

Дрыгин Михаил Юрьевич, канд. техн. наук

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

E-mail: mike.drygin@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОИР ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация: Уголь является стратегическим ресурсом России. Основное оборудование для его добычи – экскаваторы – находятся в недопустимом техническом состоянии, и без изменения системы технического обслуживания и ремонта дальнейшее развитие отрасли невозможно. Основной мировой тенденцией является применение информационных систем для управления ремонтами и техническим обслуживанием, которые неразрывно связаны с системами управления предприятием. Внедрение таких систем в России, непосредственно в угольной отрасли применительно к ремонту основного оборудования, каким является экскаватор, связано со значительными трудностями, без нивелирования которых эффективность применения информационных систем значительно снижается – система фактически становится поставщиком рабочих мест, направленных на учет затрат на ремонты.

Ключевые слова: экскаватор, система технического обслуживания, ремонт, информационная система, управление ремонтами.

Информация о статье: принята 20 ноября 2020 г.
DOI: 10.26730/1816-4528-2021-1-18-26

Введение

Уголь является стратегическим энергетическим ресурсом Российской Федерации. Несмотря на спад потребления в Европе, Азия, напротив, наращивает его потребление. Добыча угля в России производится в основном открытым способом, при этом большинство горного оборудования обслуживается по системе ППР (планово-предупредительный ремонт) и ввиду недостаточности наличия финансовых ресурсов находится в неудовлетворительном техническом состоянии, что делает вопрос оптимизации системы ТОиР (техническое обслуживание и ремонт) приоритетным.

Управление ремонтами горного оборудования является сложнейшей многопараметрической задачей, требующей большого количества информации и алгоритмов ее обработки, что при существующем уровне развития решается применением информационных систем управления ремонтами, целью которых является составление оптимального, исходящего из задач и условий эксплуатации, режимов ТОиР.

Информационные системы и их применение в системах ремонта

Одним из первых шагов в направлении решения задачи оптимизации системы ТОиР являлась разработанная в 70-х гг. по заказу Министерства обороны США система ремонта, получившая название «Системы ремонтных приоритетов» [1].

Данная система при отсутствии возможности сборки и оперативной обработки больших масси-

вов данных позволяла экономить ресурсы, составляя очередность ремонтных работ в зависимости от двух факторов: назначенного ранга (в зависимости от места в производственном процессе) и ранга работы (в зависимости от степени ответственности). Оборудование подразделялось на 10 рангов, при этом самый высокий – 10-й ранг – присваивался оборудованию, снабжающему предприятие энергоресурсами (тепло, вода, электричество), более низкий – основному производственному оборудованию, не имеющему резерва (как раз в некоторых условиях экскаватор и можно отнести к данному рангу, а карьерный самосвал – рангом ниже). Здания, дороги и оборудование, не связанные с основным производством, были отнесены к 1-му рангу [1].

Оценка работ производилась по баллам в зависимости от степени ответственности, так, 10 баллов получали работы, связанные с устранением рисков для жизни и здоровья людей, и аварийные ремонты, 9 баллов – смазка, текущие осмотры и капитальные ремонты, 1 балл присваивался работам по поддержанию внешнего вида зданий и оборудования [1].

Приоритеты ремонта определялись перемножением ранга ответственности оборудования и баллов ответственности работы.

Стоит отметить, что именно исключение и некачественное проведение работ с высокой степенью важности, таких как текущие осмотры и капитальные ремонты, привело к тому, что большинство оборудования находится в недопустимом, неисправном техническом состоянии.



Рис. 1. Информационно-управляющая структура производственного предприятия

Fig. 1. Information management structure of a manufacturing enterprise

В настоящее время, имея значительные вычислительные ресурсы, тенденции в управлении ремонтами направлены на использование автоматизированных систем, при этом автоматизированные системы управления ремонтами неразрывно связаны с системами управления предприятия в целом [2, 3].

На рис. 1 представлена пирамида, отображающая структуру информационной системы автоматизации промышленного производства, показывая структуру передачи информации из производственной зоны на уровень высшего менеджмента [2, 4]:

- Первый уровень – АСУТП;
- Второй уровень – MES-системы;
- Третий уровень – ERP-системы;
- Четвертый уровень – OLAP-системы.

АСУТП (автоматизированная система управления технологическим процессом) – это система, состоящая из персонала и совокупности оборудования с программным обеспечением, использующихся для автоматизации функций персонала по управлению промышленными объектами [5].

MES-система (от. англ. *Manufacturing Execution System* – система управления производственными процессами) – система управления, выраженная в основном в диспетчеризации и оперативно-календарном планировании производственных процессов в цеху, рассматривается как система оперативного характера. MES – это современный класс систем управления, используемый для решения задач синхронизации, анализа, координации, а также оптимизации всего производственного цикла [6–8].

ERP-система (от. англ. *Enterprise Resource Planning* – планирование ресурсов предприятия) – это комплексная система планирования и управления ресурсами компании. Состоит из связанных друг с другом приложений, которые в общем информационном пространстве поддерживают деятельность предприятия в части: планирования, документооборота, управление финансами, управления кадрами,

оперативного управления текущей деятельностью и выполнением планов, учета материальных ресурсов, учета и управления в снабжении и сбыте, анализа результатов хозяйственной деятельности и т.д. [9, 10].

OLAP-система (от. англ. *Online Analytical Processing* – аналитическая обработка данных в реальном времени) – мощная технология для обработки и анализа данных, которые предоставляют огромные возможности по аналитике, прогнозированию, разработке сценариев и вариантов действий [11, 12].

В целом данные системы представляют собой комплексные решения по управлению производством, включая полный цикл документооборота документов, наличия нормативных документов и движения информации. Внутри данных систем кроется целый комплекс подсистем, представляющих собой некий «муравейник». Однако основной проблемой всех этих систем управления производством является поступающая в них неполная и недостоверная информация. Так, сбор информации со стационарных и АСУТП систем контроля и диагностики позволяет полностью отслеживать процесс, основываясь на независимых от человеческого фактора входящих данных. Но в реалиях горного предприятия это является невозможным по причине отсутствия систем АСУТП и стационарных систем контроля на экскаваторах и карьерных самосвалах, способных передавать достоверную информацию в необходимом для работы системы объеме без задействования линейного персонала для ее сбора, обработки и внесения, который в значительной мере ее искажает. В целом из-за низкой производственной дисциплины и попыток внедрения данных систем по принципу надстройки над существующей, то есть добавления еще одного, никому из линейного персонала реально не нужного электронного журнала учета, внесение информации в данную систему превращается в еще одну дополнительную головную боль. В тоже время для сбора и внедрения информации нужны

Таблица 1. Охват отраслей промышленности проектами АСУ ТОиР

Table 1. Coverage of industries by ACS MRO projects

Отрасль	Количество предприятий с АСУ ТОиР к общему числу предприятий отрасли, %
Металлургия черная	100
Угольная	100
Химическая	100
Гидроэнергетика	100
Энергетика сети	100
Энергетика тепловая	83
Металлургия цветная	75
Нефтедобыча	75
Целлюлозно-бумажная	75
Нефтепереработка	67
Газовая	50
Транспорт	40
Энергетика атомная	40
Горная	25
Машиностроение	17
ЖКХ	5
Среднее значение	65

специальные службы, например, служба диагностики, представляющая реальную картину технического состояния и предоставляющая эту информацию в систему.

С другой стороны, существующие информационные базы данных АСУ ТОиР (автоматизированная система управления ТОиР) хранят более 100 млн. записей, на базе чего в итоге должны быть сформированы отраслевые стандарты, однако большинство проектов каждый раз формируются «с нуля», часто по западным шаблонам, не используя уже наработанный опыт, а количество занятых рабочих в системах АСУ ТОиР неуклонно растет [13]. Финансовые результаты внедрения таких проектов, как правило, неочевидны, так как участники рынка не раскрывают информацию, а доступная финансовая информация о результатах действия такого продукта искажена в угоду «показа эффективности».

Наибольшее применение такие системы нашли в отраслях промышленности [13]: энергетика, целлюлозно-бумажная промышленность, металлургия, ЖКХ, транспорт, нефтеперерабатывающая, химическая, нефте- и газодобывающая, машиностроение, горная и угольная промышленность (перерабатывающее и обогащающее производство).

Системы АСУ ТОиР в наибольшей степени применимы там, где используются стационарные машины либо подвижные машины, износ которых протекает без значительных отклонений по скорости деградации, что прекрасно иллюстрирует ниже приведенная оценка глубины охвата отраслей проектами АСУ ТОиР, подразумевающая отношение количества предприятий с АСУ ТОиР к общему числу предприятий отрасли (табл. 1) [13]. Стоит отметить, что хотя и в угольной отрасли такие системы тоже активно внедряются, но при этом, как было сказано ранее, они не получают достоверной первичной информации способом, исключая человеческий фактор, и по сути являются ни чем иным, как системами сбора данных о простоях, заказов запасных частей и составления-отображения графиков ремонта со значительно искаженной информацией, не предоставляющей реальной пользы для системы ТОиР экскаваторного парка.

В целом данные системы являются прекрасным поставщиком новых рабочих мест вместо того, чтобы сокращать их и повышать производительность труда.

В России применение АСУ ТОиР активно наращивается, но, несмотря на это, можно выделить 17 крупных продуктов, при том, что большинство этих компаний в каком то виде предлагали свои решения по автоматизации более 30 лет назад: 1С:ТОиР, Галактика, IFS-Ремонты, Ventyx Ellipse, Microsoft Dynamics AX (Ахapta), IBM Maximo, Global-EAM, Oracle eAM, AvantisPRO, iMaint, Infor EAM (Datastream), SAP R/3, TRIM, ИС: ТОиР Гроссмейстер, Парус, а 90% всех работающих в данных продуктах заняты в: SAP R/3 PM, IBM Maximo, Oracle eAM, TRIM, 1С:ТОиР. При этом у основных разработчиков продуктов только несколько (1–2) заказчика покупают свыше 70% лицензий (рабочих мест), что указывает на малый опыт проектов АСУ ТОиР [13].

В то же время из 800 внедрений можно выделить только около 25 объектов, на которых проекты АСУ ТОиР реализуются второй и третий раз на базе различных продуктов, но бывают случаи рестарта одного и того же продукта, что, несомненно, указывает на сложность применения и недоработанность, что подтверждается тем, что только на 148 объектах (19%) проект эксплуатируется в режиме, достаточном для создания «референт листа», в других же – либо функционал, либо масштабы развернутой системы не соответствуют заявленным. При этом 23% проектов внедряются самостоятельно силами предприятий-пользователей, 19% – непосредственно разработчиками (основной недостаток в том, что разработчик – это, как правило, программист, в компетенции которого не входят автоматизация процессов), более 58% – консалтинговыми компаниями. Стоит отметить, что в основном системы АСУ ТОиР решают задачи учета затрат на

ТОиР, а не автоматизации и оптимизации непосредственных процессов [13].

Автоматизация процессов ТОиР оборудования угольной промышленности со значительной территориальной распределенностью и их мобильностью является значительной, не решенной до настоящего времени проблемой. В системах АСУТП данная проблема, как правило, решается передачей информации об оборудовании автоматическими системами контроля, что на данный момент практически не реализовано.

Внедрение проектов, так же сталкивается с трудностями и несмотря на то, что, как правило, срок внедрения проекта составляет 1–2 года и требует небольшой группы в количестве 3–6 человек, существует значительная проблема, выраженная в необходимости активной работы в команде запуска ключевых пользователей, которые должны будут впоследствии эксплуатировать эту систему на предприятии. Так, несоответствие компетенции, нежелание взаимодействовать и непонимание целей, усугубленные ротацией кадров, приводит к значительным затруднениям при внедрении проекта.

При внедрении таких систем, как правило, наиболее сложным является момент разработки и формирования баз данных ТОиР, а также налаживание взаимодействия с другими подразделениями. Первое сложно в виду разрозненности, большого объема не типизированной и взаимосвязанно-разрозненной документации, причем, как правило, устаревшей, требующей, чтобы изначально оборудование находилось в хорошем техническом состоянии, а значит система будет требовать ремонта всего оборудования, а второе нереализуемо, так как взаимодействие службы ремонта и службы эксплуатации внутри предприятия искажено до состояния «ремонтируем только тогда и так долго, как служба эксплуатации это позволит, а не тогда, когда требует техническое состояние техники», доводя, как правило, технику до аварийного технического состояния.

Как было сказано ранее, планирование является важным этапом управлением ТОиР, что наиболее важно в свете наличия ограниченного количества ресурсов. Оно требует огромного количества информации, при этом с возрастанием глубины планирования неизбежно уменьшается достоверность, а требования к достоверности информации только растут, что в целях увеличения точности планирования нивелируется внесением корректирующих составляющих во время эксплуатации оборудования, предшествующего планируемому воздействию ТОиР. Использование информационных систем, как правило, нацелено на решение задач быстрой корректировки задач ТОиР в зависимости от вновь поступающей информации и должно снимать с операторов системы (механиков) сложнейшую задачу постоянной корректировки планов ТОиР. Несмотря на

то, что система планирования ТОиР с точки зрения разработки и внутренних алгоритмов значительно проще, например, системы MRP (от. англ. Material Requirements Planning – планирование потребностей в материалах), ввиду разнородной номенклатуры оборудования, режимов его эксплуатации и фактического технического состояния она требует значительного количества кейсов ТОиР (в 1000 и более штук) на единицу оборудования, в отсутствии которых система становится неработоспособной. В то же время внедряют наиболее большие и сложные системы, так как с точки зрения топ-менеджеров необходимо сделать все сразу и получить значительный результат, при этом уровень затрат в несколько десятков, а иногда и сотен миллионов рублей рассматривается как приемлемый, а внедрение мелких, практически ничего не стоящих систем – это «не их уровень», но, к сожалению, принятие решений о внедрении на иных уровнях управления де факто невозможно.

Проблемы внедрения также связаны с тем, что обычно покупаются системы комплексной автоматизации, внедрение которых начинается с финансового блока и затягивается на длительный период. При этом задачей таких систем ставится создание инструментов планирования для достижения нулевого уровня отказов, предполагая, что на основе статистических данных базы можно построить адекватную модель, обеспечивающую предсказание времени выхода из строя узлов и агрегатов, тем самым задавая периодичность, сроки и объемы ТОиР, что разбивается о скалы вышеописанных проблем. При этом стратегия нулевых отказов де факто не обеспечивается ни возможностями программного комплекса, ни реальной экономической целесообразностью.

В целом существуют два вида систем – конфигурируемые и наращиваемые.

Конфигурируемые системы обладают огромным функционалом и количеством подсистем, а также значительным количеством настроек. Они сложны и менее понятны, а задача внедрения сводится к отключению лишних функций и разделения прав доступа в соответствии с должностными обязанностями сотрудников, что в свете настоящей неразберихи и зарегламентированности до той степени, когда один регламент перераспределяет права и обязанности от одного сотрудника к другому в разрез должностных инструкций, как правило, приводя к ответственности среднего управленческого звена «за все», приводит в результате к практической невозможности реализации нормальных прав доступа без переосмысливания и перереалгоритмизации большинства процессов предприятия. Как правило, такими системами являются зарубежные EAM-системы (от. англ. Enterprise Asset Management – управление активами предприятия) и отдельные модули ERP-систем, которые, как правило, используются в вертикально-интегрированных

Таблица 2. Эффективность применения EAM-систем
Table 2. The effectiveness of EAM systems

По данным консалтинговой группы A.T.Kearney	
Увеличение доли плановых ремонтов	78%
Сокращение аварийных работ	31%
Повышение производительности работ по ТОиР	29%
Уменьшение случаев нехватки запасов	29%
Сокращение времени ожидания запчастей	29%
Сокращение срочных закупок ТМЦ	29%
Сокращение сверхурочных работ	22%
Сокращение складских запасов	21%
Повышение коэффициента готовности оборудования	17%
По данным агентства SMRP	
Уменьшение капитальных затрат (замен)	50–90%
Сокращение страховых запасов ТМЦ	50–90%
Повышение производительности работ по ТОиР	40–55%
Сокращение неплановых простоев оборудования	30–40%
Повышение безопасности	20–50%
Сокращение длительности ремонта	20–50%
Сокращение затрат на эксплуатацию	10–40%

Таблица 3. Эффективность применения системы TPM
Table 3. The effectiveness of the TPM system

Материальные результаты		Нематериальный эффект
Производительность труда по добавленной стоимости	Увеличение в 1,5–2 раза	Операторы начинают заботиться о своем оборудовании самостоятельно, не дожидаясь команды руководства; таким образом, текущее обслуживание оборудования приобретает свою завершенность.
Загруженность оборудования	Увеличение в 1,5–2 раза	
Число случайных поломок и аварий	Сокращение в 10–250 раз	
Число случаев брака	Снижение в 10 раз	У сотрудников появляется уверенность в том, что если они будут стараться и прикладывать усилия, то смогут минимизировать брак при производстве и поломки оборудования до нуля.
Число рекламаций от потребителей	Уменьшение в 4 раза	
Себестоимость продукции	Снижение на 30%	
Запасы готовой продукции и НЗП	Снижение на 50 %	Путем ухода и чистки своего рабочего места от пыли, грязи и масляных пятен появляется возможность преобразить свое рабочее место, сделать его светлым и чистым.

производствах, обладающих значительной унификацией технологий и консолидацией бизнеса: нефтяная и нефтегазовая промышленность, горнодобывающая промышленность, электроэнергетика, металлургия.

Крупным и средним предприятиям наиболее целесообразно применять наращиваемые системы, включающие в себя минимальную функциональность, необходимую для автоматизации процессов АСУ ТОиР, и при необходимости дорабатывать их на предприятии. При этом они наиболее функциональны в условиях значительного разнообразия парка оборудования, методов и подходов к ремонтам и процессам эксплуатации оборудования. Наращиваемыми являются EAM-системы и большинство CMMS-систем (от англ. Computerized Maintenance Management Systems – компьютеризируемые системы управления техническим обслуживанием), а также отдельные модули импортных ERP-систем –

обычно это транспорт, сервис, машиностроение, целлюлозно-бумажная промышленность, пищевая промышленность, а также производство стройматериалов.

В целом результативность внедрения информационных систем можно оценить как высокую (табл. 2), однако основной нерешенной проблемой ее применения для экскаваторно-автомобильного комплекса так и остается невозможность сбора и внесения в систему достоверной информации в требуемом объеме, а также фактическая невозможность пошагового внедрения таких систем [14].

Развитие систем ТОиР в США, Японии и странах Запада активно началось в 50-х гг. XX века с разработок профилактических систем ТОиР (Preventive Maintenance), близких по идеологии к системе ППР. При этом США ввело разделение на эксплуатирующие и ремонтирующие подразделения, что в итоге было признано ошибочным.

Стоит отметить, что этот путь промышленность России проходит с начала 2000-х гг., активно пытаясь перевести обслуживание и ремонт полностью на внешний аутсорсинг. В 70–80-е гг. при появлении доступных средств неразрушающего контроля начинается планомерный переход на системы ремонтов по фактическому техническому состоянию, а в 80-х гг. в США появляются первые CMMS-системы управляющие ремонтами по фактическому техническому состоянию, общая цель которых – сокращение затрат на обслуживание и повышение коэффициента технической готовности. В 1990–2000-х гг. на их основе разрабатываются и внедряются ЕАМ-системы, сразу показывающие свою высокую эффективность с окупаемостью системы в 1,5–2 года (табл. 2) [14–16].

В Японии в 60–70-х гг. драйвером развития системы ТОиР стала компания Toyota, создав на основе анализа предприятий Генри Форда передовую систему TPS (от. англ. Toyota Production System – производственная система «Тойоты»), включившей в себя аналог системы ТРМ (от англ. Total Productive Maintenance – всеобщее обслуживание оборудования) и оставшейся секретной до 1980 г. [17]. А. Итикава и И. Тагаки утверждали, что система ТРМ «имеет целью создание такого предприятия, в принципы деятельности которого было заложено стремление к предельной эффективности производственной системы» [18]. При этом идеология ТОиР основана на своевременном выявлении и устранении дефектов операторами оборудования с целью обеспечения повышения показателя ОЕЕ (от англ. Overall Equipment Effectiveness – полная эффективность оборудования), отражающего степень эффективности его использования, в чем были достигнуты значительные результаты (табл. 3) [19, 20].

В дальнейшем данная система нашла применение на заводах General Motors, Ford, «Проктэр энд Гэмбл», BMW, Renault, «Истмен Кодак» и «Дюпон».

В России впервые в 1998 г. была представлена система ТРМ (расширенная и улучшенная австралийская версия), попытки внедрения которой происходили на заводах «РУСАЛа», «ЗМЗ», «ГАЗа», «Урала», фабрике «Большевик» и др., но, к сожалению, значительных результатов так и не было достигнуто, а в странах СНГ продолжают эксплуатировать систему ППП согласно регламентам СССР и близким к ним нормативным документам.

В целом можно сделать вывод, что развитие систем ТОиР во всем мире идет по пути плотного взаимодействия эксплуатирующих и ремонтных подразделений, ставятся задачи максимизации производительности и минимизации времени нахождения оборудования в простое. Широкое применение систем учета и обработки информации позволяет накапливать данные и на их основе заниматься постоянными улучшениями

системы, оптимизируя ремонты и расходы на техническое обслуживание. Невозможность применения таких систем в России обусловлено недопустимым техническим состоянием оборудования, которое необходимо привести к исправному, отсутствие культуры производства требуемого уровня и отсутствие в достаточном количестве специалистов требуемой квалификации.

Выводы

1. Одним из самых ответственных механизмов на угольном карьере является экскаватор, а капитальные ремонты, текущее техническое обслуживание и контроль технического состояния, в свою очередь, являются важнейшими работами, обеспечивающими его безаварийную эксплуатацию.

2. Существующие системы АСУ ТОиР в наибольшей степени применимы там, где используются стационарные машины либо подвижные машины, износ которых протекает без значительных отклонений по скорости деградации, к которым не относятся экскаваторы, ввиду чего при применении к ним до настоящего времени данные системы не дают значительных результатов.

3. Внедрение проектов АСУ ТОиР сталкивается со значительными трудностями, связанными с желанием внедрить все и сразу, а не с планомерным внедрением отдельных блоков системы и сложностью разработки и формировании информационных баз ТОиР.

4. Эффективность применения существующих систем для экскаваторного парка сомнительна, так как работающие системы, получая несвоевременную недостоверную или искаженную информацию, превращаются в системы надстройки к системе ППП, фактически используемые для учета затрат.

5. Развитие систем ТОиР во всем мире идет по пути плотного взаимодействия эксплуатирующих и ремонтных подразделений, ставятся задачи максимизации производительности и минимизации времени нахождения оборудования в простое. Широкое применение систем учета и обработки информации позволяет накапливать данные и на их основе заниматься постоянными улучшениями системы, оптимизируя ремонты и расходы на техническое обслуживание, а невозможность применения таких систем в России обусловлено недопустимым техническим состоянием оборудования, которое необходимо привести к исправному, отсутствие культуры производства требуемого уровня и отсутствие в достаточном количестве специалистов требуемой квалификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев, Н. А. Система технического обслуживания и ремонта оборудования энергохозяйств промышленных предприятий (система ТОР ЭО) / Н. А. Афанасьев, М. А. Юсупов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.

2. Информационные системы в промышленности – общие понятия, определения, термины [Электронный ресурс] // Управление производством. – Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/production/promyshennost-is.html. – [26.06.2020].

3. Соломонова, С. И. Информационные технологии в реструктуризации и управлении производственными процессами на предприятиях машиностроения // Омский научный вестник. – 2006. – № 10 (48). – С. 143–149.

4. Брусакова, И. А. Инжиниринг инноваций при модернизации наукоемких производств // Инновации. – 2016. – №6 (212). – С. 124–127.

5. Кубрин, С. С. Автоматизированная система управления горным производством как платформа комплексирования технологических стадий и операций в единый технологический процесс // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 11. – С. 96–107.

6. Толепберген, С. О. Место и роль mes (manufacturing execution systems) в оперативном управлении предприятием / С. О. Толепберген, Г. Б. Бермухамедова // Проблемы современной науки и образования. – 2015. – № 4 (34). – С. 89–94.

7. Асланова, И. В. Mes как основа разработки систем управления производственными процессами предприятия // Российское предпринимательство. – 2017. – Т. 18. – № 11. – С. 1651–1658.

8. Куликов, Ю. А. Особенности систем оперативного управления производством на промышленных предприятиях // Проблемы современной науки и образования. – 2015. – № 6 (36). – С. 79–86.

9. Кожухова, О. А. Внедрение и использование ERP-систем на предприятии / О. А. Кожухова, В. В. Кукарцев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2011. – Т. 1. – № 7. – С. 448–449.

10. Каширин, И. Ю. Интерактивная аналитическая обработка данных в современных OLAP-

системах / И. Ю. Каширин, С. Ю. Семченков // Бизнес-информатика. – 2009. – № 2 (08). – С. 12–19.

11. Кудрявцев, Ю. OLAP-технологии: обзор решаемых задач исследований // Бизнес-информатика. – 2008. – № 1. – С. 66–70.

12. Дорожкин, А. К. Определение эффективной частоты обновления данных в OLAP системах // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2006. – № 32. – С. 10–16.

13. Данилов, О. Автоматизация ГОиР. Хроника внедрений [Электронный ресурс] / О. Данилов, Д. Скворцов, О. Свистула // и-Маш. – Режим доступа: <https://www.i-mash.ru/index.php?newsid=35654>. – [07.07.2020].

14. Шкодин, А. Как сэкономить на обслуживании оборудования // Вектор высоких технологий. – 2016. – № 6 (27). – С. 20–30.

15. Шехватов, Д. Эволюция систем управления техобслуживанием и ремонтами // Оборудование. – 2004. – № 2.

16. Савенко, В. Системы управления ремонтами и техническим обслуживанием: качество и эффективность на основе функционально-полных ИТ-решений // Энергобизнес. – 2003. – № 15.

17. Кеннеди, Р. Взаимодействие 5S и TPM в системе TPM3 / Р. Кеннеди, Л. Маца. // Стандарты и качество. – 2004. – № 8. – С. 23–31.

18. Итикава А. TPM в простом и доступном изложении / А. Итикава [и др.]; под науч. ред. В. Е. Растимешина, Т. М. Куприяновой. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. – 128 с.

19. Общая эффективность оборудования / Пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 120 с.

20. Пшенников, В. В. Качество через TPM, или о предельной эффективности промышленного оборудования // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 10. – С. 5–11.

Drygin Mikhail Yu., C. Sc. in Engineering

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyaya St., Kemerovo, 650000, Russian Federation

APPLICATION OF INFORMATION SYSTEMS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF MOTOR EQUIPMENT MRO

Abstract: Coal is a strategic resource of Russia. The main equipment for its extraction - excavators - is in an unacceptable technical condition, and without a change in the maintenance and repair system, further development of the industry is impossible. The main global trend is the use of information systems for the management of repairs and maintenance, which are inextricably linked with enterprise management systems. The introduction of such systems in Russia, directly in the coal industry in relation to the repair of the main equipment, such as an excavator, is associated with significant difficulties, without which the effectiveness of the use of information

systems is significantly reduced - the system actually becomes a supplier of jobs aimed at accounting for repair costs.

Keywords: excavator, maintenance system, repair, information system, repair management.

Article info: received November 20, 2020

DOI: 10.26730/1816-4528-2021-1-18-26

REFERENCES

1. Afanasev, N. A. Sistema tehnikeskogo obsluzhivaniya i remonta oborudovaniya energohozyaystv promyshlennyykh predpriyatiy (sistema TOR EO) [The system of maintenance and repair of equipment of energy facilities of industrial enterprises (TOR EO system)] / N. A. Afanasev, M. A. Yusupov. – Moscow: Ergoatomizdat, 1989. – 528 p.
2. Informatsionnyye sistemy v promyshlennosti – obshchie ponyatiya, opredeleniya, terminy [Information systems in industry - general concepts, definitions, terms] // Upravlenie proizvodstvom [Production Management]. – URL: http://www.upro.ru/library/information_systems/production/promyshennost-is.html. – [26.06.2020].
3. Solomonova, S. I. Informatsionnyye tehnologii v restrukturalizatsii i upravlenii proizvodstvennyimi protsessami na predpriyatiyakh mashinostroeniya [Information technology in the restructuring and management of production processes at engineering enterprises] // Omskiy nauchnyy vestnik [Omsk Scientific Herald]. – 2006. – № 10 (48). – Pp. 143–149.
4. Brusakova, I. A. Inzhiniring innovatsiy pri modernizatsii naukoemkikh proizvodstv [Engineering of innovations in the modernization of high-tech industries] // Innovatsii [Innovation]. – 2016. – № 6 (212). – Pp. 124–127.
5. Kubrin, S. S. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya gornym proizvodstvom kak platforma kompleksirovaniya tehnologicheskikh stadiy i operatsiy v edinyiy tehnologicheskii protsess [Automated mining control system as a platform for integrating technological stages and operations into a single technological process] // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten [Mountain News and Analysis Bulletin]. – 2016. – № 11. – Pp. 96–107.
6. Tolepbergen, S. O. Mesto i rol mes (manufacturing execution systems) v operativnom upravlenii predpriyatiem [Place and role of mes (manufacturing execution systems) in the operational management of the enterprise] / S. O. Tolepbergen, G. B. Bermuhamedova // Problemyi sovremennoy nauki i obrazovaniya [Problems of modern science and education]. – 2015. – № 4 (34). – Pp. 89–94.
7. Aslanova, I. V. Mes kak osnova razrabotki sistem upravleniya proizvodstvennyimi protsessami predpriyatiya [Mes as the basis for the development of enterprise process control systems] // Rossiyskoe predprinimatelstvo [Russian business]. – 2017. – T. 18. – № 11. – Pp. 1651–1658.
8. Kulikov, Yu. A. Osobennosti sistem operativnogo upravleniya proizvodstvom na promyshlennyykh predpriyatiyakh [Features of operational production management systems at industrial enterprises] // Problemyi sovremennoy nauki i obrazovaniya [Problems of modern science and education]. – 2015. – № 6 (36). – Pp. 79–86
9. Kozhuhova, O. A. Vnedrenie i ispolzovanie ERP-sistem na predpriyatii [Implementation and use of ERP-systems in the enterprise] / O. A. Kozhuhova, V. V. Kukartsev // Aktualnyye problemyi avitsatsii i kosmonavтики [Actual problems of aviation and astronautics]. – 2011. – T. 1. – № 7. – Pp. 448–449.
10. Kashirin, I. Yu. Interaktivnaya analiticheskaya obrabotka dannykh v sovremennykh OLAP-sistemakh [Interactive analytical data processing in modern OLAP systems] / I. Yu. Kashirin, S. Yu. Semchenkov // Biznes-informatika [Business Informatics]. – 2009. – № 2 (08). – Pp. 12–19.
11. Kudryavtsev, Yu. OLAP-tehnologii: obzor reshaemykh zadach issledovaniy [OLAP-technologies: an overview of research tasks] // Biznes-informatika [Business Informatics]. – 2008. – № 1. – Pp. 66–70.
12. Dorozhkin, A. K. Opredelenie effektivnoy chastoty obnovleniya dannykh v OLAP sistemakh [Determining the effective refresh rate for OLAP systems] // Nauchno-tehnicheskiiy vestnik Sankt-Petersburgskogo gosudarstvennogo universiteta informatsionnykh tehnologiy, mehaniki i optiki [Scientific and Technical Bulletin of the St. Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics]. – 2006. – № 32. – Pp. 10–16.
13. Danilov, O. Avtomatizatsiya TOiR. Hronika vnedreniy [Automation MRO. Introduction chronicle] / O. Danilov, D. Skvortsov, O. Svistula // i-Mash. – URL: <https://www.i-mash.ru/index.php?newsid=35654>. – [07.07.2020].
14. Shkodin, A. Kak sekonomit na obsluzhivanii oborudovaniya [How to save on equipment maintenance] // Vektor vyisokikh tehnologiy [High tech vector]. – 2016. – № 6 (27). – Pp. 20–30.
15. Shevatov, D. Evolyutsiya sistem upravleniya tehobsluzhivaniem i remontami [The evolution of maintenance and repair management systems] // Oborudovanie [Equipment]. – 2004. – № 2.
16. Savenko, V. Sistemy upravleniya remontami i tehnikeskim obsluzhivaniem: kachestvo i effektivnost na osnove funktsionalno-polnykh IT-resheniy [Repair and Maintenance Management Systems: Quality and Efficiency Based on Functionally Complete IT Solutions] // Energobiznes [Energy business]. – 2003. – № 15.

17. Kennedy, R. Vzaimodeystvie 5S i TRM v sisteme TRMZ [Interaction of 5S and TPM in the TPMZ system] / R. Kennedy, L. Matsa. // Standarty i kachestvo [Standards and Quality]. – 2004. – № 8. – Pp. 23–31.

18. Itikava A. TRM v prostom i dostupnom izlozhenii [TPM in a simple and affordable way] / A. Itikava [i dr.]; pod nauch. red. V. E. Ras-timeshina, T. M. Kupriyanovoy. – Moscow: RIA «Standarty i kachestvo» [RIA «Standards and Quality»], 2008. – 128 p.

Библиографическое описание статьи

Дрыгин М.Ю. Применение информационных систем для повышения эффективности ТОиР горного оборудования // Горное оборудование и электромеханика – 2021. – № 1 (153). – С. 18-26.

19. Obschaya effektivnost oborudovaniya [Overall equipment performance] / Per. s angl. – Moscow: Institut kompleksnyih strategicheskikh issledovaniy [Institute for Integrated Strategic Studies], 2007. – 120 p.

20. Pshennikov, V. V. Kachestvo cherez TRM, ili o predelnoy effektivnosti promyshlennogo oborudovaniya [Quality through TPM, or on the marginal efficiency of industrial equipment] // Metodyi menedzhmenta kachestva [Quality Management Methods]. – 2001. – № 10. – Pp. 5–11.

Reference to article

Drygin M.Yu. Application of information systems to improve the efficiency of motor equipment MRO. Mining Equipment and Electromechanics, 2021, no.1 (153), pp. 18-26.