

Я.В. БЕРЕЗИНЕЦ,
С.А. ЩАНИКОВ

**Разработка автоматизированной
информационной системы
технического обслуживания и
ремонта промышленного
оборудования**

УДК 004.031.2:004.65

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

В статье приведено описание информационной системы ремонта и технического обслуживания металлорежущего оборудования, как составной части цифрового двойника механосборочного цеха.

Разработанная информационная система позволяет своевременно производить предупредительное и плановое профилактическое обслуживание оборудования для поддержания его в работоспособном состоянии.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-07-01215.

Ключевые слова: информационные системы; автоматизация производства; контроль; цифровая индустрия; цифровая экономика; цифровые двойники.

Современный уровень научно-технического прогресса позволил появиться в промышленно развитых странах так называемой «цифровой» экономике, в которой при проектировании, производстве и эксплуатации производимой продукции широко используются многоуровневые максимально точные цифровые модели, как самих изделий, так и процессов их проектирования, производства и эксплуатации. Указанный тип моделей и технологий работы с ними получил название Digital Twin «цифровых двойников». По информации, приведенной в работах [1,2], цифровые двойники позволяют повысить производительность труда

в 2-5 раз при проектировании, производстве и эксплуатации самой сложной и наукоемкой продукции.

Работы в данной области руководители нашей страны отнесли к приоритетным.

Отдельного замечания заслуживает проблема информационной безопасности работ с цифровыми двойниками, в связи с большим информационным обменом с внешними источниками.

В импортируемом программном обеспечении легко организовать каналы утечки информации и каналы внешнего несанкционированного влияния на их работу. Импортозамещение в области программного обеспечения цифровой индустрии и ее компонентов позволит радикально решить указанную проблему.

При производстве современной сложной промышленной продукции с заданным качеством и затратами в установленные сроки особо важную роль играет исправность технологического оборудования и его работоспособность.

Наиболее эффективными мерами, их обеспечения, являются профилактические мероприятия – техническое обслуживание.

Техническое обслуживание (ТО) оборудования можно разделить на следующие типы:

1. Реактивное. Обслуживание по факту поломки. Наблюдается очевидное повреждение, имеют место расходы на ремонт и косвенные потери за счет простоя оборудования и работников;

2. Плановое. Обслуживание производится через заданные промежутки времени. Требуются значительные ресурсы;

3. Предупредительное. Обслуживание производится по результатам периодического мониторинга состояния оборудования. Все еще наблюдается высокая ресурсоемкость;

4. Проактивное. Обслуживание по необходимости, которая определяется по данным реального времени. Осуществляется прогноз отклонений еще на ранних стадиях. Появляется возможность предотвратить поломки и внеплановые ремонты.

Моделирование и последующие эксперименты над моделью, как метод получения базы знаний об объекте, применим для ТО типов 1-3 и частично реализован в данной работе при ее тестировании.

Цифровая модель (ТО тип 4) имеет свойство постоянно обновляться, то есть изменять свои параметры для более полного соответствия текущему рабочему режиму физической установки. Появляется реальная возможность выявить возникающие аномалии на ранних стадиях, прогнозировать поведение актива и обеспечить выполнение алгоритмов динамической оптимизации, что в конечном итоге позволяет существенно повысить надежность и эффективность эксплуатации оборудования. Концепция Digital Twin применена частично и будет реализовываться в плановом порядке.

Система планово-предупредительных ремонтов ППР представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, проводимых в плановом порядке для обеспечения работоспособности и исправности машин, оборудования, механизмов (далее – оборудования) в течение всего срока их службы при соблюдении заданных условий и режимов эксплуатации.

Система ППР основана на планировании ремонтов и носит предупредительный характер. Это означает, что все мероприятия по поддержанию работоспособности оборудования выполняются в соответствии с годовыми и месячными графиками, составленными так, чтобы предупредить преждевременный и неожиданный выход оборудования из строя. [3]

Основной целью выполненной работы является автоматизация создания графиков и ППР и единая типизация оборудования с помощью информационной системы (ИС), представляющей из себя десктопное приложение (на текущем этапе развития), развернутое на базе отдела главного механика (ОГМ).

Для АО «МЗ РИП» в целом и для отдела главного механика в частности для выпуска продукции в установленные сроки с минимальными финансовыми затратами важнейшую роль играет обеспечение и планирование своевременного ТО технологического оборудования. При этом важно, чтобы вся необходимая информация об оборудовании и расходных материалах была консолидирована и достоверна. Для этого необходима и достаточна узкоспециализированная система, в то же время обладающая достаточной гибкостью и функциональностью.

Составление графиков ППР вручную со всей необходимой информацией чрезвычайно трудоемко и требует много времени, ввиду многочисленных факторов, влияющих на график и его возможные изменения из-за текущих непредвиденных обстоятельств.

Для решения рассмотренной проблемы была поставлена задача разработать автоматизированную информационную систему, которая позволит составлять графики ППР, а также собирать всю необходимую информацию по оборудованию механосборочного цеха, плановым и аварийным ремонтам, запасным частям и расходным материалам, применяемым в ходе ремонтов. В системе при переносе на трехуровневую архитектуру будет реализовано разделение функционала для двух ролей – пользователь (инженер и механик) и администратор. Инженер сможет изменять данные об оборудовании, расходных материалах, ремонтах. Администратор сможет вносить изменения в справочники (таблицы, недоступные для изменения пользователям, некоторые данные из которых пользователи могут только просматривать) и список пользователей и работать с резервными копиями базы данных (БД). В десктопной версии на текущий момент реализована роль инженера, как единственного пользователя. Изменения, вносимые в график ремонта оборудования, фиксируются в лог-файле и в базе данных.

Разработанная система выполняет следующие функции:

- фиксация информации о моделях оборудования и их количестве, типах запчастей, марках масел и смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ);
- учёт использования масел, СОЖ и запчастей при ремонте оборудования;
- поиск необходимой информации по базе данных и фильтрация ее при поиске;
- планирование графиков ППР;
- внесение правок в график ППР: возможность добавления аварийных ремонтов и регенерация графика ППР.

В дальнейшем будет введен учет простоев оборудования, внедрение сбора статистики и построение отчетов по графикам ППР и ремонтам оборудования согласно формам ОГМ001, ОГМ002,

ОГМ005, ОГМ008 СТО МВИА.460009.020 по СТО МВИА.460009.024-2016 АО «МЗ РИП» [4,5].

Известным функциональным аналогом программы является система EAM Global.

Global-EAM (ТОиР) - отечественный программный комплекс управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования предприятия, разрабатываемый компанией «Бизнес Технологии» для информационного обеспечения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Система имеет в своем составе функциональные блоки:

- ремонтный персонал;
- учет оборудования и коммуникаций;
- мониторинг состояния;
- планирование работ;
- анализ и аналитика;
- управление рисками;
- учет простоев;
- управление документами;
- материально-техническое снабжение;
- управление затратами.

Система Global-EAM предоставляет наглядные визуальные инструменты для контроля за запланированными и выполняемыми работами. Всегда возможно проконтролировать выполнение той или иной работы. Система своевременно напомнит о необходимости выполнения запланированных работ и оповестит об обнаруженном дефекте (отказе) оборудования.

EAM-система Global предоставляет возможность автоматического составления планов осмотров, исходя из периодичности осмотра, настроенной для каждого типа оборудования, даты последнего осмотра, времени, затрачиваемого на осмотр, подразделения эксплуатации, указанного для каждой технологической позиции и суммарного фонда рабочего времени, указанного для подразделения эксплуатации. [6]

EAR-система Global обладает избыточной функциональностью, не требуемой для ОГМ на текущий момент и в предстоящий период. Все необходимые функции будут реализованы в рамках разрабатываемой системы и последующего ее развития. Кроме того, серьезным недостатком Global является высокая стоимость

лицензии на клиентскую и серверную части и достаточно долгий срок внедрения.

В результате анализа работы бюро ППР ОГМ, были выделены следующие информационные блоки, которые необходимо хранить в базе данных:

- информация об оборудовании;
- информация об расходных материалах (масла и СОЖ) и запчастях;
- информация о ремонтах и работах, проведенных в рамках этих ремонтов;
- информация об изменениях в ремонтах;
- циклы ремонтов по подтипам оборудования;
- информация о цехах.

Физическая схема базы данных приведена на рисунке 1.

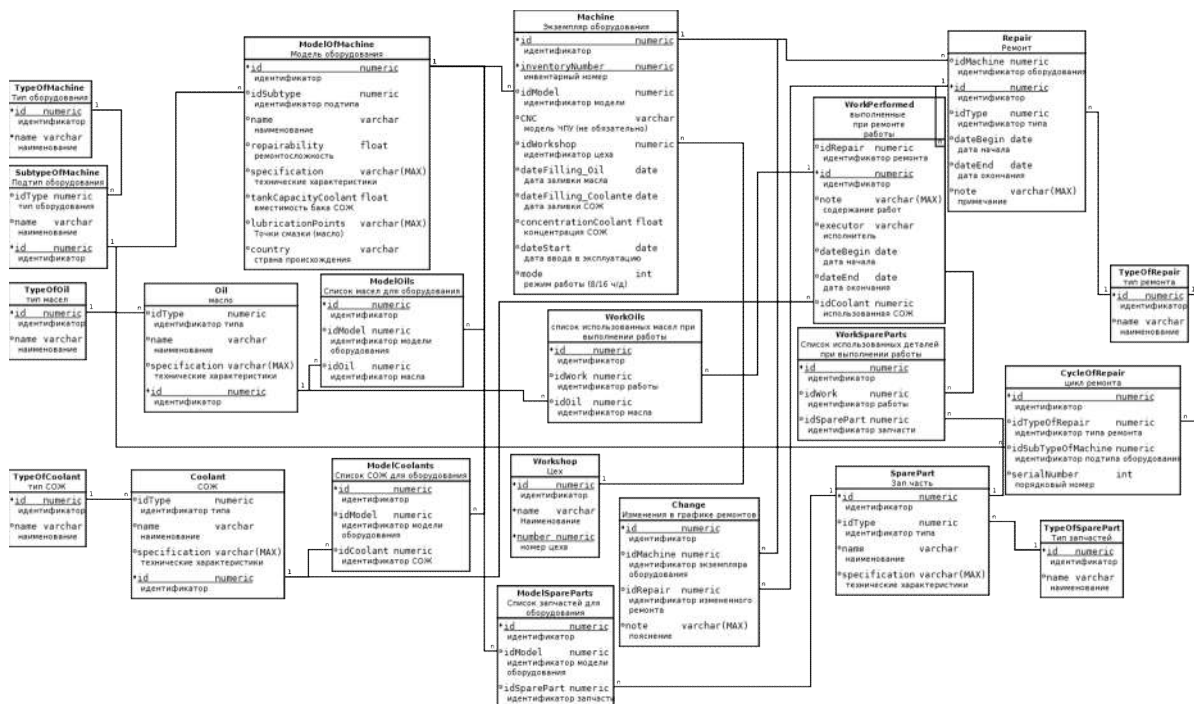


Рис. 1. Физическая схема базы данных системы

Для построения графика ремонтов в главное окно приложения (рис.2) можно открыть список необходимого оборудования по типам или подтипам (рис.3). Через меню также возможен просмотр расходных материалов и запчастей по запчастям, список оборудования цеха.

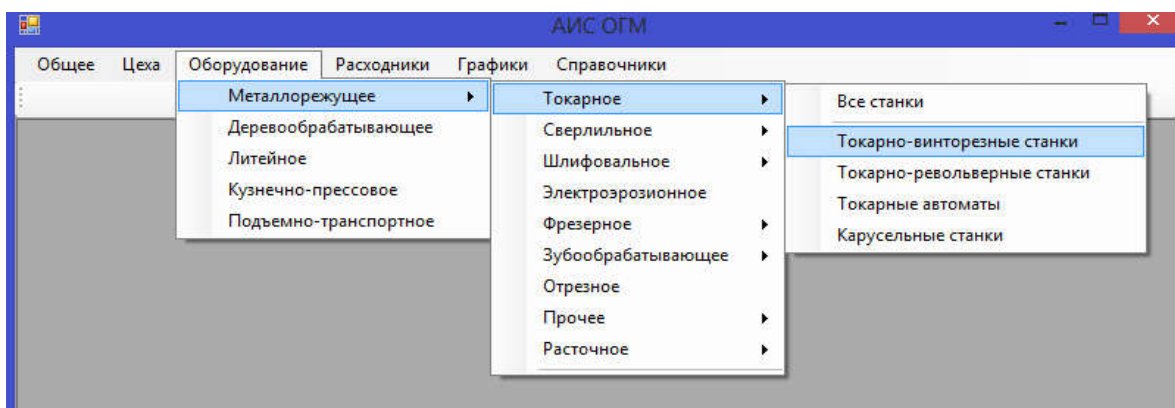


Рис. 2. Выбор подтипа оборудования

Тип оборудования	Подтип оборудования	Модель	Ремонтосложность	Вместимость бака СОЖ	Страна-изготовитель	Технические характеристики
Токарное	Токарно-винторез...	1М63БФ1-01	14,5	26		PMЦ - 2800 мм; О ...
Токарное	Токарно-винторез...	1Е61М	9	20		PMЦ - 710 мм; Ве...
Токарное	Токарно-винторез...	1К62Д	11	28		PM 1000 мм; Вес ...
Токарное	Токарно-винторез...	16К30Ф3	20	50		PMЦ 1400 мм;Ход...
Токарное	Токарно-винторез...	16К20	12	35		PMЦ 1000 мм;Кон...

Рис. 3. Окно со списком моделей оборудования

В окне со списком моделей оборудования содержится основная информация о непосредственно моделях, а также имеется возможность просмотреть список экземпляров каждой конкретной модели и подробную информацию о каждой модели со списками допустимых для использования на этом оборудовании масел, СОЖ и запчастей – тип, наименование и характеристики (рис.4).

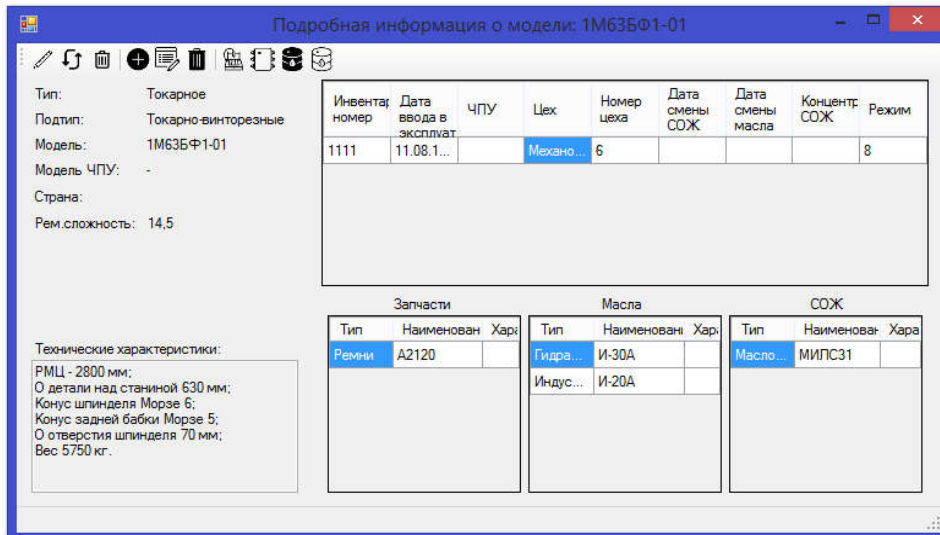


Рис. 4. Подробная информация о модели оборудования

При открытии окна с подробной информацией об экземпляре оборудования выводится информация о модели оборудования, данные, отражающие особенности конкретной единицы оборудования – инвентарный номер, дата ввода в эксплуатацию, режим работы, а также список фактически примененных запчастей, масел и СОЖ (рис.5). Кроме того, в этом окне отображается график ремонтов единицы оборудования, а также имеется возможность работы с ним. Режим работы может быть либо 8 часов в день, либо 16 часов в день, т.е. работа оборудования в одну или в две смены.

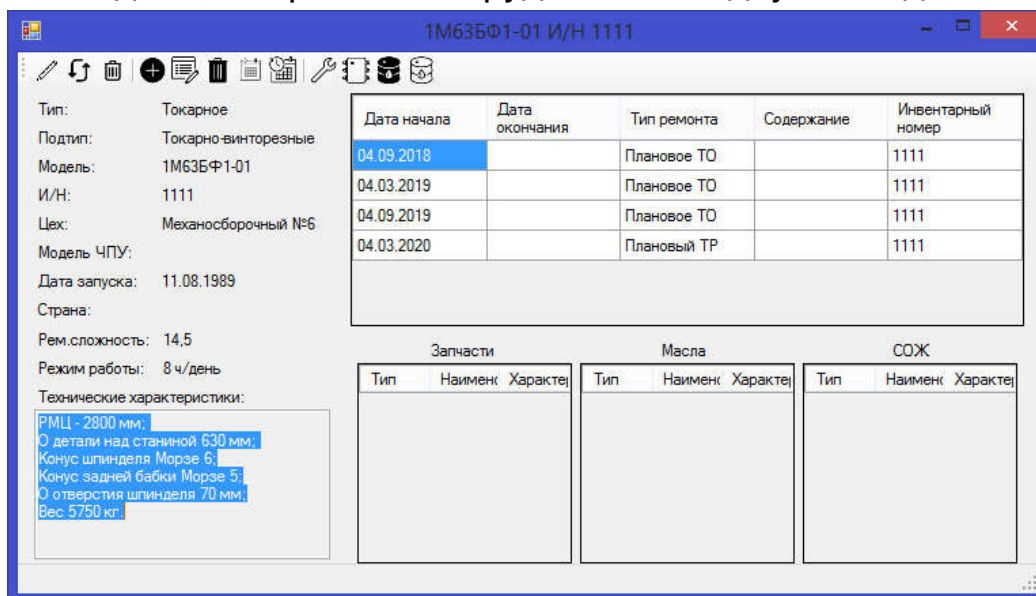


Рис. 5. Подробная информация об экземпляре оборудования

Важной особенностью является добавление аварийных ТР (технических ремонтов), не учтенных графиком ППР (рис.6).

Рис. 6. Добавление аварийного ремонта

После добавления аварийного ТР график ремонта должен быть обновлен. В этом случае плановые технические обслуживания и технические ремонты, находящиеся после даты аварийного ТР должны быть удалены, в то же время другие аварийные ремонты и замены масла должны остаться нетронутыми (рис. 7). В зависимости от режима работы оборудования интервал между этапами цикла плановых ремонтов равняется либо 6 месяцам при работе в одну смену, либо 3 месяца при работе в две смены.

Дата начала	Дата окончания	Тип ремонта	Содержание	Инвентарный номер
04.09.2018		Плановое ТО		1111
04.03.2019		Плановое ТО		1111
07.03.2019		Аварийный ТР	Внеплановый р...	1111
07.09.2019		Плановое ТО		1111
07.03.2020		Плановое ТО		1111
07.09.2020		Плановое ТО		1111

Рис. 7. Обновление графика ремонта

В подробной информации о ремонте содержится основная информация о ремонтируемом экземпляре оборудования, даты начала и окончания ремонта, статус ремонта, примечание, а также список выполняемых в ходе ремонта работ и списки расходных материалов и запчастей.

Информация о работах включает исполнителя работы, даты начала и окончания (при наличии) выполнения работы, содержание

работы, примененные запчасти и масла, а также примененная СОЖ, которая может быть использована только одна. Расходные материалы и запчасти выбираются из списка доступных для применения на данной модели. После добавления к работе данные расходные материалы и запчасти также будут отображены как использованные в ремонте и в списке примененных у самой единицы оборудования. В дальнейшем планируется фиксация количества использованных расходных материалов и запчастей в соответствующих единицах измерения и согласно возможному количеству для одновременного использования на конкретном оборудовании.

Данные ремонта

Тип ремонта: Плановое ТО

Тип станка: Токарно-винторезные

Модель: 1M635Ф1-01

И/Н: 1111

Цех: Механосборочный 6

Дата начала: 04.09.2018

Дата окончания:

Статус: Запланирован

Примечание:

Проводимые работы:

Дата начала	Дата окончания	Содержание	Исполнитель
04.09.2018		Заменена СОЖ	Ремонтно-механиче...
04.09.2018		Заменен ремень	Ремонтно-механиче...

Запчасти			Масла			СОЖ		
Тип	Наименк	Характе	Тип	Наименк	Характе	Тип	Наименк	Характе
Ремень	A2120					Масло...	МИПС...	

Рис.8. Подробная информация о ремонте

В заключение следует отметить, что в ходе работы было создана и внедрена ИС, которая позволяет своевременно в кратчайшие сроки с минимальными затратами производить предупредительное и плановое профилактическое обслуживание технологического оборудования для поддержания его в работоспособном состоянии в механосборочном цехе.

Незначительная модификация позволит ее адаптировать для применения во всех других цехах предприятия.

Внедренная ИС поэтапно совершенствуется согласно запросам и планам ОГМ по концепции Digital Twin.

В дальнейших планах находится разработка АИС на основе веб-технологий, в которой будет учитываться вся информация об оборудовании и расходных материалах, используемая в действующей ИС, а также добавлен учет простоев оборудования,

разделение оборудования на конструктивные модули, внедрена система уведомлений и напоминаний, система поручений и отчетов между пользователями системы с различными ролями. Планируется создание системы прогнозирования аварийных ситуаций на основе статистических данных и различных показателей оборудования, отражающих износ отдельных элементов, точность обработки и прочего. Кроме того, планируется создание подсистемы планирования загрузки ремонтного персонала с расчетом трудоемкости и учетом специализации рабочего, усовершенствование модели оборудования в соответствии с концепцией Digital Twin для комплексного анализа, прогнозирования и планирования.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-07-01215.

Литература

1. Данилин С.Н., Щаников С.А., Сакулин А.Е. Перспективы применения нейрокompьютеров для создания цифровых двойников // Нейрокompьютеры и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. Москва, 2018. С. 143-144.
2. Патрахин В.А. Проактивное обслуживание оборудования как практическая реализация концепции GE Digital Twin// Мир Автоматизации № 2 Июнь 2017. с.64-68.
3. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: Справочник. – М.:Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 360 с.
4. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь - М.: Стандартинформ, 2015. – 16 с.
5. ГОСТ РВ 0015-002-2012 Система разработки и постановки продукции на производство военной техники. Системы менеджмента качества. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2012. – 38 с.
6. Бизнес Технологии. Общие сведения о системе управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования Global EAM (ТОиР) [Электронный ресурс] // 2018. URL: <http://global-system.ru/index.php?id=59&idp=3> (дата обращения 01.03.2018).