

<sup>1</sup>Шарипова А.С., <sup>1,2</sup>Курмангулов А.А., <sup>3</sup>Бойков В.А.

## ОБЗОР МЕТОДИК И ПРАКТИК ВНЕДРЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО МЕТОДА ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54;

<sup>2</sup>Тюменский кардиологический научный центр – филиал Томского национального исследовательского медицинского центра Российской академии наук, 625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 111;

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, 2

*В статье представлен обзор данных научной литературы о применении одного из основных методов бережливого производства – всеобщего обслуживания оборудования, рассматриваемого в специализированных иностранных источниках под аббревиатурой TPM – Total Productive Maintenance. В основе обзора лежат результаты экспериментальных и теоретических работ отечественных и зарубежных авторов за последние 20 лет. Выявлены потенциальные проблемы и риски внедрения всеобщего обслуживания оборудования в систему здравоохранения, а также определены возможности метода в рамках повышения эффективности функционирования медицинских организаций различных форм собственности.*

**Ключевые слова:** TPM, бережливые технологии, ресурсосберегающие технологии, эффективность, 5С, всеобщий уход за оборудованием, коэффициент общей эффективности оборудования, информационные технологии

<sup>1</sup>Sharipova A.S., <sup>1,2</sup>Kurmangulov A.A., <sup>3</sup>Boykov V.A.

## OVERVIEW OF METHODOLOGIES AND PRACTICES FOR INTRODUCING TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE IN HEALTHCARE SYSTEM

<sup>1</sup>Tyumen State Medical University, 54 Odesskaya Str., Tyumen, Russia, 625023;

<sup>2</sup>Tyumen Cardiology Research Center – a branch of the Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, 111 Melnikaite Str., Tyumen, Russia, 625026;

<sup>3</sup>Siberian State Medical University, 2 Moskovsky trakt str., Tomsk, Russia, 634050

*The article provides a review of scientific literature data on the application of one of the main methods of lean production – Total Productive Maintenance (TPM). The review is based on the results of experimental and theoretical work by domestic and foreign authors over the past 20 years. Possible problems and risks of introducing universal equipment maintenance into the healthcare system have been identified, and the possibilities of the method in improving the efficiency of the functioning of medical organizations of various forms of ownership have been identified.*

**Keywords:** TPM, lean technologies, resource-saving technologies, equipment effectiveness, 5S, Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, information technology

Проблема недостаточной эффективности использования медицинского оборудования актуальна как в России, так и в других государствах [1-3]. Исследование, проведенное международной командой исследователей в 2015-2017 годах, показало, что до 50-70% оборудование клиник в развитых странах либо полностью простаивает, либо не функционирует в должном объеме [4]. К ключевым причинам простоев оборудования большинство экспертов относят отсутствие должного технического обслуживания, несовершенство системы планирования закупок запасных частей и комплектующих материалов, а также несвоевременную поставку деталей [3-6]. При этом в экспериментальных работах

доказано, что до 80% поломок медицинского оборудования могут быть предотвращены за счет своевременного проведения профилактических мероприятий – правильного технического обслуживания и корректной эксплуатации оборудования [2, 7].

В настоящее время существуют различные технологии, направленные на повышение эффективности использования оборудования, но наиболее широко данная тема обсуждается в бережливом производстве, нацеленном на минимизацию всех видов потерь и повышение ценности услуги или продукта [8]. С точки зрения данной управленческой концепции, поддержание медицинского оборудования в исправном рабочем состоянии при регулярной эксплуатации сказывается на качестве, безопасности и, самое главное, доступности медицинской помощи [9]. Поэтому представляется актуальным изучение возможностей внедрения технологий всеобщего обслуживания оборудования в систему здравоохранения Российской Федерации.

**Цель.** Провести зондовый анализ экспериментальных и теоретических работ в области внедрения всеобщего обслуживания оборудования в систему здравоохранения.

**Материалы и методы.** Методологическую основу работы составили общенаучные методы: эмпирический метод, синергетический метод, догматико-юридический метод, системно-правовой метод и метод интерполяции. Поиск научных публикаций осуществлялся в научных базах данных Scopus, MedLine, The Cochrane Library, Web of Science, eLibrary, а также методом прямого запроса в поисковых системах Яндекс и Google. Ограничение по временному параметру составило 20 лет. В качестве маркеров поиска были использованы следующие ключевые слова и словосочетания: «всеобщее обслуживание оборудования», «всеобщий уход за оборудованием», «автономное обслуживание оборудования», «всеобщая эксплуатационная система», «бережливое оборудование», «TPM», «простой оборудования», «комплексное профилактическое обслуживание», «комплексная система высококачественной работы оборудования» и др. Ключевые поисковые термины использовались как в комбинации, так и по отдельности с использованием логических операторов. Было отобрано 73 источника литературы, которые и стали предметом исследования; 26 источников литературы, соответствующих цели исследования и рамкам выбранной области повествования, представлены в настоящей работе.

**Результаты и обсуждение.** Несмотря на наличие устоявшегося понятия всеобщего обслуживания оборудования, в российской научной среде используются и другие определения данного метода бережливого производства: всеобщий уход за оборудованием, автономное обслуживание оборудования, всеобщая эксплуатационная система и др. [6, 7]. В то же время в специализированных иностранных источниках в подавляющем большинстве случаев всеобщее обслуживание оборудования рассматривается под аббревиатурой TPM – Total Productive Maintenance [2, 10].

Всеобщее обслуживание оборудования в различных отраслях, в том числе и в здравоохранении, в качестве ресурсосберегающей технологии активно изучают как зарубежные, так и отечественные авторы. При этом проведенный литературный анализ показал, что возможности всеобщего обслуживания оборудования как метода бережливого производства для устранения потерь в системе здравоохранения рассматриваются исключительно в теоретической плоскости без проведения каких-либо оценочных или экспериментальных исследований по определению эффективности предлагаемых решений [2-4, 7].

Из-за отсутствия утвержденной единой методики внедрения всеобщего обслуживания оборудования во многих публикациях внимание исследователей сконцентрировано на представлении и апробировании либо известных алгоритмов, либо авторских интерпретаций существующих методик, либо полностью оригинальных операционных процедур внедрения данного метода бережливого производства. Так, Князюк Н.Ф. в статье «Перспективы внедрения TPM в здравоохранении» (2011 г.) рассмотрела возможности внедрения всеобщего ухода за оборудованием на примере иркутского диагностического центра [6]. На первых этапах автор предложила разработать электронную систему технического обслуживания и ремонта оборудования, состоящую из трех элементов: электронные заявки на устранение неисправностей оборудования для инженерно-технического отдела, план профилактических работ и анализ аварийных ситуаций. В статье показана модель внедрения всеобщего обслуживания оборудования в конкретную медицинскую организацию и даны общие рекомендации по использованию метода в системе здравоохранения. В то же время в данной работе не представлена информация о том,

проводилась ли какая-либо оценка эффективности внедрения электронной системы технического обслуживания и ремонта оборудования.

В другой работе описаны результаты анализа текущего процесса организации технического ремонта и обслуживания медицинского оборудования [11]. Автор построил функциональную модель технического обслуживания, выполнил декомпозицию на подзадачи и обосновал необходимость разработки программного обеспечения.

Во многих публикациях всеобщее обслуживание оборудования рассматривается в проблемном ключе. Так, статья С.В. Нанинец, опубликованная в 2016 году, посвящена анализу существующих недостатков внедрения всеобщего обслуживания оборудования [12]. Исследователь акцентирует внимание на дефиците специалистов с компетенциями разработки эффективных планов поддержания функциональной способности оборудования и отсутствии системы обучения работников повышению производительности труда за счет внедрения ресурсосберегающих технологий. Также автор статьи отмечает часто допускаемые управленческие ошибки, когда участники трансформационных изменений ожидают быстрых результатов внедрения всеобщего обслуживания оборудования, а также необходимость вложения дополнительных материальных затрат и сложности в изменении корпоративной культуры работников к имеющемуся оборудованию. Несмотря на предлагаемые пути решения выявленных проблем, в статье не дается статистических данных, характеризующих изменения организации при решении существующих проблем предложенными способами. При этом представляется вполне перспективной высказанная автором идея о необходимости постоянной фиксации результатов и их сравнении, фотографировании визуальных улучшений, что, в конечном итоге, позволит создать и вести статистику поломок, простоев, а также объективно оценить результаты внедрения всеобщего обслуживания оборудования в деятельность медицинской организации.

В другой публикации все ограничивающие процесс внедрения всеобщего обслуживания оборудования факторы было предложено разделить на внешние и внутренние [13]. К внешним факторам авторы исследования отнесли недостаток информации о применении концепции бережливого производства на практике и отсутствие единых правил внедрения метода, а к внутренним – нежелание менеджмента внедрять новые технологии и отсутствие мотивации среди работников к изменениям сложившегося набора трудовых функций. В статье особое внимание уделяется проблеме неправильного понимания основными стейкхолдерами идеологии и основных принципов концепции бережливого производства. Представленные авторами аргументы, а также данные других исследователей позволяют говорить о том, что при внедрении отдельных методов бережливого производства и в целом данной управленческой концепции критически важна вовлеченность руководства и персонала в повышение эффективности деятельности медицинской организации [14, 15]. В специализированных базах данных имеются работы, в которых доказана прямая корреляционная связь между степенью внедрения всеобщего обслуживания оборудования и уровнем мотивации коллектива организации [16, 17].

Ученые из Сибирского государственного университета геосистем и технологий в 2018 году провели исследование эффективности использования медицинского оборудования на примере новосибирской офтальмологической клиники [1]. Анализ позволил выявить причины простоя оборудования, к которым были отнесены недостаточность планирования закупки запасных частей и комплектующих, несвоевременная поставка и отсутствие подготовленных специалистов по обслуживанию медицинского оборудования. Авторы пришли к выводу, что для повышения эффективности использования оборудования необходимо: провести обучение персонала, занимающегося обслуживанием оборудования; создать систему сбора и реализации новаторских предложений специалистов, работающих с медицинским оборудованием; проанализировать показатели эффективности работы оборудования. Такими показателями, по мнению авторов статьи, являются производительность оборудования, техническая готовность и срок использования. Аналогичные выводы можно обнаружить в ряде других отечественных и зарубежных работ [6, 9-11].

Одним из наиболее обсуждаемых в научной литературе показателей эффективности обслуживания оборудования является коэффициент общей эффективности оборудования – Overall Equipment Effectiveness (ОЕЕ), позволяющий выявить потери и причины неэффективности работы оборудования

[18, 19]. Среди российских ученых коэффициент ОЕЕ был подробно рассмотрен в 2017 году Мартиросяном А.Т. на примере производственного оборудования [7]. Автор отмечает, что коэффициент ОЕЕ должен использоваться в качестве одного из ключевых показателей производительности (в англ. – Key Performance Indicators, или KPI) деятельности любой организации, независимо от профиля деятельности и формы собственности, так как позволяет проводить мониторинг эффективности работы оборудования, без которого невозможен переход к стратегии ремонта по состоянию. В данной работе можно найти подходы к техническому обслуживанию и ремонту оборудования. В то же время следует обратить внимание на то, что автор делает выводы о применимости показателя ОЕЕ на примере производственных процессов и промышленных объектов. В настоящее время в литературе преобладают статьи с описанием данного показателя в областях, не связанных со здравоохранением [20, 21]. Учитывая активное внедрение методов и инструментов бережливого производства в систему здравоохранения РФ, представляется перспективной валидация расчета и анализа показателя ОЕЕ для медицинских организаций.

На общем фоне теоретических работ выделяется исследование коллектива авторов, в котором имеются фактические количественные данные, свидетельствующие об эффективности проведения обслуживания и ремонта техники с помощью технологий всеобщего обслуживания оборудования [16]. Так, исследователями показано увеличение за три месяца коэффициента ОЕЕ с 58% до 85%, количества рационализаторских предложений по отдельным улучшениям – на 158%. Для достижения данных показателей были созданы рабочие группы, участники которых осваивали технологию осуществления самостоятельного обслуживания оборудования.

Коллективом авторов во главе с Л.А. Басовым при проведении исследования в 2022 году были выявлены проблемы учета технического состояния оборудования в медицинских организациях Архангельска, заключающиеся в несвоевременном заполнении журналов технического обслуживания и уничтожении их после истечения срока [22]. Это, по мнению исследователей, приводит к невозможности отслеживания истории остановок, в том числе в результате поломок конкретного оборудования. Авторы считают, что именно анализ истории неисправностей оборудования позволяет в дальнейшем эксплуатировать его более рационально, в то время как электронный журнал технического обслуживания дает возможность хранить информацию за неограниченный период и своевременно реагировать на возникающие проблемы. В то же время недостатками электронного журнала являются потенциальные расходы на разработку электронной системы, необходимость технического обеспечения и возможные непредвиденные остановки программы. Следует обратить внимание, что в настоящее время в РФ необходимость ведения журнала технического обслуживания на бумажном носителе, так же как и, в принципе, на любом носителе, не закреплена законодательно. Поэтому идею использования электронного журнала по техническому обслуживанию оборудования можно считать перспективной. Более того, в настоящее время в специализированной литературе имеются работы, в которых показан успешный опыт использования информационных технологий в области отчетности обслуживания оборудования [9, 20]. Одной из таких работ является статья Е.А. Хайрулиной «Учет работы медицинского оборудования как форма систематизации деятельности медицинской организации» (2022 г.), в которой представлен опыт реализации внутреннего пилотного проекта автоматизации процесса обслуживания оборудования в тюменской больнице с применением специализированной информационной системы KIPACTIVE [23]. Автор выделил преимущества пользования цифровой системы обслуживания оборудования: единая система оборудования, возможность анализа состояния медицинского оборудования в режиме 24/7, в том числе за счет мобильной версии программы, экономия времени персонала и возможность синхронизации работы приложения с персональным компьютером. В данной публикации имеются результаты внедрения информационной системы: ряд показателей возрос до 100%. Перспективным предложением автора можно считать нанесение индивидуальных QR-кодов на каждое оборудование. Посредством их считывания с помощью мобильного телефона работники могут сразу анализировать состояние оборудования и, в случае необходимости, оформлять заявку на ремонт.

Среди немногочисленных иностранных исследований следует остановиться на работе Тамера Х. Хаддада и Айхама А.М. Джаарона, которые в 2012 году изучали реализацию программы ТРМ в

здравоохранении [24]. Исследование было проведено в крупной больнице Иордании, в ходе которого с помощью интервью, анализа документации и наблюдений было изучено текущее состояние процесса обслуживания оборудования и разработана методология внедрения его всеобщего обслуживания. Основная идея ресурсосбережения заключалась в возможности работников восстанавливать некоторые неисправности на своих местах без привлечения внешних агентов и компаний.

Индийский ученый Джей Невил С Анил Бабу Ход поделился опытом внедрения всеобщего обслуживания оборудования в разные области промышленности, а также в стоматологическую и фармацевтическую практику и др. [10]. Автор обратил внимание, что базовой программой, предшествующей внедрению ТРМ, должна считаться организация рабочего пространства по методу 5S, объектом которой в здравоохранении могут выступать: рабочее пространство, рабочее место или только рабочая зона отдельных специалистов. Внедрение метода 5S в медицинские организации способствует улучшению условий труда и повышению производительности труда медицинского персонала и медицинского оборудования, качества оказания медицинских услуг, а также повышению вовлеченности персонала в процессы улучшения рабочего пространства и формирования «бережливого мышления» [25].

Шахрияр Ирфан Вирк с соавторами из Пакистана в работе 2020 года пришел к выводу, что традиционная методика расчета ОЕЕ не обеспечивает полного понимания процесса и не отражает реальную эффективность оборудования [26]. В качестве альтернативного варианта авторы предложили рассматривать показатель общей ресурсоэффективности (в англ. Overall Production Effectiveness, или OPE), производного от ОЕЕ и учитывающего другие факторы (логистика, рабочая сила). В то же время недостатком измененной формулы является то, что и она не является универсальной для системы здравоохранения.

Таким образом, на основе анализа источников литературы можно определить потенциальные риски внедрения всеобщего обслуживания оборудования в систему здравоохранения РФ: недостаток информации о применении концепции на практике; отсутствие единой инструкции к внедрению; отсутствие привлечения специалистов; ожидание быстрых результатов; сложность в изменении отношения работников к работе и оборудованию; нежелание организации внедрять новые технологии; нежелание воспринимать информацию (отсутствие мотивации руководства и персонала); отсутствие фиксации изменений / улучшений, даже незначительных; вложение дополнительных материальных затрат.

Проведенное исследование имеет ряд ограничений. В статье представлены фактические данные ограниченного числа работ. Формирование какого-либо полноценного мета-анализа на предмет изучения эффективности внедрения всеобщего обслуживания оборудования в настоящих условиях не представляется возможным по причине отсутствия единой, или хотя бы схожей, методики применения данного метода бережливого производства. Другим ограничением исследования можно назвать отсутствие полноценных статистических данных оценки эффективности внедрения всеобщего обслуживания оборудования в условиях конкретных медицинских организаций. Большинство найденных в различных отечественных и зарубежных базах данных работ относятся к категории экспертных, к которым невозможно применить количественные методы анализа.

В качестве перспективных направлений дальнейшего исследования в данной области можно отметить проведение медико-экономического анализа эффектов внедрения всеобщего обслуживания оборудования, а также научное обоснование наиболее эффективной модели обеспечения бесперебойного функционирования оборудования, прежде всего анализа возможностей ресурсосберегающих технологий.

**Заключение.** На сегодняшний день недостаточная эффективность использования оборудования в здравоохранении остается актуальной проблемой. Анализ публикаций отечественных и зарубежных авторов позволяет говорить о том, что вопросы о релевантности показателей использования медицинского оборудования и оценки производственной нагрузки оборудования в области здравоохранения изучены недостаточно. В то же время большинство экспертов и исследователей данной темы приходят к выводу, что организация обслуживания оборудования, анализ состояния оборудования, планово-

предупредительные работы, контроль обслуживания может существенно влиять на квалиметрические показатели процесса оказания медицинской помощи.

### **Сведения о финансировании исследования и о конфликте интересов**

Авторы заявляют об отсутствии спонсорской поддержки при проведении исследования.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Сведения о вкладе каждого автора в работу**

Концепция и дизайн исследования — Шарипова А. С., Бойков В. А.

Сбор материала — Шарипова А. С., Курмангулов А. А.

Написание текста — Курмангулов А. А., Шарипова А. С., Бойков В. А.

Редактирование — Курмангулов А. А., Шарипова А. С.

Утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи — Бойков В. А., Курмангулов А. А., Шарипова А. С.

### **Долевое участие каждого автора:**

Шарипова А. С. — 40%

Курмангулов А. А. — 30%

Бойков В. А. — 30%

### **Список литературы:**

1. Булава Е.В., Ушакова Е.О. Эффективность использования медицинского оборудования. Интерэкспо Гео-Сибирь. 2018. 9. 241-245.
2. Alkhalidi R.Z., Abdallah A.B. Lean management and operational performance in health care: Implications for business performance in private hospitals. International Journal of Productivity and Performance Management. 2019. 69 (1). 1-21.
3. Зуенкова Ю.А. Жизненный цикл оборудования в медорганизации: этапы, аудит, состояние. Здоровоохранение: журнал для управления качеством медицинской организацией. 2017. 4. 86-93.
4. Зимакова Л.А., Овчинников И.В., Север А.С. Этапы внедрения концепции бережливого производства в медицинские организации. Научный результат. Экономические исследования. 2019. 5 (1). 20-32.
5. Савельева О.В., Шапиро С.Р., Никифоров А.И. Актуальность внедрения бережливого менеджмента в здравоохранении. OlymPlus. Гуманитарная версия. 2021. 2 (13). 81-85.
6. Князюк Н.Ф. Перспективы внедрения TPM (Total Productive Maintenance) в здравоохранении. Acta Biomedica Scientifica. 2011. 1-1. 262-265.
7. Мартиросян А.Т. Показатель эффективности обслуживания оборудования в системе ключевых показателей производительности. Вестник евразийской науки. 2017. 6 (43).
8. Курмангулов А.А., Крошка Д.В., Булычева Е.А. Основные правила пространственного размещения навигации в медицинской организации, оказывающей помощь при стоматологических заболеваниях. Институт стоматологии. 2021. 3 (92). 66-68.
9. Гончарова Ю.М. Внедрение принципов бережливого производства в здравоохранение и фармацевтическую отрасль. Бюллетень науки и практики. 2022. 8 (2). 167-175.
10. J. Nv. S Anil Babu Hod. A review - whole productive safeguarding. Anveshana's International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences. Aijreas volume 1, issue 7. (ISSN-2455-6300). 2016.
11. Кузнецов О.Ю. Актуальные проблемы и пути решения организации технического обслуживания и ремонта медицинского оборудования. Шаг в науку. 2020. 4. 38-41.
12. Нанинец С.В. Проблемы внедрения системы всеобщего ухода за оборудованием (TPM) на производстве. Вестник молодежной науки. 2016. 1 (3).
13. Борисенко И.Л., Фомин М.С. Проблема внедрения Бережливого производства в России. ЭКОНОМИНФО. 2017. 1-2.

14. Silva Â., Alves W., Rodrigues H.S. Fostering the lean approach as a sustainable strategy: challenges from portuguese companies. *International Journal for Quality Research*. 2022. 16 (2). 653-664.
15. Vaz E. et al. The value of TPM for Portuguese companies. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. 2023. 29 (1). 286-312.
16. Бабаева Ю.А., Волоконский Ф.В. Анализ способа проведения обслуживания и ремонта оборудования с помощью методики TPM. *StudNet*. 2021. 1.
17. Peimbert-García R.E. et al. Assessing the state of lean and six sigma practices in healthcare in Mexico. *Leadership in Health Services*. 2019. 32 (4). 644-662.
18. Nerito P., Sunardhi B.S., Yustiawan T. Overall Equipment Effectiveness (OEE) to Determine the Effectiveness of Dental Chair Unit in Mother and Child Hospital at Surabaya. *Medico-Legal Update*. 2020. 20 (2).
19. Mkalaf K. A., Al-Hadeethi R. H., Gibson P. Application of Overall Equipment Effectiveness for Optimizing Ventilator Reliability in Intensive Care Units and Emergency Departments. *Journal of Techniques*. 2023. 5 (2). 187-196.
20. Ng Corrales L.C. et al. Overall equipment effectiveness: systematic literature review and overview of different approaches. *Applied Sciences*. 2020. 10 (18). 6469.
21. Юдин Р.А. Повышение эффективности производственной системы за счёт бережливого производства. *Интернаука*. 2023. 14-3 (284). 52-54.
22. Басова Л.А., Лабутина Н.О., Аликберова М.Н., Хорева О.В. Управление медицинским оборудованием при разработке электронного журнала его технического обслуживания. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022. 5-2 (119). 108-113.
23. Хайрулина Е.А. Учет работы медицинского оборудования как форма систематизации деятельности медицинской организации. *Университетская медицина Урала*. 2022. 4 (31). 67-69.
24. Хаддад Т., Джарон Айхам А.М. Бережливый TPM для медицинских учреждений: методология внедрения. *Международная конференция общества управления производством и операциями. POMS-НК*. 2012.
25. Курмангулов А.А., Решетникова Ю.С., Шевелева О.Е., Бажухина А.Д. Требования к организации рабочего места медицинского персонала при внедрении метода 5S бережливого производства. *Вестник Ивановской медицинской академии*. 2019. 24 (1). 42-46
26. Virk S.I. et al. Review of Total Productive Maintenance (TPM) & Overall Equipment Effectiveness (OEE) Practices in Manufacturing Sectors. *Proceedings of the International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh*. 2020.

#### References:

1. Bulava E.V., Ushakova E.O. The effectiveness of the use of medical equipment. *Interexpo Geo-Siberia*. 2018. 9. 241-245. in Russian.
2. Alkhalidi R.Z., Abdallah A.B. Lean management and operational performance in health care: Implications for business performance in private hospitals. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 2019. 69(1). 1-21.
3. Zuenkova Yu. A. Life cycle of equipment in a medical organization: stages, audit, state. *Zdravookhraneniye: journal for quality management of a medical organization*. 2017. 4. 86-93. in Russian.
4. Zimakova L.A. Ovchinnikov I.V., Sever A.S. Stages of implementation of the concept of lean production in medical organizations. scientific result. *Economic research*. 2019. 5(1). 20-32. in Russian.
5. Savelyeva O.V., Shapiro S.R., Nikiforov A.I. The relevance of the implementation of lean management in healthcare. *OlympPlus. Humanitarian version*. 2021.2(13). 81-85. in Russian.
6. Knyazyuk N.F. Prospects for the introduction of TPM (Total Productive maintenance) in healthcare. *Acta Biomedica Scientifica*. 2011. 1-1. 262-265. in Russian.
7. Martirosyan A. T. Indicator of equipment maintenance efficiency in the system of key performance indicators. *Bulletin of Eurasian Science*. 2017. 6 (43). in Russian.

8. Kurmangulov A.A., Kroshka D.V., Bulycheva E.A. Basic rules for the spatial placement of navigation in a medical organization providing care for dental diseases. Institute of Dentistry. 2021. 3 (92). 66-68. in Russian.
9. Goncharova Yu.M. Implementation of lean manufacturing principles in the healthcare and pharmaceutical industries. Bulletin of science and practice. 2022. 2. 167-175. in Russian.
10. J. Nv. S Anil Babu Hod. A review - whole productive safeguarding. Anveshana's International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences. Aijreas volume 1, issue 7. (ISSN-2455-6300). 2016.
11. Kuznetsov O.Yu. Actual problems and ways of solving the organization of maintenance and repair of medical equipment. step into science. 2020. 4. 38-41. in Russian.
12. Naninets S.V. Problems of implementation of the system of general maintenance of equipment (TPM) in production. Bulletin of youth science. 2016. 1(3). in Russian.
13. Borisenko I.L., Fomin M.S. The problem of implementing Lean production in Russia. ECONOMINFO. 2017. 1-2. in Russian.
14. Silva B., Alves W., Rodrigues H.S. Fostering the lean approach as a sustainable strategy: challenges from portuguese companies. International Journal for Quality Research. 2022. 16. (2). 653-664.
15. Vaz E. et al. The value of TPM for Portuguese companies. Journal of Quality in Maintenance Engineering. 2023. 29(1). 286-312.
16. Babaeva Yu.A., Volokonsky F.V. Analysis of the method of maintenance and repair of equipment using the TPM methodology. Studnet. 2021. 1. in Russian.
17. Peimbert-Garcia R.E. et al. Assessing the state of lean and six sigma practices in healthcare in Mexico. Leadership in Health Services. 2019. 32(4). 644-662.
18. Nerito P., Sunardhi B.S., Yustiawan T. Overall Equipment Effectiveness (OEE) to Determine the Effectiveness of Dental Chair Unit in Mother and Child Hospital at Surabaya. Medico-Legal Update. 2020. 20(2).
19. Mkalaf K.A., Al-Hadeethi R.H., Gibson P. Application of Equipment Overall Effectiveness for Optimizing Ventilator Reliability in Intensive Care Units and Emergency Departments. Journal of Techniques. 2023.5(2). 187-196.
20. Ng Corrales L.C. et al. Overall equipment effectiveness: systematic literature review and overview of different approaches. Applied Sciences. 2020. 10(18). 6469.
21. Yudin R.A. Improving the efficiency of the production system through lean manufacturing. Interscience. 2023.14-3(284). 52-54.
22. Basova L.A., Labutina N.O., Alikberova M.N., Khoreva O.V. Management of medical equipment in the development of an electronic log of its maintenance. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. 2022. 5-2 (119). 108-113. in Russian.
23. Khairulina E.A. Accounting for the operation of medical equipment as a form of systematization of the activities of a medical organization. University medicine of the Urals. 2022. 4 (31). 67-69. in Russian.
24. Haddad T., Jaron Ayham A.M. Lean TRM for medical institutions: implementation methodology. International Conference of the Society for Production and Operations Management. POMS-HK. 2012. in Russian.
25. Kurmangulov A.A., Reshetnikova Yu.S., Sheveleva O.E., Bazhukhina A.D. Requirements for the organization of the workplace of medical personnel when implementing the 5S method of lean production. Bulletin of the Ivanovo Medical Academy. 2019. 24(1). 42-46. in Russian.
26. Virk S. I. et al. Review of Total Productive Maintenance (TPM) & Overall Equipment Effectiveness (OEE) Practices in Manufacturing Sectors. Proceedings of the International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh. 2020.