



Бережливый подход к обслуживанию медицинского оборудования

Применение метода TPM для минимизации простоев и
повышения эффективности использования оборудования.
Разработка планов обслуживания для различных видов
медицинского оборудования.



Почему простаивает дорогое оборудование

Каждая незапланированная остановка критически важной техники – это цепная реакция негативных последствий:

- Потерянное здоровье: Отложенная диагностика и лечение.
- Репутационный ущерб: Снижение доверия пациентов.
- Прямые убытки: Потери от простоев и аварийных ремонтов.

Факт: В среднем 5-12% рабочего времени медицинской техники – это простои в ожидании сервиса, что напрямую влияет на исходы лечения и безопасность.



TPM – всеобщий уход за оборудованием

Total Productive Maintenance (TPM) – это системный подход, объединяющий всех сотрудников для достижения общей цели.

Ключевые участники:

- Ремонтные службы
- Операторы оборудования (врачи, медсестры)
- Руководство

Цели TPM:

- Ноль простоев
- Ноль дефектов (например, брака снимков)
- Ноль несчастных случаев



8 видов потерь, связанных с оборудованием

- 1) **Ожидание** запасных частей или инженера.
- 2) **Лишние движения** при неоптимальной переналадке (смене датчиков).
- 3) **Перепроизводство** сервисных услуг (дублирующий сервис).
- 4) **Избыточная обработка** (ненужные профилактические выезды).
- 5) **Лишние запасы** (невостребованные запчасти на складе).
- 6) **Переделка** (повторная калибровка после некачественного ремонта).
- 7) **Нереализованный потенциал** сотрудников (поиск документации вместо основной работы).
- 8) **«Тихие» ошибки** (скрытые дефекты, влияющие на точность и безопасность).



Восемь столпов TPM в клинике

- 1) Автономное обслуживание: Оператор выполняет базовый уход.
- 2) Планово-предупредительные работы (ППР): Умный график ТО.
- 3) Целенаправленные улучшения (Кайдзен): Непрерывные малые улучшения.
- 4) Управление квалификацией: Системное обучение персонала.
- 5) Контроль качества обслуживания: Стандарты для всех сервисных работ.
- 6) Безопасность и экология: Интеграция вопросов безопасности в ТО.
- 7) TPM на этапе проектирования: Учет требований ТО при закупке.
- 8) Управление ранним жизненным циклом: Контроль монтажа и наладки.



Нормативная база ТРМ

Внедрение ТРМ опирается на существующую нормативную базу и лучшие практики:

- ГОСТ Р 56404-2021: Интеграция ТРМ в систему менеджмента бережливого производства (СМБП).
- ГОСТ Р 56020-2020: Единая терминология и определения.
- Приказ Минздрава №917н: Юридические аспекты технического обслуживания (ТО).
- ISO 13485:2016: Управление полным жизненным циклом медицинского оборудования.

Эти документы создают основу для построения эффективной и легитимной системы обслуживания.



Как измерять: OEE в рентген-кабинете

OEE (Overall Equipment Effectiveness) – Общая Эффективность Оборудования.

Формула: OEE = Доступность × Производительность × Качество

- Доступность: % времени, когда оборудование было готово к работе.
- Производительность: % от максимальной скорости работы.
- Качество: % исследований, выполненных без брака и повторов.

Пример: Доступность 87.5%, Производительность 71.4%, Качество 90%.

Итоговый OEE = $0,875 \times 0,714 \times 0,9 \approx 56\%$.

Цель ТРМ: Поднять OEE > 85% (мировой стандарт).



Категоризация оборудования по риску

ABC-анализ оборудования по принципу «критичность × вероятность отказа» для концентрации усилий.

- **Класс А (Высокий риск):** Жизнеобеспечение (ИВЛ, дефибрилляторы). Отказ может быть фатален.
Подход: Максимально жесткие протоколы ТО, двойной контроль.
- **Класс В (Средний риск):** Критичная диагностика (КТ, МРТ, ангиографы). Отказ ведет к задержке лечения.
Подход: Баланс планового ТО и предиктивной диагностики.
- **Класс С (Низкий риск):** Вспомогательное оборудование (насосы, мониторы).
Подход: Упор на автономное обслуживание и ремонт по факту.



План ТО для томографов (Класс В)

Эффективный план ТО сочетает автономный и профессиональный сервис.

- Ежесменно (оператор): Чек-лист (визуальный осмотр, индикация, чистота).
- Еженедельно (оператор): Очистка фильтров, тест с фантомом.
- Ежеквартально (инженер): Профессиональная инспекция и калибровка.
- Ежегодно (инженер): Плановый ремонт с заменой ресурсных деталей (например, рентгеновской трубки).

Результат: Снижение аварийных остановок КТ на 53% за год.



План ТО для аппаратов ИВЛ (Класс А)

Для оборудования класса А цена отказа – жизнь, поэтому план ТО максимально строгий.

- Ежедневно (медсестра): Проверка фильтров, герметичности контура, тест тревожной сигнализации.
- Ежемесячно (ст. медсестра/инженер): Тест на утечку воздуха, проверка клапанов.
- Полугодично (инженер): Инструментальный анализ точности подачи О₂.
- Регламентная замена: Замена ресурсных деталей строго по часам наработки или сроку службы, независимо от состояния.

Результат: Увеличение среднего времени безотказной работы с 1200 до 1850 часов.



Автономное обслуживание: первый и главный столп

Автономное обслуживание (*Autonomous Maintenance, AM*) – передача базовых задач по уходу за техникой от инженеров операторам.

Результат: До 70% мелких дефектов устраняются и предотвращаются силами персонала на местах.

Три кита успешного АМ:

- 1) Простые инструкции: СОПы в формате «одна страница» с фото.
- 2) Визуализация: Цветовая маркировка точек контроля (красный, желтый, зеленый).
- 3) Быстрый контроль: Прозрачные крышки, удобные индикаторы.



Инструмент цифрового канбана для ТО

Цифровой канбан – это виртуальная доска для управления потоком сервисных работ.

Статусы оборудования (цветовая кодировка):

- Зеленый: Готов к работе.
- Желтый: Скоро плановое ТО.
- Красный: Неполадка, аварийная заявка.
- Синий: Находится на обслуживании.

Эффект: Интеграция с системой управления ТО снижает время реакции инженеров на инцидент до 35% за счет мгновенных уведомлений и прозрачности.



Безопасность пациентов как KPI в TPM

TPM превращает клиническую безопасность в измеримый показатель (KPI).

Инструмент: Регламент «паузы безопасности» (Safety Stop) после любого технического вмешательства.

Процесс: Двойная независимая проверка критически важных параметров (например, калибровки дозы) перед допуском аппарата к работе.

Результат: Снижение риска дозовых ошибок более чем на 60%.

TPM использует принцип рока-yoke (защита от ошибок), чтобы сделать ошибку практически невозможной.



Экономический эффект клиники «Лидер»

Кейс – отделение лучевой диагностики.

Было: ОЕЕ = 58%.

Стало (за 1 год):

- ОЕЕ вырос до 82%.
- Количество отмен исследований ↓ на 37%.
- Прямая экономия бюджета 12,4 млн руб.

Затраты на внедрение: 380 тыс. руб. (обучение, маркировка).

Вывод: Возврат инвестиций (ROI) < 6 месяцев. ТРМ — это выгодное вложение, а не затраты.



Роли в TPM-команде

Для успеха TPM необходима четкая командная структура:

- Руководитель TPM-потока: Главный биомедицинский инженер, системный координатор.
- Лидеры АМ в отделениях: Опытные врачи/медсестры, наставники на местах.
- Кросс-функциональная группа улучшений: Команда (операторы, инженеры, ИТ) для решения конкретных проблем.
- Представитель поставщика: Сервисный партнер, вовлеченный в общую работу.

Все взаимодействия должны быть формализованы в регламенте.



Шаги внедрения TPM-проекта

- 1) Диагностика (2-4 нед.): Инвентаризация, ABC-анализ, расчет текущего ОЕЕ.
- 2) Подготовка (1 мес.): Обучение команды, выбор пилотного участка.
- 3) Пилот (3 мес.): Внедрение АМ и 5S на выбранном оборудовании.
- 4) Анализ (1 мес.): Расчет нового ОЕЕ, сбор обратной связи, корректировка.
- 5) Масштабирование (от 6 мес.): Постепенное тиражирование успешного опыта на всю клинику.

Принцип: «Медленно запрягаем, да быстро едем». Успех пилота – 80% успеха всего проекта.



Барьеры и их преодоление

- Психологический: «Это не моя работа»

Решение: Обучение, вовлечение, KPI.

- Технологический: Зоопарк IT-систем

Решение: Интеграционные платформы.

- Организационный: Непрозрачность поставщика

Решение: Партнерские договоры, оплата за работоспособность, а не за ремонт.



Цифровая профилактика: IoT, ИИ

Будущее ТО – за предиктивными (предсказательными) технологиями.

Интернет вещей (IoT):

- Что? – Датчики (вибрации, температуры) на ключевых узлах.
- Как работает? – Сигнализируют о возможном отказе за несколько дней до его наступления.

Пример: Датчик на подшипнике КТ позволяет провести плановый ремонт ночью, а не ждать аварии днем.

Искусственный интеллект:

- Что? – Анализ больших данных (логов) с оборудования.
- Как работает? – Предсказывает срок отказа деталей по косвенным признакам.



Визуальный менеджмент для ТО

Инструмент: Доска решения проблем в формате А3.

Процесс на одном листе:

- 1) Проблема: Краткое описание + фото.
- 2) Коренные причины: Анализ методом «5 почему».
- 3) Контрмеры: Что сделать, чтобы проблема не повторилась.
- 4) План действий: Кто, что, когда.
- 5) Проверка: Оценка эффективности решения.

Эффект: Сокращение времени на совещания и согласования до 25% за счет наглядности и общей вовлеченности.



Безопасность труда и экология

ТРМ интегрирует безопасность и экологию в процесс ТО.

- **Интегрированный аудит:** Регулярная проверка не только техники, но и уровней радиационной/электромагнитной безопасности.
- **Комбинированные чек-листы:** Объединение пунктов по ТО и охране труда (проверка заземления, СИЗ).
- **Экологическая безопасность:** Создание стандартов утилизации опасных отходов (масла, батареи, ресурсные детали).

Результат: Снижение нарушений охраны труда при ремонте на 40%.



Итог: TPM = Надёжность + Качество + Ценность

TPM трансформирует оборудование из источника риска в генератор ценности.

- Надёжность: Сокращение простоев, рост ОЕЕ.
- Качество: Снижение ошибок и повторных исследований.
- Ценность: Рост пропускной способности, улучшение финансовых показателей и, главное, повышение доверия пациентов.

Ключевая идея: Самое дорогое в оборудовании – это минуты егоостоя. Наша цель – свести их к нулю.



Ваш первый шаг уже сегодня

Практическое задание:

- 1) Выберите знакомый аппарат в вашем отделении.
- 2) Сфотографируйте его.
- 3) Найдите 3-5 точек для простого автономного обслуживания (фильтр, разъем, индикатор).
- 4) Обсудите с инженером возможность самостоятельного ухода.

Спасибо за внимание!