технологического оборудования, насыщенного электроникой, что позволит службам главных механиков промышленных предприятий повысить обоснованность принимаемых управленческих решений, заранее предусмотреть и запланировать профилактические и ремонтные воздействия, сократить расходы и повысить эффективность применения системы планово-предупредительного ремонта.

Вторая – это установление новых периодичностей ремонтных циклов, межре-

монтных периодов и видов технического обслуживания при работе оборудования на полную смену для различных типов производства, с учётом факторов, которые оказывают влияние на долговечность работы технологического оборудования: условия работы оборудования; ремонтные особенности оборудования; качество выполняемых ремонтных работ и технического обслуживания; число часов, отработанных каждой единицей оборудования; уровень квалификации ремонтных рабочих, внедрение современных технологий и материалов, используемых как при производстве нового оборудования, так и при техническом обслуживании и ремонте оборудования. Это позволяет «существенным образом повысить надёжность отдельных узлов и агрегатов и соответственно увеличить межремонтный пробег оборудования. Например, внедрение новых торцовых уплотнений позволило увеличить межремонтный пробег насосных агрегатов на 30 %» [20].

Но для этого «необходимо провести исследования износостойкости групп сопрягаемых деталей (вал–втулка, винт–гайка, трущиеся плоскости) по типам технологического оборудования, по геометрическим формам, конструкторским и технологическим характеристикам сопрягаемых деталей (размеры, точность обработки, вид материала и т. п.) в зависимости от особенностей эксплуатации (фактическое время эксплуатации, скоростные характеристики эксплуатации), чтобы можно было предвидеть постепенные (износные) отказы, возникающие в результате постепенного протекания того или иного процесса повреждения, прогрессивно ухудшающего выходные параметры объекта, и заранее предусмотреть и запланировать профилактические и ремонтные воздействия» [21].

Задача архисложная, трудоёмкая, требует привлечения высококвалифицированных специалистов, но её решение имеет важное народно-хозяйственное значение и поэтому, на наш взгляд, она должна ре-

шаться на государственном уровне. С целью аккумуляции исследований отдельных энтузиастов по системной организации работы ремонтных служб промышленных предприятий, проводящих исследования практически во всех технических университетах страны, назрела целесообразность создания координационного центра, например, на базе научно-производственного предприятия «СпецТек» (г. Санкт-Петербург), «более 20 лет занимающегося вопросами организации и автоматизации процессов технического обслуживания и ремонта на предприятиях, являющегося ведущим российским разработчиком программных продуктов и решений в области управления физическими активами, включая управление эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтами оборудования» [22].

Естественно, синергический экономический эффект от улучшения системы планово-предупредительного ремонта или системы технического обслуживания и ремонта технологического оборудования возможно ожидать только в комплексе с внедрением автоматизированной системы управления техническим обслуживанием и ремонтом технологического оборудования и информационной системы управления процессами эксплуатации и ремонта технологического оборудования, «содержащей полную базу данных по эксплуатируемому оборудованию, список выполняемых плановых предупредительных работ с привязкой к оборудованию, позволяющих осуществлять: удаление из программы дублирующих работ, предупреждающих один и тот же отказ; удаление из программы работ, не влияющих на предупреждение каких-либо отказов; дополнение программы работами по предупреждению новых отказов, упущенных производителем при разработке программы работ; выявление неэффективных работ, не приводящих к снижению вероятности отказов, и проведение анализа корневых причин таких отказов; проведение разовых изменений на основании анализа корневых причин: за-

мена работы на эффективную, изменение дизайна работы (например, уменьшение интервала), замена поставщика запчастей, реконструкция оборудования» [23].

Заключение. Практика работы служб технического обслуживания и ремонта промышленных предприятий подсказывает, что система планово-предупредительного ремонта и системы технического

обслуживания и ремонта технологического оборудования после усовершенствования и применения информационных систем управления процессами эксплуатации и ремонта, осуществляющих сбор и анализ сведений об оборудовании, его состоянии, данных диагностики, а также о его дефектах и отказах, могут соответствовать современным требованиям.

Список источников

1. Семенов В.М., Васильева О.Е. Сервис промышленных товаров: Монография. М.: Центр экономики и маркетинга, 2001. 208 с.
2. Вязкина И.В. Обновление основного капитала в реальном секторе: потенциал импортозамещения и экономической безопасности // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. № 5. С. 800-815.
3. Российский статистический ежегодник. 2020: Стат.сб. / Росстат. М., 2021. 700 с.
4. Прохорова Э.К. Влияние состояния основных фондов на развитие российской промышленности в условиях международных санкций // Вестник международного института рынка. 2019. № 1. С. 30-36.
5. Гурдин К. Пресс для президента // Аргументы недели. 2013. № 7 (349). С. 7.
6. Терентьев Д. Со своим самоваром // Аргументы недели. 2019. № 4 (648). С. 17.
7. Россия в цифрах. 2020: Крат. стат. сб. / Росстат. М., 2021. 550 с.
8. Ерохин Е.А., Осинцев А.Н. Эволюция систем технического обслуживания и ремонта // Организатор производства. 2009. № 4 (43). С. 37-41.
9. Кизим А.В., Кравец А.Г. Программно-информационная поддержка процесса технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. 2019. Т. 2. С. 130-133.
10. Якобсон М.О. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации оборудования машиностроительного предприятия. М.: Машиностроение, 1967. 592 с.
11. Борисов Ю.С. Планово-предупредительный ремонт оборудования в промышленности СССР. М.: Машгиз, 1949. 83 с.
12. Смит А. Техническое обслуживание, ориентированное на надежность. Н. У.: McGraw-Hill, Инк., 1993. 201 с.
13. Стрельников В. П. Новая технология исследования надежности машин и аппаратуры // Математические машины и системы. 2007. Т. 1, № 3-4. С. 227-238.
14. Антоненко И. Н., Крюков И. Э. Информационные системы и практики ТОиР: этапы развития // Главный энергетик. 2011. № 10. С. 37-44.
15. Мухаметзянов М.Х. Планово-предупредительный ремонт: взгляд в будущее. Часть 1. 2016. <http://www.ur-pro.ru/> (Дата обращения 05.05.2022).
16. Клягин В. И., Сабиров Ф. С. Типовая система технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования / Минстанкопром СССР, ЭНИМС. М.: Машиностроение, 1988. 672 с.
17. Отраслевая система технического обслуживания и ремонта технологического и подъемно-транспортного оборудования: в 3-х т. / Под ред. П.И. Митюхлева. М.: ЦНИИ информации, 1987. Т.1. 352 с.
18. Антоненко И.Н., Крюков И.Э. Технологическое обслуживание и ремонт оборудования. Эволюция практик и систем управления // Молочная промышленность. 2011. № 10. С. 12-15.
19. Загуляев Д.Г., Иванова Т.Н., Ревенко Н.Ф. Объективная необходимость разработки квалитетического цифрового инструментария для определения категорий сложности ремонта технологического оборудования // Организатор производства. 2022. Т. 30, № 2. С. 20-29.
20. Совмещение системы ППР с ремонтом по состоянию [Электронный ресурс]. URL: <http://www.galaktika.ru/eam/sovmeshhenie-sistemy-ppr-s-remontom-po-sostoyaniyu.html> (Дата обращения 05.05.2022.)
21. Иванова Т.Н., Ревенко Н.Ф. О необходимости проведения исследований износостойкости групп сопрягаемых деталей (вал-втулка, винт-гайка, трущиеся плоскости) по типам технологического оборудования, по размерам, по точности обработки, по видам материалов при различных скоростных режимах // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2018. Т. 21, № 3. С. 79-84.
22. Кац Б.А. Система планово-предупредительного ремонта: уроки истории // Промышленный сервис. 2013. № 4 (49). С. 35-41.
23. Антоненко И.Н. Почему ваша система ТОиР нуждается в улучшении // Экономика и жизнь. 2020. № 31 (9847). С. 18-19.

Статья поступила в редакцию 10.05.2022

Принята к публикации 15.06.2022

Информация об авторах

РЕВЕНКО Николай Фёдорович – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова. Область научных интересов – экономика и организация технического обслуживания и ремонта оборудования промышленных предприятий. Автор 226 публикаций.

ИВАНОВА Татьяна Николаевна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры бурения нефтяных и газовых скважин Института нефти и газа имени М.С. Гудериева, Удмуртский государственный университет. Область научных интересов – технология машиностроения, организация производства. Автор 195 публикаций.

МИЩЕНКОВА Ольга Владимировна – кандидат физико-математических наук, начальник отдела подготовки кадров высшей квалификации, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова. Область научных интересов – математическое моделирование, подготовка кадров. Автор 50 публикаций.

UDC 930.85+658.58

<https://doi.org/10.25686/2306-2800.2022.2.35>

**TRANSFORMATION OF APPROACHES TO THE ORGANIZATION
OF MAINTENANCE AND REPAIR OF MACHINERY AND EQUIPMENT.
TO THE CENTENARY OF THE PLANNED PREVENTIVE MAINTENANCE SYSTEM**

N. F. Revenko^{1✉}, T. N. Ivanova², O. V. Mishchenkova¹

¹Kalashnikov Izhevsk State Technical University,
7, Studentskaya st., Izhevsk, 426069, Russian Federation

²Udmurt State University,
1, Universitetskaya st., Izhevsk, 426034, Russian Federation
nfrevenko@yandex.ru[✉]

Ключевые слова: *equipment; planned preventive maintenance; scheduled maintenance; repair cycle*

ABSTRACT

Introduction. The complexity of the technical means of industrial production caused by the acceleration of scientific and technological progress leads to a change in the requirements for the organization of maintenance and repair of fixed assets, since the competitiveness of industrial enterprises largely depends on the state of the technical and technological base. To conduct production operation and maintain the technical condition of equipment at most industrial enterprises in Russia, a system of scheduled preventive maintenance is used, often perceived as outdated and requiring improvement after a hundred years of operation. **Goals.** The article is aimed at studying the transformation of approaches to the organization of maintenance and repair of machinery and equipment and systematization of the main shortcomings of the system of preventive maintenance of equipment of industrial enterprises that affect the planning and maintenance of the fixed assets of the enterprise, the formation of a stable state of technological processes and the establishment of the required quality of products. **Data and methods.** The article provides a brief express analysis of the essence, advantages, disadvantages and evolutionary improvement of the system of preventive maintenance of equipment at the present stage of development of technological structures in Russia. The methodological basis is the traditional methods of scientific analysis, methods of economic and mathematical statistics, technical, economic and logical analysis, systematization and ranking. **Results.** The article contains an overview of ideas about the problem of improving the system of scheduled preventive maintenance and the system of maintenance and repair and updating the outdated regulatory framework for the production of repairs and services on technological equipment of industrial enterprises. **Conclusions.** The system of preventive maintenance of technological equipment after the development of a modern regulatory framework for the production of repair work and the use of information systems for managing the processes of operation and repair can meet modern requirements.

REFERENCES

1. Semenov V.M., Vasilyeva O.E. Servis promyshlennykh tovarov: Monografiya [Service of industrial goods: Monograph]. Moscow: Center of Economics and Marketing, 2001. 208 p. (In Russ.).
2. Vyakina I.V. Obnovleniye osnovnogo kapitala v real'nom sektore: potentsial importozameshcheniya i ekonomicheskoy bezopasnosti [Renewal of fixed capital in the real sector: the potential of import substitution and economic security]. *Ekonomicheskyy analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice]. 2017. Vol. 16. №. 5. Pp.800-815. (In Russ.).
3. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik. 2020: Stat. sb. / Rosstat [Russian Statistical Yearbook 2020: Statistical compendium / Rosstat]. Moscow, 2021. 700 p. (In Russ.).
4. Prokhorova E.K. Vliyaniye sostoyaniya osnovnykh fondov na razvitiye rossiyskoy promyshlennosti v usloviyakh mezhdunarodnykh sanktsiy [The influence of the state of fixed assets on the development of Russian industry under international sanctions]. *Vestnik mezhdunarodnogo instituta rynka* [Bulletin of the International Institute of the Market]. 2019. №. 1. Pp.30-36. (In Russ.).
5. Gurdin K. Press dlya prezidenta [Press for the president]. *Argumenty nedeli* [Arguments of the Week]. №. 7 (349). 2013. P. 7. (In Russ.).
6. Terentyev D. So svoim samovarem [With his samovar]. *Argumenty nedeli* [Arguments of the Week]. №. 4(648). 2019. P. 17. (In Russ.).
7. Rossiya v tsifrakh. 2020: Krat. stat. sb. / Rosstat [Russia in numbers. 2020: Statistical abstracts / Rosstat]. M., 2021. 550 p. (In Russ.).
8. Erokhin E.A., Osintsev A.N. Evolyutsiya sistem tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta [Evolution of maintenance and repair systems]. *Organizator proizvodstva* [Organizer of Production]. 2009. №. 4(43). Pp. 37-41. (In Russ.).
9. Kizim A.V., Kravets A.G. Programmno-informatsionnaya podderzhka protsessa tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta promyshlennogo oborudovaniya [Software and information support for the process of maintenance and repair of industrial equipment]. *Matematicheskiye metody v tekhnike i tekhnologiyakh – MMTT* [Mathematical Methods in Engineering and Technology – MMTT]. 2019. Vol. 2. Pp. 130-133. (In Russ.).
10. Yakobson M.O. Yedinaya sistema planovopredupreditelnogo remonta i ratsional'noy ekspluatatsii oborudovaniya mashinostroitel'nogo predpriyatiya [Unified system of planned preventive repair and rational operation of equipment of machine-building enterprises]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1967. 592 p. (In Russ.).
11. Borisov Yu. S. Planovo-predupreditel'nyy remont oborudovaniya v promyshlennosti SSSR [Planned preventive repair of equipment in the USSR industry]. Moscow: Mashgiz, 1949. 83 p. (In Russ.).
12. Smith A. M. Tekhnicheskoye obsluzhivaniye, oriyentirovannoye na nadezhnost' [Reliability Centered Maintenance]. New York: McGraw-Hill, Inc., 1993. 201 p. (In Eng.).
13. Strelnikov V. P. Novaya tekhnologiya issledovaniya nadezhnosti mashin i apparatury [New technology for reliability research of machines and equipment]. *Matematicheskiye mashiny i sistemy* [Mathematical Machines and Systems]. 2007. Vol. 1, №. 3-4. Pp. 227-238. (In Russ.).
14. Antonenko I. N., Kryukov I. E. Informatsionnyye sistemy i praktiki TOiR: etapy razvitiya [Information systems and MRO practices: stages of development]. *Glavnyy energetik* [Chief Power Engineer]. 2011. №. 10. Pp. 37-44. (In Russ.).
15. Mukhametzyanov M.H. Planovopredupreditel'nyy remont: vzglyad v budushcheye. Chast' 1. [Preventive maintenance: a look into the future. Part 1]. 2016. URL: <http://www.up-pro.ru/> (Reference date: 05.05.2022). (In Russ.).
16. Klyagin V. I., Sabirov F. S. Tipovaya sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta metallo- i derevoobrabatывayushchego oborudovaniya / Minstankoprom SSSR, ENIMS [Typical system of maintenance and repair of metal and woodworking equipment / Minstankoprom USSR, Experimental Research Institute of Metal-Cutting Machine Tools, ENIMS]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1988. 672 p. (In Russ.).
17. Otraselevaya sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta tekhnologicheskogo i pod'yomno-transportnogo oborudovaniya: v 3-kh t. / pod red. P.I. Mityukhlyayev [Branch system of maintenance and repair of technological and lifting and transport equipment: in 3 volumes / Ed. by P.I. Mityukhlyayev]. Moscow: Central Research Institute of Information, 1987. Vol. 1. 352 p. (In Russ.).
18. Antonenko I.N., Kryukov I.E. Tekhnologicheskoye obsluzhivaniye i remont oborudovaniya. Evolyutsiya praktik i sistem upravleniya [Technological maintenance and repair of equipment. Evolution of practices and management systems]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry]. 2011. №. 10. Pp.12-15. (In Russ.).
19. Zagulyayev D.G., Ivanova T.N., Revenko N.F. Ob'yektivnaya neobkhodimost' razrabotki kvalimetriceskogo tsifrovogo instrumentariya dlya opredeleniya kategoriy slozhnosti remonta tekhnologicheskogo oborudovaniya [The objective necessity of developing qualimetric digital tools for determining the categories of complexity of repair of technological equipment]. *Organizator proizvodstva* [Organizer of Production]. 2022. Vol. 30. №. 2. Pp. 20-29. (In Russ.).
20. Sovmeshcheniye sistemy PPR s remontom po sostoyaniyu [Combination of the PPM system with repair according to the condition]. URL:

<http://www.galaktika.ru/eam/sovmeshhenie-sistemy-ppr-s-remontom-po-sostoyaniyu.html> (Reference date: 05.05.2022). (In Russ.).

21. Ivanova T.N., Revenko N.F. O neobkhodimosti provedeniya issledovaniy iznosostoykosti grupp sopryagayemykh detaley (val-vtulka, vint-gayka, trushchiyesya ploskosti) po tipam tekhnologicheskogo oborudovaniya, po razmeram, po tochnosti obrabotki, po vidam materialov pri razlichnykh skorostnykh rezhimakh [On the need to conduct research on the wear resistance of groups of mating parts (shaft-sleeve, screw-nut, rubbing planes) by types of technological equipment, by size, by pro-

cessing accuracy, by types of materials at different speed modes]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova* [Bulletin of Kalashnikov Izhevsk State Technical University]. 2018. Vol. 21, №. 3. Pp.79-84. (In Russ.).

22. Katz B.A. Sistema planovopredupreditel'nogo remonta: uroki istorii [System of scheduled preventive maintenance: lessons of history]. *Promyshlennyy servis* [Industrial Services]. 2013. №. 4(49). Pp.35-41. (In Russ.).

23. Antonenko I.N. Pochemu vasha sistema TOiR nuzhdayetsya v uluchshenii [Why your MRO system needs improvement]. *Ekonomika i zhizn'* [Economics and Life]. 2020. №. 31(9847). Pp.18-19. (In Russ.).

The article was received 10.05.2022

Accepted for publication 15.06.2022

For citation: Revenko N. F., Ivanova T. N., Mishchenkova O. V. Transformation of Approaches to the Organization of Maintenance and Repair of Machinery and Equipment. To the Centenary of the Planned Preventive Maintenance System. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Economics and Management*. 2022. No 2 (54). Pp. 35-46. DOI: <https://doi.org/10.25686/2306-2800.2022.2.35>

Information about the authors

Nikolai F. Revenko – Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at the Department of Management, Kalashnikov Izhevsk State Technical University. Research interests – economics and organization of maintenance and repair of equipment of industrial enterprises. Author of 226 publications.

Tatyana N. Ivanova – Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor of the Department of Oil and Gas Wells Drilling at the Oil and Gas Institute named after M.S. Gutseriev, Udmurt State University. Research interests – engineering technology, organization of production. Author of 195 publications.

Olga V. Mishchenkova – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of Training Highly Qualified Personnel, Kalashnikov Izhevsk State Technical University. Research interests – mathematical modeling, personnel training. Author of 50 publications.