

Научная статья
УДК 658.581

АНАЛИЗ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

**Михаил Валерьевич Кокин¹, Самвел Араратович Нурджанян²,
Сергей Николаевич Исаков³, Валерий Павлович Сиваков⁴**

¹⁻⁴ Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

^{1, 2} djumbus33@mail.ru

³ isakovsn@m.usfeu.ru

⁴ sivakovvp@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье описаны системы технического обслуживания и ремонтов. Представлены «плюсы» и «минусы» этих систем.

Ключевые слова: ТОиР, ремонты, поломки, аварии, эксплуатация

Для цитирования: Анализ систем технического обслуживания и ремонта / М. В. Кокин, С. А. Нурджанян, С. Н. Исаков, В. П. Сиваков // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 641–645.

Original article

ANALYSIS OF MAINTENANCE AND REPAIR SYSTEMS

**Mikhail V. Kokin¹, Samvel A. Nurdzhanyan², Sergey N. Isakov³,
Valery P. Sivakov⁴**

¹⁻⁴ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

^{1, 2} djumbus33@mail.ru

³ isakovsn@m.usfeu.ru

⁴ sivakovvp@m.usfeu.ru

Abstract. This article describes maintenance and repair systems and presents the pros and cons of these systems.

Keywords: maintenance and repairs, repairs, breakdowns, accidents, operation

For citation: Analiz sistem texnicheskogo obsluzhivaniya i remonta [Analysis of maintenance and repair systems] (2026) M. V. Kokin, S. A. Nurdzhanyan, S. N. Isakov, V. P. Sivakov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 641–645. (In Russ).

В современном мире множество механизмов, станков, технологического оборудования и т. д. Все это требует различного обслуживания и ремонта. Причем, в зависимости от стоимости, потенциальной опасности и др., выбирают различные виды системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) оборудования, которые представлены в табл. 1 [1].

Таблица 1

Системы ТОиР

Модели	Характер осуществляемых мероприятий	
	Реактивные	Превентивные
Стохастическая модель	I. Эксплуатация до отказа (послеаварийные ремонты)	II. Планово-предупредительные ремонты (ППР)
Детерминированная модель	III. Эксплуатация по фактическому техническому состоянию	IV. Проактивная система ТОиР

Все модели ТОиР разделяются на стохастические и детерминированные.

Стохастические (эксплуатация до отказа и планово-предупредительные ремонты) – это модели, в которых учитываются случайные факторы с описанием вероятностных характеристик тех или иных ситуаций (поломок, отказов и т. д). Модели могут быть непрерывные или дискретные.

Детерминированные (эксплуатация по фактическому техническому состоянию и проактивная система ТОиР) – это модели с математической и логической структурой с использованием строгих и однозначных зависимостей между параметрами и переменными. Они могут быть линейными или не линейными; статическими (не зависящих от времени) и динамическими (переменных по времени); с обратной связью и без нее.

По характеру осуществляемых мероприятий подразделяются на реактивные и превентивные.

Реактивные (эксплуатация до отказа и эксплуатация по фактическому техническому состоянию) воздействия.

Превентивные (планово-предупредительные ремонты и проактивная система) воздействия – это предупреждающие, предохранительные мероприятия (воздействия) на оборудование и с ним.

Рассмотрим более подробно [2] и «плюсы» и «минусы» этих систем.

I. Эксплуатация до отказа или послеаварийный ремонт. Характеризуется увеличением частоты отказов при увеличении интенсивности эксплуатации. Данный подход будет приниматься на небольших предприятиях с однотипным оборудованием и низкой стоимостью запасных частей. «Плюсы» и «минусы» представлены в табл. 2.

Таблица 2

«Плюсы» и «минусы» использования системы
послеаварийного ремонта

«Плюсы»	«Минусы»
– не проводятся плановые ремонты и обслуживания, оборудование планово не останавливается; – нет затрат на сбор данных обслуживаемого оборудования	– оборудование вырабатывает ресурс полностью; – отказы непредсказуемы; – сложно планировать затраты на ремонт, т. к. ремонт оборудования внеплановый; – увеличение количества запасных частей или резервного оборудования; – невозможность оценки причин выхода оборудования из строя; – большие стоимость и время ликвидации последствий аварий, например, заклинивший подшипник проворачивается на валу и (или) в корпусе или срезается цапфа и т. д.

II. Планово-предупредительные ремонты (ППР) – техническое обслуживание и ремонт, через заранее определенные интервалы времени (расстояние, продукции и т. д.). Периодичность определяется заводом изготовителем и (или) статистическими данными, полученными в процессе эксплуатации, а также расчетами по требуемой надежности оборудования (узла, станка и др.). «Плюсы» и «минусы» представлены в табл. 3.

Таблица 3

«Плюсы» и «минусы» использования системы ППР

«Плюсы»	«Минусы»
– наилучшие условия для планирования ТОиР (заранее известно время проведения ремонта перечня запчастей и т. д.); – сокращает количество аварийных простоев оборудования; – ремонт нескольких узлов за один раз; – планирование расходов на ремонт	– недоиспользование ресурса оборудования; – не исключены аварийные отказы; – из-за частых остановов на плановые ремонты увеличиваются простои оборудования

III. Эксплуатация по фактическому техническому состоянию – решение о проведении ремонта и его объеме принимаются на основании диагностики оборудования. Выбираются диагностические признаки и дается количественная оценка того или иного параметра. Численное значение сравнивается с нормативом из ГОСТ, справочников или рекомендаций завода-изготовителя. По периодическим замерам можно также спрогнозировать, зная скорость роста значения параметра, когда параметр выйдет за нормативные значения [3–5]. Период замеров будет определяться скоростью развития критических дефектов: быстро развиваемый (трещина или потеря устойчивости) или медленно развивающийся (износ, коррозия). Данный

подход требует значительных затрат времени на интерпретацию результатов диагностики, дорогостоящего диагностического оборудования и высокого уровня квалификации персонала, а значит дополнительные затраты на его обучение. «Плюсы» и «минусы» представлены в табл. 4.

Таблица 4

«Плюсы» и «минусы» использования системы эксплуатации по фактическому техническому состоянию

«Плюсы»	«Минусы»
– близкое к полному использованию ресурса оборудования; – минимизация вероятности аварийных отказов; – позволяет оптимизировать расходы на ремонт по сравнению с планово-предупредительным обслуживанием	– низкая эффективность при долгосрочном планировании запасных частей; – высокие требования к квалификации персонала; – необходимо современное измерительное оборудование или системы самодиагностики оборудования; – невозможность долгосрочного планирования

IV. Проактивная: активное упреждающее воздействие на оборудование.

Определяются необходимые ремонтные воздействия (центровка муфты) или техническое обслуживание (замена масла или фильтров) для снижения скорости развития неисправности (дефекта). Основанием для обслуживания узла является определение в нем катастрофического износа, а основанием для ремонта – ухудшение состояния одного узла, который приведет к повышенному износу смежного узла. «Плюсы» и «минусы» представлены в табл. 5.

Таблица 5

«Плюсы» и «минусы» использования проактивной системы обслуживания

«Плюсы»	«Минусы»
– минимизация вероятности аварийных отказов; – увеличение срока службы оборудования; – рациональный выбор времени, видов и объемов ТОиР; – снижает скорость развития критических неисправностей; – позволяет перейти к ремонту оборудования непосредственно перед его отказом	– высокие требования к квалификации персонала; – значительные объемы информации для аналитического анализа; – требует огромных затрат на организацию

Рассмотренные системы ТОиР применяются исходя из типа оборудования, уровня оснащенности и плюсов и минусов, описанных выше. Но любой подход не может исключить поломок оборудования из-за человеческого фактора.

Список источников

1. Родионов А. П., Родионова А. Л., Попов А. Л. Анализ надежности нефтепромыслового насосного оборудования // Наукосфера. 2025. № 3–1. С. 199–204.
2. Дрыгин М. Ю. Анализ систем технического обслуживания и ремонта горного оборудования // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 2 (148). С. 35–43.
3. Исаков С. Н. Разработка методов диагностики конструктивных элементов массоподводящих систем бумагоделательных машин : дис. ... канд. техн. наук / Сергей Николаевич Исаков. Екатеринбург, 2010. 145 с.
4. Дунаев А. А., Исаков С. Н., Куцубина Н. В. Диагностическая паспортизация технологического оборудования // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды III международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. С. 185–189.
5. Исаков С. Н., Куцубина Н. В. Диагностика технического состояния оборудования массоподводящей системы бумагоделательных машин // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2008. № 5. С. 58–59.