

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕМОТНЫХ СЛУЖБ ПРЕДПРИЯТИЙ, КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ОБОРУДОВАНИЯ

Евгений Владимирович ФЕДОСЕЕВ^а*, Михаил Георгиевич ЛАГУТКИН^б

^а кандидат технических наук, заместитель директора по производству,
АО «МХК «ЕвроХим», Москва, Российская Федерация
e.fedoseev@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

^б доктор технических наук, профессор кафедры аппаратного оформления
и автоматизации технологических производств,
Московский политехнический университет (Московский Политех), Москва, Российская Федерация
lag53@yandex.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 9351-0480

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 26.02.2019
Получена в доработанном
виде 14.03.2019
Одобрена 22.03.2019
Доступна онлайн 26.04.2019

УДК 658.5
JEL: C38, M11

Ключевые слова:

ремонтная служба,
техническое обслуживание
и ремонт, классификация
и кластеризация, база
данных оборудования,
дефекты и отказы

Аннотация

Предмет. Классификация данных о состоянии оборудования играет важную роль в организации единого информационного пространства и эффективного управления активами крупного промышленного предприятия. Задачи классификации и кластеризации информации об оборудовании рассмотрены в контексте прикладного исследования в области системного (комплексного) подхода к совершенствованию организации и управления ремонтными службами, обеспечивающими эксплуатацию сложных инженерных объектов.

Цели. Разработка подхода к сбору и обработке данных в целях получения практической информации о структуре оборудования, его дефектных узлах и деталях, технико-экономических последствиях разгрузки и остановки производств и использования ее для разработки предупреждающих мероприятий и определения приоритетных областей совершенствования ремонтных служб.

Методология. Используются общенаучные методы исследования, основанные на базовых положениях теории классификации и кодирования, кластерного анализа и реляционных баз данных, теорий систем и нечетких множеств, теории управления, надежности техники и других инженерных дисциплин.

Результаты. Разработана и апробирована система классификаторов для структурирования базы данных оборудования по конструктивно-функциональным признакам, принадлежности к заводским службам и надзорным органам, с ранжированием по расположению, технологической значимости и информации о надежности. Предложенный подход к классификации, кластеризации и кодированию данных позволяет применять современные методы оценки эффективности и организации технического обслуживания и ремонта оборудования крупных предприятий.

Выводы. Классификация оборудования, причин и последствий дефектов, корректирующих мероприятий и областей совершенствования ремонтных служб – сложная кросс-функциональная задача научно-прикладного характера, которая решается специальными методами персоналом производства совместно с экспертами в области инженерных дисциплин и операционного менеджмента, под управлением руководства предприятия с учетом корпоративной и операционной стратегий.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Федосеев Е.В., Лагуткин М.Г. Совершенствование ремонтных служб предприятий, классификация данных о состоянии оборудования // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2019. – Т. 18, № 4. – С. 738 – 755.
<https://doi.org/10.24891/ea.18.4.738>

Переход от решения технико-экономических задач ремонтных служб к проблемам организации и управления системой технического обслуживания и ремонта (ТОиР) крупных промышленных предприятий потребовал проведения дополнительных научно-практических исследований в области сбора и обработки первичных (исходных) данных о состоянии оборудования.

Обзор публикаций в области ТОиР оборудования показал, что разработка научно обоснованной методики повышения эффективности ремонтных служб предприятий существенно затруднена междисциплинарными различиями подходов инженеров, экономистов и управленцев, разобщенностью теоретиков и практиков, а также терминологической и методологической несогласованностью подходов к исследованию надежности отдельных узлов, оборудования и сложных организационно-технических систем (агрегатов, цехов, предприятий, холдингов). В практических условиях эксплуатация оборудования ведется под действием влияния экономических, экологических, социальных и прочих факторов, являющихся неотъемлемой частью функционирования крупных промышленных предприятий в современных условиях ведения хозяйственной деятельности.

Современная теория надежности техники предусматривает учет и анализ не только функциональных и фактических отказов, но и параметрических (частичных) и даже потенциальных (своевременно выявленных). Проактивный и риск-ориентированный подходы к организации ТОиР предполагают проведение анализа критичности и последствий отказов с учетом потерь товарной продукции и дополнительных затрат на текущую деятельность по причине остановок и разгрузок производства, выполнения неплановых работ по диагностике и ремонту оборудования. Первый фактор привел к многократному росту количества учитываемых данных о предельных состояниях оборудования (дефекты, неполадки и неисправности, отказы), второй – к существенному изменению их качества (влияние на структуру и величину затрат,

прибыль, качество продукции, безопасность производства и пр.).

Необходимость обработки такого количества и качества исходных данных об оборудовании привела к вовлечению в сбор, анализ и последующее использование этой информации не только эксплуатационный персонал технологических и ремонтных служб предприятий, но и бухгалтеров, экономистов, а также специалистов подразделений по охране труда, промышленной безопасности и экологии. В конкурентных условиях рыночной экономики первичные данные о состоянии оборудования должны не только позволять эффективно принимать оперативные управленческие решения в области безопасной эксплуатации инженерных объектов, но и создавать комплексную базу данных, обеспечивающую функционирование информационно-вычислительной системы, направленную на формирование альтернативных вариантов функционирования ремонтных служб и предприятий в целом. Таким образом задача оценки технического состояния оборудования из инженерной области надежности техники переходит в область управленческого учета и анализа в системе управления предприятий.

Нами изложены некоторые страновые, отраслевые и ситуативные особенности сбора и обработки данных о состоянии оборудования при решении задач сортировки информации и составлении баз данных оборудования для организации системного (комплексного) подхода к совершенствованию ремонтных служб предприятий.

Необходимость развития понятийного аппарата, дополнительного изучения проблем обработки и структурирования информации о надежности обусловлена значительным ростом количества и качества эксплуатационных данных о состоянии сложных инженерных систем. Потребность в классификации данных о системах практически любой сложности возникла при решении прикладных задач управления действующими ремонтными службами крупных промышленных предприятий с

учетом организационно-технической специфики управляемых объектов, нормативно-правовых требований, предъявляемых к эксплуатации опасных производств и некоторых других аспектов организационно-экономического характера.

Под классификацией подразумевается процесс упорядочения или распределения объектов (наблюдений) по классам для отражения отношений между ними. То есть класс – это множество объектов, имеющих определенный общий признак, отличающий эту совокупность от других объектов. Кластеризация – процесс разбиения заданной выборки объектов (наблюдений) на непересекающиеся подмножества, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно различались. Одной из целей кластеризации является понимание данных путем выявления кластерной структуры. Разбиение наблюдений на группы схожих объектов позволяет упростить дальнейшую обработку данных и принятие решений, применяя к каждому кластеру свой метод анализа [1].

Классификации рассматриваются как средство анализа и обработки статистической информации для снижения размерности анализируемого признакового пространства, что позволяет перейти от исходного набора показателей к небольшому количеству вспомогательных переменных. Термин «классификация» в статистике может употребляться в двух случаях: как метод упорядочивания, анализа, хранения и эффективного поиска информации или как средство научного поиска, позволяющего разделить исходную совокупность на однородные группы¹ [1]. Выделяют иерархические, фасетные и дескрипторные классификаторы, каждый из которых имеет свои особенности (области применения), достоинства и недостатки. При классификации большого объема

характеристик (факторов) сложных систем, рациональная комбинация этих классификационных систем позволяет использовать преимущества каждой из них, нивелируя недостатки.

Совокупность существенных характеристик (атрибутов) сложных технических (инженерных) систем при анализе эффективности их ТОиР по данным о надежности входящих в состав элементов (оборудования) включает информацию об этом оборудовании (особенности конструкции, эксплуатации и ремонта; влияние на производство и др.) и возникающих на нем дефектах (виды, причины, последствия и др.). Чем больше признаков будет выделено, тем более точно будет выполнена кластеризация, которая позволит перейти от интуитивных методов анализа выборки данных о состоянии оборудования к использованию научно-обоснованных алгоритмов.

В настоящее время разработано множество подходов к классификации и кластеризации данных, существует достаточно более или менее удачных примеров их применения для сортировки оборудования, дефектов, причин и мероприятий в области надежности, ТОиР и диагностики. Чаще других недостатков известные до настоящего времени классификаторы не позволяют выполнить сбор и первичную обработку информации о надежности оборудования по причине разобщенности технических и управленческих задач при их разработке. С их использованием невозможно выполнить интеграцию научных и практических подходов к ТОиР, а также обеспечить равнозначность важности первичного разделения и последующей интеграции технических служб между собой (технологи, механики, строители, энергетики, метрологи-прибористы). За рамками технических исследований, как правило, не учитываются современные подходы параметрической надежности к учету и анализу предельных состояний систем и входящих в их состав элементов. При исследовании проблем в области организации и управления ТОиР часто упускаются

¹ Аверченко В.И., Жога В.Л. Автоматизация процедур кластеризации технических объектов на основе использования самоорганизующейся нейронной сети // Вестник компьютерных информационных технологий. 2005. № 6. С. 2–7.

конструктивные и функциональные особенности оборудования, не делается различий в базовых способах образования классов технических объектов² [2]: внешняя (требования задачи классификации), экспертная (основанный на анализе целей выбора) и экспериментальная кластеризация (группировка) объектов относительно заданных свойств и т.д.

Безусловно, исследуя вопросы эффективности ТОиР и классификации первичных данных о надежности оборудования, необходимо учитывать данные комплексных работ в области организации и управления ремонтными службами³, результаты которых могут быть полезны для решения поставленной задачи, но требуют отраслевой адаптации и ситуативной – под задачи конкретного исследования в условиях действующего производства. Любая классификация, в том числе предложенная нами, не лишена недостатков, поэтому очень важно понимать, для решения каких задач она разработана, ее область применения, принятые допущения и ограничения.

Нами приведены элементы классификации оборудования (*рис. 1, 2*), разработанной экспертным способом для сбора и первичной обработки данных о практической (эксплуатационной) надежности оборудования предприятия по производству минеральных удобрений. К наиболее очевидным особенностям предложенной классификации следует отнести то, что она учитывает структуру ремонтной службы исследуемого предприятия, а именно – зоны ответственности (подведомственности) ремонтных цехов и отделов и функций главных специалистов (механик, архитектор, строитель, метролог-приборист, энергетик), содержит некоторые терминологические

неточности по причине необходимости использования исторически сложившейся в исследуемых производствах терминологии. Например, в классических классификациях выделяется технологическое оборудование, которое разделено на статическое и динамическое, а в классификации по промышленной безопасности технологические трубопроводы отделены от трубопроводов пара и горячей воды и т.д.

Разработка авторской классификации выполнена с учетом нескольких равнозначных направлений, в функционировании которых используются данные об оборудовании. При этом научные методы сбора и обработки данных применены для проведения исследования эксплуатационной надежности прикладного характера. Поэтому основные группы задач, которые учитывались при разработке классификации оборудования, далее перечислены в порядке значимости для реального сектора экономики, то есть для хозяйственной деятельности предприятия в целом. Локальные проблемы отдельных ремонтных служб (механической, энергетической и др.) рассматривались в качестве вторичных.

Для современного бизнеса наибольшие риски представляют проблемы в области охраны труда, экологической и промышленной безопасности. В нашей стране это усугубляется специфическим характером взаимодействия предприятий с инспектирующими и контролирующими организациями федерального и местного уровней. Поэтому при классификации оборудования необходимо учитывать многочисленные и зачастую противоречивые требования различных ведомств государства к проектированию, изготовлению, транспортировке, монтажу, эксплуатации и утилизации оборудования, которые регламентированы десятками документов. В документах по промышленной безопасности в зоне ответственности Ростехнадзора обычно предусматривают группы оборудования по конструкции и функциональному назначению (сосуды, котлы, трубопроводы и пр.) и классификацию по категориям опасности в

² Микони С.В. Теория принятия управленческих решений. СПб.: Лань, 2015. 448 с.

³ Ловчиновский Э.В. Реорганизация системы технического обслуживания и ремонта оборудования предприятий. М.: РАН, 2004. 385 с.; Шубин В.С., Рюмин Ю.А. Надежность оборудования химических и нефтеперерабатывающих производств. М.: Химия, КолосС, 2006. 359 с.; Ревенко Н.Ф., Семенов В.В., Схиртладзе А.Г. Экономика ремонта и обслуживания оборудования предприятий. Старый Оскол: ТНТ, 2012. 456 с.

зависимости от давления, объема, характеристик рабочих сред. Выстроив классификацию оборудования для ТОиР без учета требований правил промышленной безопасности, технических регламентов и прочих документов в этой области, придется вести отдельный учет, что приводит к путанице, необоснованному увеличению объема данных и затрат на их обслуживание (поддержание актуальности, диспетчеризации и пр.), отмиранию или поглощению одной классификации другой и т.д. Кроме федеральных и отраслевых нормативных документов, которые в формате статьи нет возможности даже перечислить, для соответствия классификатора оборудования этим требованиям использован Общероссийский классификатор продукции, опыт классификации оборудования ВНИИПТХиммаш⁴.

Второе направление, которое учитывалось при разработке классификации оборудования – это бухгалтерский и налоговый учет основных средств (ОС) предприятий. В развитых экономиках эта деятельность является составной частью управления активами компаний для формирования эффективных амортизационной, инвестиционной, ценовой и кадровой политик предприятий, их реорганизации и реформирования. Научное обоснование классификации ОС в русскоязычной литературе, как правило, ведется только в рамках экономического и бухгалтерского подходов для создания источника простого воспроизводства, в то время как амортизация может рассматриваться не только в экономической теории и бухгалтерском учете, но и в финансовом менеджменте, а также при минимизации налоговых издержек и управлении бизнес-проектированием. Во многих странах пересмотр учетной политики основных средств и введение ускоренной амортизации наряду со снижением ставки налога на прибыль проводились в целях стимулирования

инвестиционного процесса⁵ [3]. Если на предприятии ведется классификация ОС для аналитического учета и соответствующей статистической отчетности, то бухгалтерии в общем случае для удовлетворения требований Российских стандартов бухгалтерского учета (РСБУ) достаточно учитывать классификацию основных фондов по их назначению, по натурально-вещественному составу, степени участия в деятельности предприятия и возрастную структуру. Редко, но на некоторых современных предприятиях можно встретить требования менеджмента к классификации ОС, предусматривающие агрегирование и дезагрегирование по видам, категорирование сложности ремонта или тяжести экономических последствий отказов оборудования, к расчету показателей эффективности использования ОС в целом или по группам (коэффициенты обновления, выбытия, прироста) и пр. К сожалению, в подавляющем большинстве случаев требования к классификации ОС и управлению активами сводятся к группировке по требованиям РСБУ, ограничиваясь общими формулировками в учетной политике предприятия, основанной на постановлении Правительства РФ, определяющем нормы по десяти амортизационным группам [4].

Учитывая требования Ростехнадзора, РСБУ, ТОиР, первое, с чем сталкиваются теоретики и практики при сборе и обработке данных о состоянии оборудования и разработке классификаций – это с большим количеством уже собираемых характеристик, отсутствием взаимосвязи между ними (логической, терминологической и пр.) и взаимопонимания между специалистами разных служб, а также нежеланием и невозможностью менеджмента разобраться с этим в контексте задач ремонтной службы предприятия. Если, а точнее – когда, проблемы ТОиР становятся значимыми для предприятия, то при пересмотре существующих классификаций оборудования учитывается необходимость группировки не только по конструктивно-технологическим особенностям, которая, как

⁴ ОК 005-93. Общероссийский классификатор продукции; Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»; Бунин Е.А. Анализ статистических данных о надежности и долговечности химической аппаратуры // Химическое и нефтяное машиностроение. 1971. № 3. С. 30–64.

⁵ Коробейникова О.О. Основные средства: воспроизводство на базе нормативов предприятия. М.: Финансы и статистика, 2005. 252 с.

правило, существует на предприятии и более или менее соответствует структуре ремонтных служб (отделы, цеха, участки, бригады), но и дифференцированию (приоритизации) групп (видов, типов) оборудования по принципам обеспечения надежности. Такая классификация необходима для категорирования тяжести последствий, расчетно-аналитического планирования (работ, бюджета, персонала, материалов и запасных частей и пр.). Соответствующих публикаций и вполне приемлемых решений в этой области достаточно. К одним из первых можно отнести научно-практические работы в США, результаты которых публиковались еще в 1960-х гг., специалистами, занимающимися решением практических задач в области управления ТОиР и обеспечения технико-экономического подхода к проблемам надежности [5]. После перехода нашей страны к рыночной экономике, соответствующие исследования ведутся и отечественными учеными. Теперь классификаций групп (видов) оборудования (критериев, характеристик, показателей и пр.) гораздо больше, чем нужно для решения прикладных задач отечественных производств⁶. Поэтому инженерам, экономистам и их руководителям, перед которыми ставятся соответствующие задачи, очень трудно в них ориентироваться. Решение проблемы выбора и адаптации классификаторов оборудования, согласования и порядка их использования – это тема отдельной публикации. Здесь будет полезно привести авторские критерии приоритизации оборудования, используемые экспертами при классификации дефектов, причин и мероприятий, учитывая расположение оборудования, значимость его для производства и данные о происшествии за предыдущие периоды (рис. 2).

Кроме перечисленных характеристик, требуемых для выполнения задач в зоне ответственности Ростехнадзора, РСБУ и ТОиР, необходимо учитывать еще ряд

⁶ Ловчиновский Э.В. Реорганизация системы технического обслуживания и ремонта оборудования предприятий. М.: РАН, 2004. 385 с.; Мазурин Э.Б. Экономика, организация и управление предприятием. М.: Академия, 2015. 256 с.; Аксенов А.П. Экономика и организация ремонта парка оборудования. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 38 с.

смежных самостоятельных видов деятельности, функционирующих с использованием данных об оборудовании: управление материально-техническим обеспечением, управление персоналом, инвестиционная деятельность, информационное обеспечение и пр. Необходимость соответствия или хотя бы сопоставимости всех характеристик и классификаций оборудования в рамках одного предприятия и проводимого исследования очевидна, и современные средства информатизации, в том числе программное обеспечение систем управления базами данных, вполне справляются с этой проблемой. При этом задача составления многозадачных классификаторов оборудования обычно даже не ставится разработчиками программного обеспечения, так как считается не типовой, а решаемой в индивидуальном порядке владельцем оборудования, заказчиком. Классификациями оборудования в процессе информационного обеспечения операционной деятельности предприятия занимаются при составлении баз данных активов или оборудования (БДО) в ЕАМ-модулях ERP-систем (Enterprise Asset Management, Enterprise Resource Planning), или АСУ ТОиР (Computerized Maintenance Management System, CMMS), некоторым образом даже при организации АСУТП (Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA) [6].

Рационально организованные БДО, существующие в составе общей информационной системы предприятия и учитывающие многофункциональность решения прикладных и исследовательских задач, позволяют вести формализованное описание большого объема характеристик одним владельцем оборудования (или администратором под контролем владельца), имеют древовидную многоуровневую иерархию, единую методику классификации и кодирования объектов. Из известных методов классификации технических объектов при составлении БДО оптимальными являются комбинированный и иерархический. Комбинированный метод предусматривает классификацию по принадлежности к той или иной ремонтной службе, по

подведомственности службам технического надзора и пр. Иерархический метод предусматривает классификацию объектов по месту в иерархической или технологической структуре, а также дополнительным признакам: виду, группе, типу и типоразмеру⁷ [7].

Изложенные задачи и некоторые предложенные принципы классификации оборудования применимы для их использования при сортировке и анализе причин и последствий дефектов. При этом важно учитывать особенности перехода предельных состояний для элементов (оборудования, систем) и иерархию классифицируемых событий, которые определяют состав исследуемых происшествий (отклонения, неполадки, дефекты, отказы и пр.), подлежащих учету, классификации и анализу. Здесь следует указать, что сбор и обработка первичных данных об эксплуатационной надежности – это отдельное научно-практическое направление в области надежности техники и сложных инженерных систем, со своими задачами, проблемами, методами их исследования и решений. Тем не менее, прежде чем говорить о классификаторах причин и последствий дефектов, необходимо прокомментировать некоторые особенности сбора и обработки данных, опустив технические аспекты, чтобы акцентировать внимание только на организационных вопросах в контексте заявленной темы публикации.

При организации сбора первичных данных о состоянии оборудования в период эксплуатации необходимо учитывать, что невозможно собрать данные обо всем и для ответов на все вопросы о надежности оборудования. Особенно, если сбор данных ведется в период подконтрольной

эксплуатации, и располагаемые ресурсы позволяют использовать любые способы сбора информации (отчетный, корреспондентский, анкетный и пр.) или их комбинацию. Требования к формам, дифференцированию источников и способов информации, порядку использования полной, точной и частичной информации хорошо изучены. Сбор исходных данных о состоянии оборудования – это важная инженерно-технологическая операция, при планировании и выполнении которой в условиях действующего производства определяющими являются принципы, способствующие максимальному уменьшению трудоемкости и стоимости получения информации, а также увеличения эффективности последующего использования собранных данных. Особое внимание необходимо уделять непрерывности, полноте и достоверности информации, при этом важно отметить, что дискретность не противоречит понятию непрерывности. Предпочтение следует отдавать прямому вводу данных эксплуатационным и ремонтным персоналом, избегая промежуточных форм и участников. Информацию необходимо учитывать сразу по мере выявления дефектов, а не ретроспективно за прошедший период. Устранение несовершенств действующего на предприятии порядка ведения записей, вопросы кодировки и ответственности за качество исходных данных определяются при построении или выборе (настройке) алгоритмического и программного обеспечения, позволяющего с использованием современных средств информатизации организовать диспетчеризацию заявок на внеплановые работы по ТОиР и диагностике оборудования (списки вариантов, календари, интерактивные подсказки и пр.). Часто требуются дополнительные мероприятия сугубо организационного характера: изменение структуры и численности персонала, дополнительная мотивация задействованных рабочих и их руководителей и пр.⁸ [8].

⁷ Баев И.А., Малев И.В. Экономико-математическое моделирование процессов эксплуатации и ремонта узлов металлургического оборудования // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы управления экономикой в трансформируемом обществе». Пенза: ПДЗ, 2004. С. 131–134; Дрягин Д.С. Методы управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования на промышленном предприятии // Вестник ИНЖЭКОНа, Сер.: Экономика. 2007. № 3. С. 233–237.

⁸ Шубин В.С., Рюмин Ю.А. Надежность оборудования химических и нефтеперерабатывающих производств. М.: Химия, КолосС, 2006. 359 с.; Рахутин Г.С. Принципы и методы сбора данных о надежности горношахтного оборудования // Экспресстандарт. Т. 44. М: Издательство Стандартов, 1968.

Методы обработки данных о надежности описаны в публикациях, посвященных анализу видов, последствий и критичности отказов (АВПКО: схемы проведения, формы и правила их заполнения, системы классификаций, показатели критичности и пр.), однако отраслевая специфика, объем исходных данных и задачи проводимого анализа существенно влияют на выбор подходов и средств автоматизации. При определении порядка проведения анализа дефектов (причин, последствий, корректирующих и предупреждающих мероприятий) необходимо обращать внимание на требуемые объемы (параметры) и особенно – на заявляемую скорость проведения первичного анализа, так как обработка данных на крупном предприятии предполагает сложную, длительную и структурированную сортировку информации по видам оборудования (подведомственным специалистам и подразделениям). При этом необходимо разделять инженерно-технический анализ на основании конструкционно-функциональных особенностей оборудования и входящих в состав узлов и деталей, и организационно-технический, основанный на классификации причин, методов устранения и предупреждающих мер воздействия. Специалисты, выполняющие первичную обработку данных, не являются экспертами в области надежности или ТОиР оборудования, так как это технологический и ремонтный персонал (начальники смен, механики и энергетики цехов и др.), обеспечивающий штатную эксплуатацию оборудования соответствующих цехов. Тем не менее, этот персонал для определения (классификации) причин и последствий дефектов (*рис. 3*) должен быть дополнительно обучен (инструктирован) до начала обработки данных, а также обеспечен непрерывной поддержкой со стороны соответствующих экспертов.

Максимальная эффективность оценки состояния оборудования в практических условиях достигается путем комбинирования параметрических и экспертных подходов, оптимальное соотношение и качество результатов которых зависит от уровня

квалификации и взаимодействия между участниками выполняемого анализа на всех его этапах. Определяющее значение имеет задача построения процедуры опроса экспертов (состав и число участников, последовательность и способ опроса, количество итераций и пр.). Научно организованные способы привлечения специалистов и руководителей предприятий в качестве экспертов при проведении исследований прикладного характера в области оценки эффективности ТОиР уже хорошо известны⁹ [9]. Первый уровень экспертов выбирается из числа высококвалифицированных специалистов, участвующих в сборе исходных данных (технологический и ремонтный персонал) и проводится дополнительное обучение в области надежности и ТОиР оборудования для возможности классификации не только причин, но и организационно-технических мероприятий, предупреждающих появление аналогичных дефектов (*табл. 1*). Для выполнения этой работы кроме дополнительного обучения необходимо обеспечить доверительные и конструктивные отношения между участниками сбора и обработки данных и специалистами в области надежности, а также удобный формат работы этих работников со справочными материалами в области эксплуатации и ремонта оборудования.

Качественные (в том числе экспертные) и количественные методы инженерной оценки состояния оборудования исследуются и регламентированы общими и отраслевыми нормативами в области теории надежности техники¹⁰, поэтому опубликованы нами отдельно [10, 11]. Классификация причин и мероприятий организационно-технического характера, а тем более экономических и

⁹ Барыкин Е.Е. и др. Разработка системы принятия решений при краткосрочном и перспективном планировании показателей производственно-хозяйственной деятельности энергетического объединения // Экономические проблемы обеспечения энергетической безопасности. 1997. № 1. С. 122–130; Основы проектирования химических производств / под ред. А.И. Михайличенко. М.: Академкнига, 2010. 371 с.

¹⁰ РД 50-690-89 Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным; РД 26.260.005-91 Оборудование химическое. Номенклатура показателей и методы оценки надежности.

управленческих, имеет определенную специфику, в том числе при подготовке (выборе) экспертов и непосредственно на этапе проведения экспертной оценки. Базовые требования к экспертам (предикаторность, эвристичность, креативность и пр.), в том числе для исследований в области надежности оборудования, подробно описаны в работах [12, 13]. Для проведения исследования в области комплексного совершенствования ТООИР предприятия эксперты должны обладать широким спектром теоретических и практических знаний в области управления, экономики и организации производства (рис. 4).

Несмотря на то что специалисты по управлению ТООИР настаивают на необходимости системного (комплексного) подхода к формированию эффективности ремонтных служб, ни одна компания не способна одновременно перестраивать все свои направления деятельности (процессы). Обычно организации для выбора приоритетных областей совершенствования (реинжиниринга процессов) используют три основных критерия: дисфункциональность, значимость, осуществимость¹¹ [13]. Разделение (классификация) причин, мероприятий и особенно областей совершенствования, а тем более разделение их на технические, организационные и экономические, достаточно условно, так как они взаимосвязаны и взаимозависимы. Тем не менее в данном случае это сделано, так как системный подход (изучение целого как совокупности взаимосвязанных элементов) к исследованию влияющих факторов является основным принципом построения рациональной ремонтной службы. Кроме того, все передовые методы планирования, организации и оценки эффективности ТООИР основаны на дифференцированном подходе к оборудованию: конструктивные особенности, значимость для производства, подведомственность различным службам, виды и величина затрат и др. Поэтому все предложенные классификаторы необходимы

для сортировки исходных данных и выделения важных для исследования признаков [14–16].

Безусловно, существуют отраслевые особенности и некоторое своеобразие каждого предприятия, но в большинстве случаев общими для перерабатывающей промышленности нашей страны являются низкая степень информатизации и автоматизации процессов управления. Неэффективные подходы к подготовке данных и принятию решений в операционной деятельности крупных промышленных предприятий усугубляются преобладанием архаичных механизмов принятия решений (авторитарный, олигархический, реактивный)¹² [16], при которых степень участия директора, функциональных и линейных руководителей, и тем более остальных групп работников, распределена нерационально (при постановке проблемы, выборе методов решений и пр.). Тем не менее, разработанная классификация востребована и апробирована для выявления и оценки резервов повышения эффективности действующих ремонтных служб, а различные программные, экспертные методы и методы математической статистики, кластерного, регрессивного, факторного анализа все чаще востребованы и действительно используются в операционном управлении отечественными предприятиями [17, 18].

По результатам проведенной работы, основные результаты которой изложены в данной публикации, удалось решить задачу согласования (гармонизации) терминологии и методологии технических и экономических исследований прикладного характера в области классификации данных о состоянии отдельных единиц (узлов, деталей, оборудования) в составе сложных инженерных систем при решении научно-практической проблемы совершенствования ремонтных служб крупных промышленных предприятий.

¹¹ Организация производства на предприятии (фирме). М.: ИНФРА-М, 2012. 448 с.

¹² Батрутдинов А.С. Механизм оценки функционального износа объектов недвижимости производственного назначения в целях стратегического управления стоимостью основного капитала предприятия // Вестник ИНЖЭКОНа. Сер.: Экономика. 2007. № 5. С. 111–119.

В качестве практической базы для корректной постановки прикладных задач исследования и апробирования предложенных решений использован опыт экспертов и данные об эксплуатации оборудования нескольких предприятий международной компании – лидера российского рынка по производству минеральных удобрений АО «МХК «ЕвроХим». Элементы классификаторов для данных об оборудовании, приведенные в табл. 1 и на рис. 1–4, разработаны и используются в режиме штатной эксплуатации на одном из крупнейших предприятий отрасли – АО «Невинномысский Азот» (20 самостоятельных производственных подразделений, порядка 250 тыс. ед. оборудования, 15 тыс. дефектов в год и до 1 500 чел., задействованных в сборе и обработке соответствующих данных).

Предложенные принципы классификации, кластеризации и кодирования данных востребованы в операционной деятельности опасных производственных объектов при создании баз данных оборудования, подведомственного Ростехнадзору, РСБУ и требованиям современных систем ТОиР, в том числе при создании информационных систем предприятий типа ERP (EAM-модули), CMMS, SCADA и других с учетом страновых, отраслевых и прочих особенностей, возникающих при реализации подобных ИТ-проектов в условиях действующих предприятий.

Разработанные классификаторы позволяют сортировать данные об оборудовании по конструктивно-функциональным признакам, принадлежности к заводским службам и надзорным органам, с ранжированием по расположению, технологической значимости и информации о надежности. Такой подход к структурированию первичной информации о надежности позволяет применять современные методы оценки эффективности системы ТОиР и механизмов совершенствования ремонтных служб предприятия.

За счет применения базовых положений и методов современной теории надежности техники при разработке классификаторов предусмотрены типовые требования и особенности сбора и обработки первичных данных о функциональных и параметрических, потенциальных и фактических отказах систем и входящих в их состав элементов. Кроме того, предусмотрен научно обоснованный порядок проведения качественной и количественной оценок с привлечением в качестве экспертов эксплуатационного персонала и специалистов в области надежности и ремонта. Экспертная оценка использована при анализе информации о характере дефектов и их приоритизации, классификации причин, а также разработке мероприятия по предупреждению дефектов и определению областей совершенствования ремонтных служб.

Таблица 1
Классификация организационно-технических мероприятий

Table 1
Classification of organizational and technical measures

№ п/п	Мероприятия по предупреждению аналогичных дефектов	Причины дефектов*						
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3
1	Обучение эксплуатационного персонала	+	+	+	-	-	-	-
2	Обучение ремонтного персонала	-	-	-	+	+	+	-
3	Качественный выбор подрядных организаций	-	-	-	+	+	-	+
4	Использование качественных/соответствующих ТМЦ	-	-	-	-	+	-	-
5	Модернизация (замена) оборудования	-	-	-	-	-	-	+
7	Оснащенность ремонтных служб	-	-	-	+	+	-	+
8	Соблюдение межремонтных пробегов, простоев в ремонте	-	-	+	-	-	+	-
9	Изменение методов ТОиР (ППР, по состоянию, до отказа)	-	+	+	+	-	+	-
10	Дополнительные обходы, осмотры, диагностика	-	+	-	-	-	+	-
11	Пересмотр организационных вопросов, документов	+	+	+	+	+	+	+

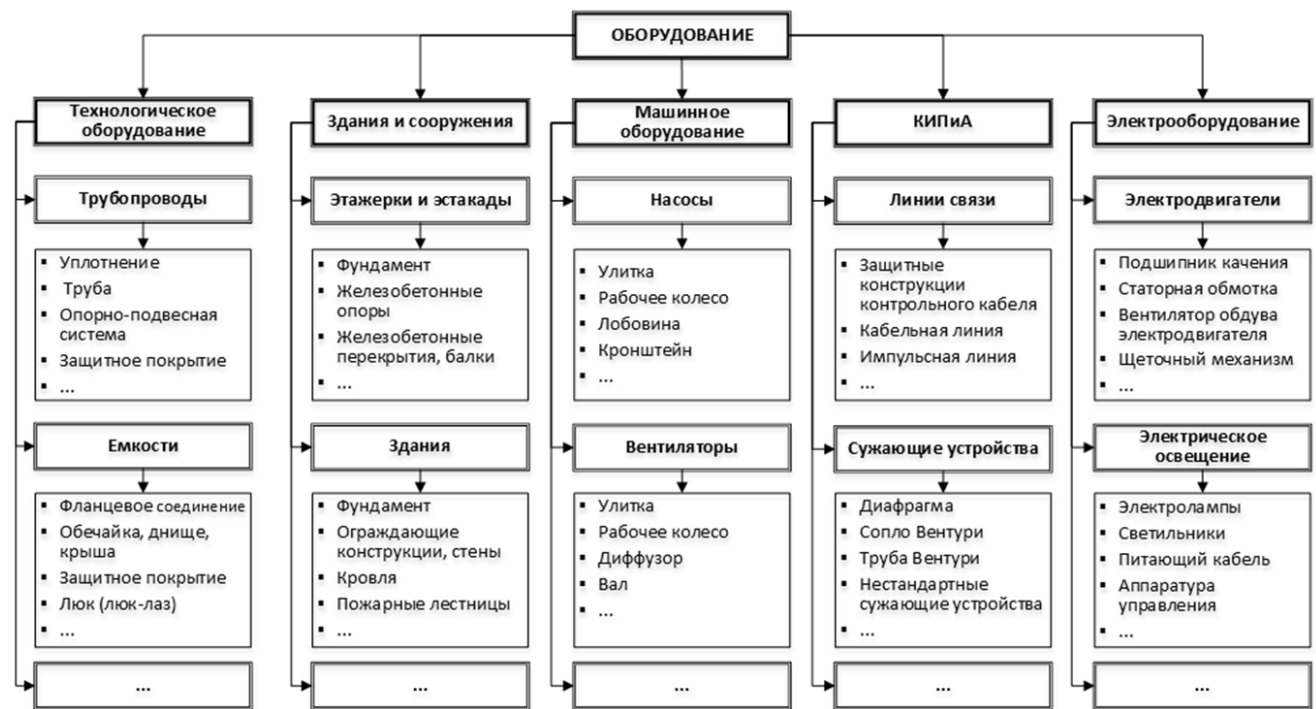
* Причины дефектов и их нумерация представлены на рис. 3а.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1
Классификация оборудования

Figure 1
Classification of equipment



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2
Критерии вычисления приоритетности оборудования

Figure 2
Criteria to calculate priority of equipment



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 3
Классификация дефектов: *a* – причины; *b* – приоритизация

Figure 3
Classification of defects: *a* – causes; *b* – prioritization



a



b

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 4

Области совершенствования системы ТОиР

Figure 4

Areas of improving the maintenance and repair system



* Инженерно-технические (технологические); технико-экономические; организационно-технические; организационно-экономические (управленческие).

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Черезов Д.С., Тюкачев Н.Ю.* Обзор основных методов классификации и кластеризации данных // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Системный анализ и информационные технологии. 2009. № 2. С. 25–29.
URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2009/02/2009-02-05.pdf>
2. *Дорман В.Н., Баскакова Н.Т.* Анализ состояния оборудования как инструмент снижения расходов на ремонты // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 39. С. 24–31.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-oborudovaniya-kak-instrument-snizheniya-rashodov-na-remonty>
3. *Третьяков Е.Н.* Исследование организации учета основных средств и анализ их состава и использования. М.: Лаборатория книги, 2010. 106 с.
4. *Ендовицкий Д.А., Мокшина К.Н.* Переосмысление классификаций основных средств и оценка возможностей их применения в бухгалтерском учете // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 24. С. 2–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pereosmyslenie-klassifikatsiy-osnovnyh-sredstv-i-otsenka-vozmozhnostey-ih-primneneniya-v-buhgalterskom-uchete>
5. Экономика и организация ремонта оборудования в США / под ред. М.Л. Шухгальтер. М.: Прогресс, 1969. 326 с.

6. *Бекетов Н.В., Федоров В.Г.* Формализация модели бизнес-процессов предприятия: информационная интеграция и управление активами // *Экономический анализ: теория и практика*. 2008. № 7. С. 13–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formalizatsiya-modeli-biznes-protsessov-predpriyatiya-informatsionnaya-integratsiya-i-upravlenie-aktivami>
7. *Камаев В.А., Мельник В.Ю., Кизим А.В.* Применение неметрических методов многокритериального планирования для поддержки принятия решений в задачах технического обслуживания и ремонта // *Известия Южного федерального университета. Технические науки*. 2012. № 7. С. 98–106. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-nemetricheskikh-metodov-mnogokriterialnogo-planirovaniya-dlya-podderzhki-prinyatiya-resheniy-v-zadachah-tehnicheskogo>
8. *Афанасьева Т.А.* Надежность химико-технологических производств: монография. Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет, 2007. 199 с.
9. *Иноземцев А.Н., Анцев А.В.* Повышение эффективности технической эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2010. № 2. Ч. 1. С. 60–66. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povysheniye-effektivnosti-tehnicheskoy-ekspluatatsii-tehnologicheskogo-oborudovaniya-mashinostroitelnyh-predpriyatiy>
10. *Федосеев Е.В., Лагуткин М.Г.* Показатели эффективности системы технического обслуживания и ремонта предприятий по производству минеральных удобрений // *Ремонт, восстановление, модернизация*. 2015. № 10. С. 9–15.
11. *Федосеев Е.В., Лагуткин М.Г.* Эксплуатационная надежность оборудования предприятий по производству минеральных удобрений // *Ремонт, восстановление, модернизация*. 2016. № 3. С. 39–48; № 4. С. 30–37.
12. *Henley E. J., Kumamoto H.* Reliability Engineering and Risk Assessment. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1981, 568 p.
13. *Семенов В.В.* Основные организационно-экономические проблемы повышения эффективности технического обслуживания и ремонта оборудования промышленных предприятий на современном этапе. Екатеринбург – Ижевск: Институт экономики УрО РАН, 2004. 32 с.
14. *Купцов А.В.* Анализ систем управления ремонтами на предприятиях машиностроения (на примере ОАО «ГАЗ») // *Экономический анализ: теория и практика*. 2010. № 30. С. 16–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sistem-upravleniya-remontami-na-predpriyatiyah-mashinostroeniya-na-primere-oao-gaz>
15. *Баскакова Н.Т., Дорман В.Н.* К вопросу об эффективности стратегий управления ремонтами металлургического оборудования // *Экономический анализ: теория и практика*. 2016. № 5. С. 148–163. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-effektivnosti-strategiy-upravleniya-remontami-metallurgicheskogo-oborudovaniya>
16. *Баскакова Н.Т., Дорман В.Н.* Стратегия планирования ремонтов металлургического оборудования на основе анализа его состояния // *Экономический анализ: теория и практика*. 2013. № 6. С. 22–28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strategiya-planirovaniya-remontov-metallurgicheskogo-oborudovaniya-na-osnove-analiza-ego-sostoyaniya>

17. *Ерохин Е.А.* Понятие и классификация организационно-экономических резервов повышения эффективности технического обслуживания и ремонта оборудования // Организатор производства. 2010. № 4. С. 18–21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-klassifikatsiya-organizatsionno-ekonomicheskikh-rezervov-povysheniya-effektivnosti-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-i-remonta>
18. *Айдимирова Н.Г., Губанова И.Р.* Оперативно-производственное планирование ремонтных работ на основе концепции бережливого производства // Экономика, инновации и предпринимательство: сборник научных трудов. Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2016. С. 21–26.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

IMPROVEMENT OF MAINTENANCE SERVICES AT ENTERPRISES, CLASSIFICATION OF EQUIPMENT CONDITION DATA

Evgenii V. FEDOSEEV ^{a,*}, Mikhail G. LAGUTKIN ^b

^a AOMCC EuroChem, Moscow, Russian Federation
e.fedoseev@mail.ru
ORCID: not available

^b Moscow Polytechnic University (Moscow Poly), Moscow, Russian Federation
lag53@yandex.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Received 26 February 2019
Received in revised form
14 March 2019
Accepted 22 March 2019
Available online
26 April 2019

JEL classification: C38,
M11

Keywords: maintenance
service, maintenance and
repair, classification and
clustering, equipment
database, defects and failures

Abstract

Subject Classification of data on the condition of equipment is important for arranging a single information space and effective asset management of a large industrial enterprise. We consider the tasks of classification and clustering of information on equipment as part of applied research in the field of integrated approach to improvement of the management of repair services providing operation of complex utility facilities.

Objectives The aim is to design an approach to data collection and processing to obtain practical information about the structure of equipment, its faulty components, technical and economic implications of unloading and business interruption. Based on the data, we develop measures and identify priority areas for repair services improvement.

Methods We employ general scientific methods of research that rest on the tenets of the theory of classification and coding, the cluster analysis, the systems theory, the fuzzy sets theory, the theory of management, reliability of technology, and other engineering disciplines.

Results We developed and tested the system of classifiers for equipment database structuring. The offered approach to classification, clustering and coding of data enables to apply modern methods to assess the efficiency of maintenance and repair services at large enterprises.

Conclusions Classification of equipment, causes and consequences of defects, remedial actions and areas of repair services improvement is a complex cross-functional challenge. It is addressed via special techniques by the enterprise personnel together with engineering experts under the supervision of senior managers and subject to corporate and operational strategies.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Fedoseev E.V., Lagutkin M.G. Improvement of Maintenance Services at Enterprises, Classification of Equipment Condition Data. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 4, pp. 738–755. <https://doi.org/10.24891/ea.18.4.738>

References

1. Cherezov D.S., Tyukachev N.Yu. [Classification and clusterization base methods review]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Sistemnyi analiz i informatsionnye tekhnologii = Proceedings of Voronezh State University. Series: Systems Analysis and Information Technology*, 2009, no. 2, pp. 25–29. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2009/02/2009-02-05.pdf> (In Russ.)
2. Dorman V.N., Baskakova N.T. [Analysis of the condition of the equipment as an instrument to reduce the cost of repairs]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2011, no. 39, pp. 24–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-oborudovaniya-kak-instrument-snizheniya-rashodov-na-remonty> (In Russ.)

3. Tret'yakov E.N. *Issledovanie organizatsii ucheta osnovnykh sredstv i analiz ikh sostava i ispol'zovaniya* [The study of the organization of fixed assets accounting and analysis of their composition and use]. Moscow, Laboratoriya knigi Publ., 2010, 106 p.
4. Endovitskii D.A., Mokshina K.N. [Rethinking asset classifications and assessing their applicability in accounting]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 24, pp. 2–9.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pereosmyslenie-klassifikatsiy-osnovnyh-sredstv-i-otsenka-vozmozhnostey-ih-primeneniya-v-buhgalterskom-uchete> (In Russ.)
5. *Ekonomika i organizatsiya remonta oborudovaniya v SShA* [Economics and organization of equipment repair in the USA]. Moscow, Progress Publ., 1969, 326 p.
6. Beketov N.V., Fedorov V.G. [Formalizing the enterprise business process model: Information integration and asset management]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2008, no. 7, pp. 13–19.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formalizatsiya-modeli-biznes-protsesov-predpriyatiya-informatsionnaya-integratsiya-i-upravlenie-aktivami> (In Russ.)
7. Kamaev V.A., Mel'nik V.Yu., Kizim A.V. [Application of non-metric methods of multicriterial planning for support of decision-making in maintenance and repair problems]. *Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*, 2012, no. 7, pp. 98–106. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-nemetriceskikh-metodov-mnogokriterialnogo-planirovaniya-dlya-podderzhki-prinyatiya-resheniy-v-zadachah-tehnicheskogo> (In Russ.)
8. Afanas'eva T.A. *Nadezhnost' khimiko-tekhnologicheskikh proizvodstv: monografiya* [Reliability of chemical-technological production: a monograph]. Ivanovo, Ivanovo State University of Chemistry and Technology Publ., 2007, 199 p.
9. Inozemtsev A.N., Antsev A.V. [Improving the efficiency of technical operation of process equipment at machine-building enterprises]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Izvestiya Tula State University. Engineering Sciences*, 2010, no. 2, part 1, pp. 60–66. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povysheniye-effektivnosti-tehnicheskoy-ekspluatatsii-tehnologicheskogo-oborudovaniya-mashinostroitelnyh-predpriyatiy> (In Russ.)
10. Fedoseev E.V., Lagutkin M.G. [Efficiency indicators of technical maintenance and repair systems of mineral fertilizer production enterprises]. *Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya = Repair, Reconditioning, Modernization*, 2015, no. 10, pp. 9–15. (In Russ.)
11. Fedoseev E.V., Lagutkin M.G. [Operational reliability of equipment of mineral fertilizer manufacture plants]. *Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya = Repair, Reconditioning, Modernization*, 2016, no. 3, pp. 39–48; no. 4, pp. 30–37. (In Russ.)
12. Henley E.J., Kumamoto H. *Reliability Engineering and Risk Assessment*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1981, 568 p.
13. Semenov V.V. *Osnovnye organizatsionno-ekonomicheskie problemy povysheniya effektivnosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta oborudovaniya promyshlennykh predpriyatii na sovremennom etape* [The main organizational and economic problems of improving the efficiency of maintenance and repair of equipment of industrial enterprises at the present stage]. Yekaterinburg, Izhevsk, Institute of Economics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences Publ., 2004, 32 p.

14. Kuptsov A.V. [Analysis of control systems engineering repair of an enterprise (on the example of 'GAZ')]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2010, no. 30, pp. 16–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sistem-upravleniya-remontami-na-predpriyatiyah-mashinostroeniya-na-primere-oao-gaz> (In Russ.)
15. Baskakova N.T., Dorman V.N. [On the efficiency of management strategy of metallurgical equipment repair]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2016, no. 5, pp. 148–163. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-effektivnosti-strategiy-upravleniya-remontami-metallurgicheskogo-oborudovaniya> (In Russ.)
16. Baskakova N.T., Dorman V.N. [Strategy planning of repairs of metallurgical equipment, analyzing its state]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 6, pp. 22–28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strategiya-planirovaniya-remontov-metallurgicheskogo-oborudovaniya-na-osnove-analiza-ego-sostoyaniya> (In Russ.)
17. Erokhin E.A. [Concept and Classification of Organizational-Economic Reserves for Increasing Efficiency of Equipment Maintenance Service]. *Organizator proizvodstva = Organizer of Production*, 2010, no. 4, pp. 18–21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-klassifikatsiya-organizatsionno-ekonomicheskikh-rezervov-povysheniya-effektivnosti-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-i-remonta> (In Russ.)
18. Aidimirova N.G., Gubanova I.R. *Operativno-proizvodstvennoe planirovanie remontnykh rabot na osnove kontseptsii berezhlivogo proizvodstva. V kn.: Ekonomika, innovatsii i predprinimatel'stvo: sbornik nauchnykh trudov* [Short-term production planning of repair works based on the lean production concept. In: *Economy, Innovation and Entrepreneurship: Proceedings*]. Ufa, USATU Publ., 2016, pp. 21–26.

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.