

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт передовых производственных технологий

Работа допущена к защите

Руководитель образовательных программ по направлению 27.04.06

\_\_\_\_\_ П.А. Аркин

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И**  
**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ**  
**МАТЕРИАЛЬНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ПРИ СОЗДАНИИ**  
**УМНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ**  
**ЛОГИСТИКИ**

по направлению 27.04.06 Организация и управление наукоемкими  
производствами

Выполнил

студент гр. 24343/1

\_\_\_\_\_

Е.М. Сафронова

Руководитель

Заведующий БК ПУНП,

д.э.н., доцент

\_\_\_\_\_

К.А. Соловейчик

Санкт-Петербург

2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
Глава 1. Управление ремонтом и обслуживанием .....	9
1.1. Анализ ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ .....	9
1.2. Анализ рынка автоматизированных систем управления ремонтом и обслуживанием производственного оборудования .....	10
1.3. Описание информационных систем технического обслуживания и ремонта оборудования .....	13
1.4. Анализ информационных систем по критериям и обоснование выбора.....	24
1.5. Выводы.....	32
Глава 2. Оптимизация материальных и информационных потоков предприятия .....	34
2.1. Цифровое производство .....	34
2.2. Понятие умной системы мониторинга производственной логистики.....	36
2.3. Методы системного анализа .....	38
2.4. Оптимизации портфеля реальных инвестиций предприятия .....	39
2.5. Ценность умной системы мониторинга производственной логистики.....	41
2.5.1 Ценность для собственника бизнеса .....	41
2.5.2 Ценность для финансовых служб.....	42
2.5.3 Ценность для отдела ремонта оборудования .....	43
2.6. Выводы.....	43
Глава 3. Проектирование и разработка умной системы мониторинга производственной логистики.....	45

3.1. Сбор данных с оборудования.....	45
3.2. Связь блока мониторинга производственного оборудования с информационной системой .....	49
3.3. Обработка «Связь с блоками мониторинга» .....	66
3.4. Выявление аварий по факту.....	79
3.5. Построение математической модели планирования технического обслуживания оборудования.....	84
3.6. Плановый ремонт оборудования .....	90
3.7. Расчет затрат на разработку умной системы мониторинга производственной логистики .....	101
3.8. Ценность для 1С:MES Оперативное управление производством .....	104
3.9. Выводы.....	106
Заключение .....	108
Список использованных источников .....	110

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность исследования.* На большинстве производственных предприятий России, в настоящее время, до сих пор существует тенденция эксплуатации оборудования, которое давно уже считается устаревшим физически и морально. Рост количества брака производимой продукции, количества поломок и неисправной работы оборудования на производстве напрямую зависит от естественного устаревания основных фондов производственных предприятий. В зависимости от различных составляющих производственной логистики простой оборудования может занимать в среднем от 30% до 50% времени полезной работы оборудования. Это является причиной подорожания себестоимости продукции. Таким образом прямые и косвенные затраты на поддержание работоспособности и эффективности оборудования составляют значительную часть в промышленных предприятиях. Косвенные затраты включают в себя затраты на дополнительные и внеплановые простои производства и потери, связанные с этим, зачастую страдает качество выпускаемой продукции по причинам нехватки точности оборудования, снижение уровня производительности оборудования.

Затраты на обслуживание и ремонт производственного оборудования варьируются в зависимости от отрасли и масштабов предприятия. Как правило, производственные предприятия затрачивают на обслуживание и ремонт оборудования от 10% до 40% от стоимости производимой продукции.

Одна из основных целей автоматизации работы ремонтных служб – это попытка произвести объективную оценку затрачиваемых ресурсов на поддержание работы того или иного оборудования, так как, зачастую ремонт требует огромный объем документов, анализ и учет структуры которых предполагает большие временные затраты и знания. Достаточно часто встречается ситуация, что в производстве участвует оборудование, которое давно уже списано с активов, но продолжает подлежать ремонту и обслуживанию. А

насколько такое оборудование эффективнее, чем покупка нового, посчитать гораздо сложнее без четкой аналитики по всем затратам. Желание снизить затраты предприятия и видеть реальную картину своих производственных активов побуждает многие предприятия акцентировать свое внимание на данной проблеме и предпринимать попытки автоматизации процессов, связанных с ремонтом оборудования.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе является автоматизация производства в техническом обслуживании и ремонте оборудования, с использованием методов системного анализа и пространственно-временной оптимизации материальных и информационных потоков, благодаря созданию умной системы мониторинга производственной логистики.

**Цель исследования.** Цель выпускной квалификационной работы – провести анализ существующего состояния предприятия на факт наличия информационной системы, автоматизирующей техническое обслуживание и ремонт оборудования, проанализировать средства получения данных с оборудования на производстве, провести анализ предложений на рынке информационных систем, соответствующих требованиям организации, разработать умную систему мониторинга и сформировать предложения мероприятий по улучшению производственной логистики предприятия в рамках технического обслуживания и ремонта оборудования, с целью повышения состояния деятельности организации.

В соответствии с целью работы, были определены задачи, требующие решения:

1. Рассмотреть предложения по техническому обслуживанию и ремонту оборудования имеющиеся на рынке информационных технологий.
2. Провести анализ информационных систем.
3. Проанализировать существующие методологии системного анализа и пространственно-временной оптимизации материальных и информационных

потоков.

4. Разработать математическую модель планирования технического обслуживания оборудования.

5. Спроектировать и реализовать умную систему мониторинга производственной логистики.

*Теоретической и методологической базой исследования* являются работы отечественных и зарубежных ученых в области управления бизнес-процессами предприятия, реинжиниринга, сокращения себестоимости, минимизации простоев оборудования, проектирования и разработки информационных систем и дополнений к ним. Решение поставленных задач реализовывалось с применением математического программирования, системного анализа, методов математического моделирования, общелогических и общенаучных теоретических методов.

*Информационная база*, представленная в данном исследовании, была собрана во время практической работы.

*Практическая значимость работы* заключается в моделировании работы производственного оборудования на предприятии для выявления ограниченности автоматизации в области технического обслуживания и ремонта оборудования с помощью разработанной математической модели и алгоритмов.

*Апробация результатов исследования* прошла в рамках работы в ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ и в публикации научных статей в рецензируемых изданиях рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

1. «Модель планирования технического обслуживания оборудования» в журнале «Организатор производства», выпуск №2, 2019 г.

## ГЛАВА 1. УПРАВЛЕНИЕ РЕМОНТОМ И ОБСЛУЖИВАНИЕМ

### 1.1. Анализ ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ

В ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ на сегодняшний момент не ведется автоматизированный учет, связанный с техническим обслуживанием и ремонтом оборудования. Ремонт ведется по факту обнаружения поломки, затраты планируются не эффективно. Некоторое оборудование по документам находится в списании, но в настоящее время продолжает эксплуатироваться. Это приводит к тому, что организация тратит бюджет на поддержание физически и морально устаревших, не учитываемых в составе, материальных ресурсов. Так же на предприятии повышен показатель брака на производстве. Данный показатель не только отражает возможное несоответствие уровня подготовки персонала и качество закупаемого материала, но еще точность и исправность оборудования.

Современные информационные технологии позволяют добиться усовершенствования производственной логистики на предприятии. Точная автоматизированная подотчетность состояния станков, расчет показателей плановой работы и вывод информации в режиме реального времени обеспечивают оперативность принятия мер по контролю и своевременному реагированию на ситуации, требующие вмешательства. Информация, полученная таким образом, обеспечивает надежный источник данных для формирования верных управленческих решений и всестороннего анализа.

Благодаря автоматизации процессов ремонта и обслуживания оборудования, руководство предприятия обладает возможностью целенаправленно развивать работу по увеличению производительности, сокращению потерь от брака и качественно контролировать свои финансовые средства в повышение эффективности производства. [39,12]

Поддержание работоспособности оборудования требует больших затрат. Согласно агентству «А.Т. Kearney», которое фокусируется на оперативных и

стратегических вопросах, стоящих перед предприятиями и учреждениями по всему миру, что использование «EAM-систем» позволяет сократить затраты на обслуживание на 25-30%, а повысить готовность оборудования к работе на 15-17%, вследствие чего можно сократить количество аварийных и внеплановых ремонтных работ на 30%. Окупаемость внедрения такой системы составляет меньше двух лет, иногда, даже, составляет 3-4 месяца. [41]

## **1.2. Анализ рынка автоматизированных систем управления ремонтом и обслуживанием производственного оборудования**

Автоматизация производственного предприятия в процессах ремонта оборудования является достаточно объемным и сложным проектом. Здесь необходимо выбрать правильную платформу, на базе которой будет реализовано решение.

В настоящее время разработанные информационные системы относятся к автоматизированным системам управления. При этом, при разработке информационных систем, достаточно часто используется общий класс автоматизированных систем управления технического обслуживания и ремонта. Уже около 30 лет, для автоматизации управления процессами технического обслуживания и ремонта существует класс информационных систем. В состав данного класса входят три вида систем:

1. Системы CMMS (Computerized Maintenance Management System)-автоматизированные системы управления техническим обслуживанием и ремонтами - это информационные системы, которые более узко направлены, они предназначены только для управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования. [15]

2. Системы EAM (Enterprise Asset Management) - это управление активами предприятия, которая представляет из себя систему специального назначения, позволяющую автоматизировать весь процесс технического



обслуживания и ремонтов, обеспечивающая его процессы, такие как: управление материальной базой; управление ремонтным персоналом управление поставками и многое другое. [43]

3. Модули технического обслуживания и ремонта в ERP-системах – это самостоятельные модули, объединенные в ERP платформе. Самое главное достоинство данного решения – это интеграция со всеми остальными модулями системы. Модуль технического обслуживания и ремонта на платформе ERP-систем зачастую имеют ограниченную функциональность. Это связано с тем, что модули разделены по направлениям, за счет чего удается добиться более легкого ведения информации, ее отслеживания. [44]

Существуют программные решения для управления проектами, которые временами включаются в перечень систем управления техническим обслуживанием и ремонтом, но их нельзя назвать по праву такими из-за того, что они, главным способом, используют малый функционал и используются для календарного планирования сроков проведения технических работ. [14]

Для того чтобы выбрать подходящую информационную систему, которая будет отвечать большей части запросов предприятия, необходимо провести анализ рынка информационных систем, как показано в табл. 1.1.

Таблица 1.1

## Анализ реализованных проектов внедрения за все время

№	Название продукта	Вендор	Подрядчиков	Проектов внедрений
1	1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования	1С Акционерное общество	78	212
2	Oracle E-Business Suite (OEBS)	Oracle	27	123
3	TRIM-PMS (Planned Maintenance System)	НПП СпецТек (Spectec)	8	90
4	Галактика ТОРО	Корпорация Галактика	12	83
5	TRIM	НПП СпецТек (Spectec)	6	62
6	IBM Maximo	IBM	16	61

В процентном соотношении по количеству проектов внедрений за всю историю, как показано на рис. 1.1, включая текущий год: 1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования занимает 21,48%; Oracle E-Business Suite (OEBS) – 12,46%; TRIM-PMS (Planned Maintenance System) – 9,12%; Галактика ТОРО – 8,41%; TRIM – 6,28%, другие системы в общем составляют 42,25% проектов внедрения.

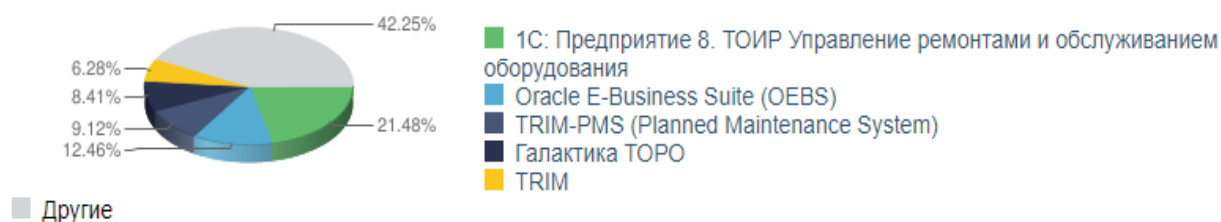


Рис. 1.1 Системы по количеству проектов внедрения

Распределение базовых систем по количеству проектов, как показано на рис. 1.2, включая партнерские решения: 1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования занимает 21,44%; TRIM – 15,37%; Oracle E-Business Suite (OEBS) – 12,44%; Галактика ТОРО – 8,39%; IBM Maximo – 6,17%; другие системы в общем составляют 36,2% проектов внедрения.

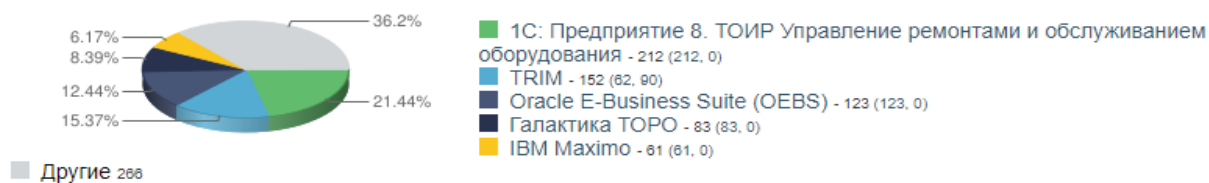


Рис. 1.2 Распределение базовых систем по количеству проектов, включая партнерские решения

По распределению систем по количеству проектов, как показано на рис. 1.3, не включая партнерские решения: 1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования занимает 19,65%; Oracle E-Business Suite (OEBS) – 11,4%; TRIM-PMS (Planned Maintenance System) – 8,34%; Галактика ТОРО – 7,69%; TRIM – 14,09%, другие системы в общем составляют 38,83% проектов внедрения. [50]

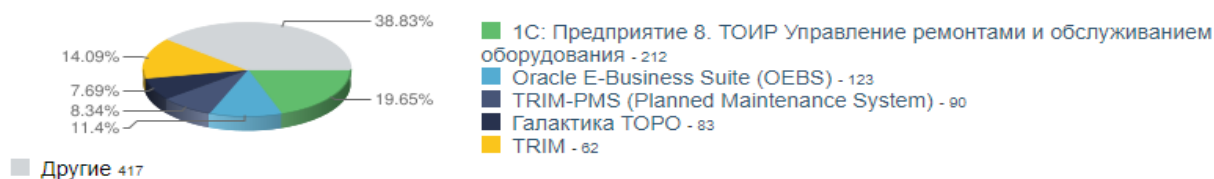


Рис. 1.3 Распределение систем по количеству проектов, не включая партнерские решения

### 1.3. Описание информационных систем технического обслуживания и ремонта оборудования

Информационная система 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования представляет собой эффективный инструмент по автоматизации имеющихся на предприятии служб, путем налаживания гибкого учета и управления ресурсами.

Данная система располагает широким функционалом и отлично подойдет для работы руководству компании. Открытость платформы позволяет вести подотчетную производственную логистику, контролировать производственные активы, управление и планирование ресурсами предприятия, широкий выбор функционала для анализа производства. [1]

Для диспетчеров и руководителей подразделений данная система позволяет наладить свой внутренний производственный процесс, взаимосвязи между подразделениями, а так же обеспечить контроль и снизить простои в работе.

Для ремонтной службы в частности, 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования, позволяет сохранять историю производимых работ, вести учет потребностей ресурсов, хранить и использовать как архив нормативно-справочную информацию по оборудованию и всю техническую документацию, рассчитывать графики ремонтных мероприятий, выписывать наряды на работу, вести анализ состояния оборудования.

Решение 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования предназначено для сотрудников следующих подразделений:

1. Служба ремонта.
2. Экономический отдел.
3. Служба снабжения.
4. Служба контрольно измерительных приборов и автоматики.
5. Служба энергетики.
6. Служба метрологии.
7. Отдел промышленной безопасности.
8. Отдел по автоматизированной системе управления техническим процессом. [2]

Данное решение станет неотъемлемой частью производственной логистики как в составе информационных систем управления, так и как отдельный продукт. Решение подходит под разнообразные виды организации предприятия.

Основные функции «1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования»:

### *Введение нормативно-справочной информации*

Система располагает широким функционалом и позволяет вести учет по всему предприятию в целом, а так же по каждой управленческой единицы. То есть, иными словами, в учете может принимать участие не только головная организация, но и цеха, участки, оборудование и различные узлы. Данная возможность позволяет более отчетливо и наглядно представить структуру предприятия, ее подчиненности и составляющие. Такой вид хранения информации так же реализован, например, в справочнике «Объекты ремонта», в котором хранится информация об оборудовании и его паспортные данные.

### *Ведение паспортов оборудования*

В паспорте оборудования содержится информация о технической документации, которую в свою очередь можно просмотреть.

Для учета расходов затраченных на ремонт и планирования будущего и текущего бюджета реализована гибкая система отчетности по ремонтам. Например, в системе реализована возможность отображения структуры ремонтных служб таких, как служба механики, служба сантехники, служба энергетики. Чтобы вычислить стоимость ремонта, в наряде указываются исполнители и их разряды. Так же реализован учет в целом обеспеченности по всему объему ремонтных работ, такие, как трудовые ресурсы, материальные и их стоимость. В системе возможно вести различные виды ремонтов.

### *Формирование графика ремонтов*

Так как информационная система нацелена на улучшение производственной логистики в целом по предприятию так и в частности по подразделениям, то формировать графики производства можно на любую управленческую единицу, а так же на основании ремонтных периодов оборудования.

### *Ведение нарядов на работы*

Ремонтные работы на предприятии сопровождаются документом «Наряд на выполнение ремонтных работ». Данный документ сочетает в себе информацию по

всем заявкам на материалы, которые необходимы при выполнении данного наряда. Так же существует возможность выполнения части наряда, что позволяет более точно отслеживать выполнение работ.

#### *Формирование потребности в материально-техническом обеспечении*

В автоматическом режиме, после ввода всех необходимых данных, формируется плановый график материально-технических потребностей ремонта. Данный график можно планировать на различные периоды времени.

#### *Оптимизация затрат на ремонты*

Составление графиков ремонтных работ, система учитывает технические характеристики оборудования, позволяющие минимизировать время простоя оборудования в связи с планово-предупредительными или аварийными работами. Благодаря истории ремонтов и «прозрачности» учета в системе становится достаточно просто вести учет парка оборудования и принимать важные управленческие решения.

В приведенной ниже табл. 1.2 можно увидеть основные знаковые показатели, основанные на механизмах реализованных в «1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования», которые получит та или иная служба предприятия, после внедрения данной информационной системы, тем самым увеличив рентабельность предприятия, повышение показателей выпускаемой продукции, сокращение расходов, увеличение прибыли.

Таблица 1.2

## Основные выгоды от автоматизации различных служб предприятия

Службы предприятия	Выгоды от проекта
Собственники бизнеса	Увеличение прибыли за счет оптимизации производственной логистики, повышение оборота предприятия, так же как и повышение качества выпускаемой продукции, гибкость управления и информативная отчетность для анализа.
Служба метрологии	Автоматизация планирования графиков поверок оборудования.
Отдел промышленной безопасности, пожарной охраны, экологии	Соблюдение существующих норм и контроль безопасности на предприятии.
Отдел бухгалтерии	Оперативное получение необходимой документации.
Служба материально-технического обеспечения	Снижение срочных закупок на производстве за счет планирование графиков ремонта и обслуживания, ведения истории ремонтов оборудования.
Экономические службы	Улучшение планирование бюджета, снижая запасы на риски и оптимизируя будущие периоды за счет аналитики ремонтов.
Кадровая служба	Улучшение качества работы и мотивации сотрудников.
Служба информационных технологий	Единое пространство для всех служб предприятия позволяет более оперативно и качественно обеспечивать надежность, стабильность и правильное поведение информационной системы.

Продолжение табл. 1.2

Службы предприятия	Выгоды от проекта
Технические службы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ведение строго учета в технической документации, соблюдение требований Госгортехнадзора.</li> <li>– Простое планирование «1С:Предприятие ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования» графиков и работ.</li> <li>– Простота контроля выполненных и запланированных работ.</li> <li>– Возможность обосновать предложение об улучшении того или иного механизма в работе службы или работе оборудования за счет наличия полной и достоверной информации, на основе которой можно составить финансовое обоснование необходимости оптимизации.</li> <li>– За счет своевременного пополнения необходимыми ресурсами для выполнения работ можно сократить время простоя технической службы.</li> <li>– Так как информационная система подразумевает под собой автоматизированность части процессов, то связь между различными службами и оперативность реагирования повышается.</li> </ul>

Интерфейс программного продукта, показанный на рис. 1.4, 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования достаточно лаконичный и имеет приятный стиль.



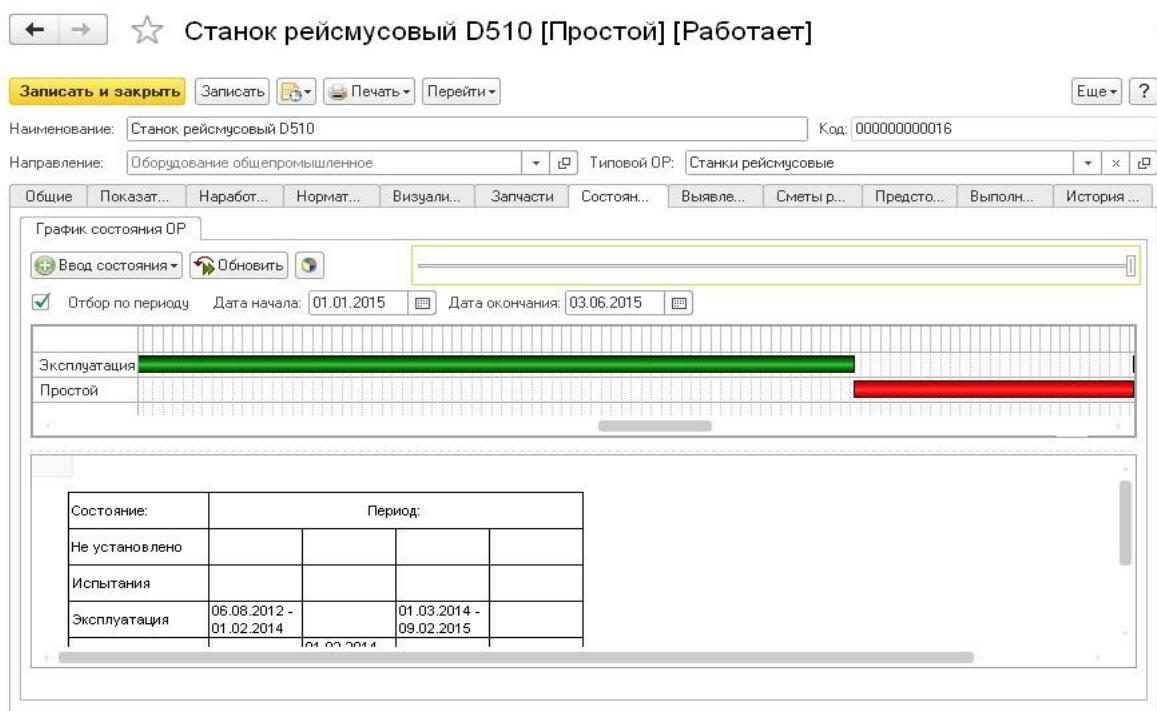


Рис. 1.4 Интерфейс учета показателей эксплуатации

TRIM — российский программный продукт класса EAM/MRO (Enterprise Asset Management/Maintenance, Repair and Overhaul — Управление Активами Организации/Обслуживание, Ремонт и Модернизация).

Информационная система TRIM является сетевой, сочетает в себе многоуровневую технологию построения программного обеспечения с использованием распределенной базы данных и технологию «клиент-сервер». Данный продукт имеет модульную структуру, состоящую из группы базовых модулей и группы прикладных. [26]

При эксплуатации оборудования существует необходимость сервисной поддержки со стороны поставщика. Покупатель оборудования заинтересован в том, чтобы производитель обеспечивал своевременное обслуживание и ремонт, поддерживал надежную работу оборудования, его готовность, с оптимизацией затрат в течение жизненного цикла.

Удовольствие покупателя качеством сервисной поддержки позволяет производителю сохранять и увеличивать объемы продаж.

Заказчики данной системы крупные предприятия России такие как: ПАО «ГАЗПРОМ НЕФТЬ», горно-металлургическая компания ПАО «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ», различные государственные структуры и отрасли.

Интерфейс данного программного продукта, показанный на рис. 1.5, является морально устаревшим и сложным в восприятии из-за многочисленных кнопок.

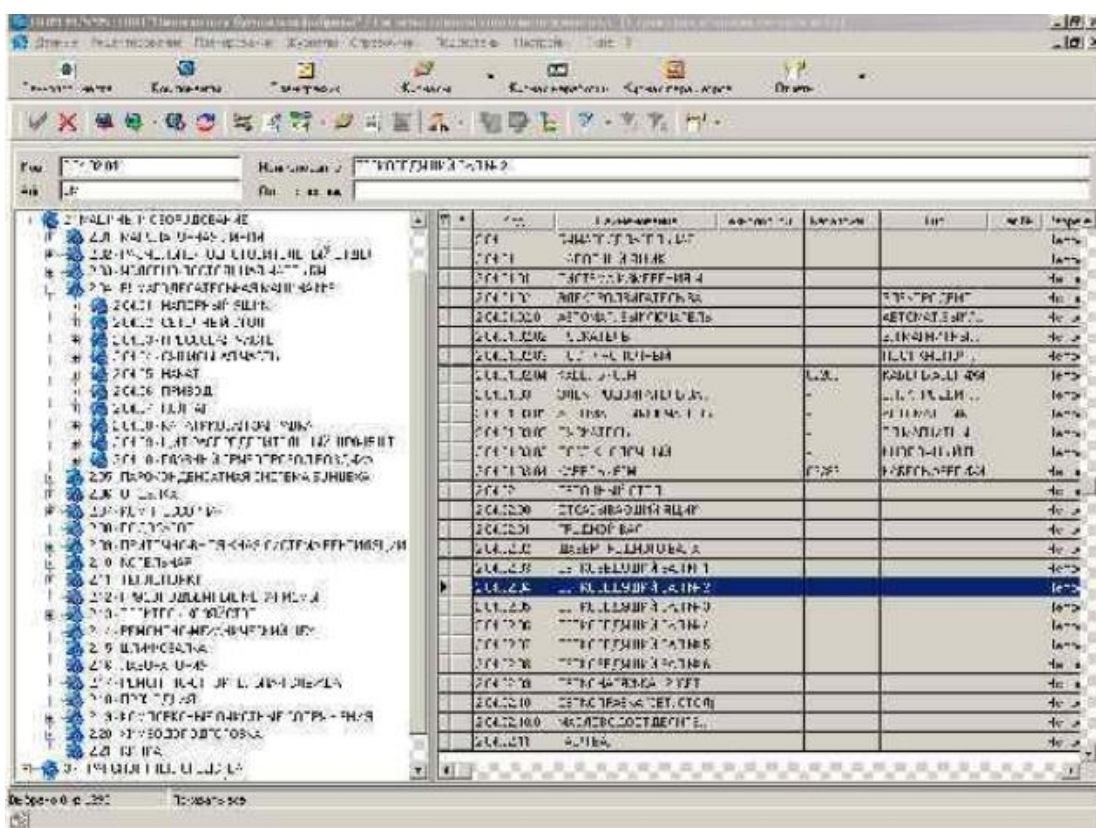


Рис. 1.5 Пример структуры оборудования

Oracle E-Business Suite - это ERP-система компании «Oracle», которая реализует возможность управление предприятием за счет контроля всех производственных активов в рамках различных разрезов предприятия.

Система Oracle E-Business Suite благодаря бизнес-аналитики помогает решать различной сложности специфические и обычные задачи, стоящие перед организацией. [49]

Интерфейс системы Oracle E-Business Suite, показанный на рис. 1.6, приятно располагает к себе и не имеет чрезмерной загруженности кнопками и лишними вкладками.

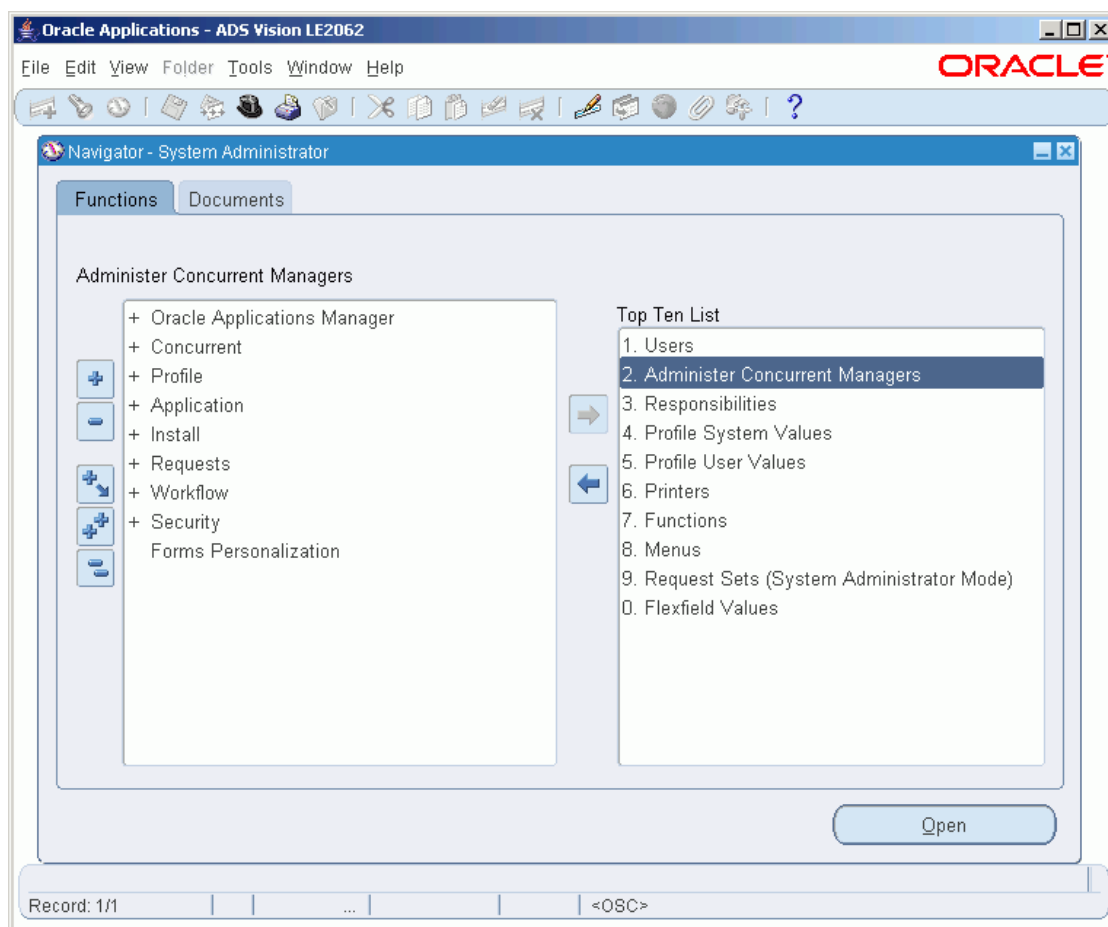


Рис. 1.6 Интерфейс настройки программы

Комплекс TRIM-PMS – это качественное решение автоматизации и управления ремонтными службами и обслуживанием оборудования, включающая:

1. платформу TRIM;
2. инструкции по эксплуатации системы и работы в ней;
3. проведение планово-предупредительного и аварийного ремонта оборудования;
4. анализ эффективности работы службы ремонта;
5. отчетность и анализ по проведенным работам службы;
6. широкий функционал для отражения работы и ведения учета оборудования на предприятии, а так же различных служб. [51]

На рис. 1.7 представлен пример отчета, сделанный в системе TRIM.

ГОДОВОЙ ПЛАН-ГРАФИК РАБОТ														
2014 год														
"Предприятие" / Основные производственные фонды														
№ п/п	Код ТМ Наименование ТМ													
			январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	000.00.00; Объекты технического обслуживания													
11-0000001	ВНП	[ЗД-001] Поэлементный осмотр зданий и сооружений					20.06.14 08:00		20.06.14 16:00		0.06.14 08:00	20.06.14 10:07		
11-0000002	Дефект					20.06.14 00:00		20.06.14 00:00		0.06.14 00:00		20.06.14 00:00		
1	000.00.00 Объекты технического обслуживания		План						2					
			Факт						2					
2	100.10.00; Производственный корпус													
14-0000820	План	[ЗД-002] Общий осмотр зданий и сооружений				01.01.14 08:00		31.01.14 16:00						
14-0000873	План	[ЗД-003] Капитальный ремонт зданий и сооружений				20.01.14 08:00		20.01.14 16:00						
09-0000441	Дефект	Переделать ремонт				22.01.14 08:00		22.01.14 16:00		2.01.14 08:00		22.01.14 16:00		
10-0000323	План	[ЗД-002] Общий осмотр зданий и сооружений				24.05.14 08:00		24.05.14 16:00						
14-0001237	План	[ЗД-002] Общий осмотр зданий и сооружений				01.07.14 08:00		31.07.14 16:00						
09-0000324	План	[ЗД-002] Общий осмотр зданий и сооружений				24.09.14 08:00		24.09.14 16:00		4.08.14 08:00		24.08.14 16:00		
10-0000737	План	[ЗД-002] Общий осмотр зданий и сооружений				24.11.14 08:00		24.11.14 16:00						
2	100.10.00 Производственный корпус		План	3				ЗД		ЗД		ЗД		
			Факт	Деф						ЗД-002		ЗД		
3	100.10.10; Конструкции внутренние													
10-0000001	План	[ЗД-001] Поэлементный осмотр зданий и сооружений				01.01.14 08:00		31.01.14 16:00						
09-0000447	Дефект	Заменить переключатель				27.03.14 08:00		27.03.14 16:00		1.04.14 08:00		01.04.14 16:00		
10-0000203	План	[ЗД-001] Поэлементный осмотр зданий и сооружений				01.04.14 08:00		31.04.14 16:00						

Рис. 1.7 Годовой план-график с показом информации по каждой работе

Галактика ТОРО – данная система предназначена для управления техническим обслуживанием и ремонтом производственного оборудования и поддержки задач отделов энергетики, механики, метрологии промышленных предприятий.

В информационной системе реализовано: дополнительные опции справочника «Шаблоны объектов ремонта»; расширены возможности создания и формирования нумерации объектов ремонта; расширенные средства по использованию настроек; возможность добавлять в каталог новые объекты ремонта, возможность выполнять действия над несколькими объектами в информационной системе одновременно. [8]

На рис. 1.8 представлен интерфейс системы Галактика ТОРО. Он имеет приятный цвет, хорошую графичность и так же не имеет загруженности в области рабочих панелей и вкладок.



Рис. 1.8 Интерфейс каталога «Объекты ремонта»

Maximo вместе с данными Интернета вещей, датчиков и устройств, получаемыми от сотрудников, имеет в своем функционале систему предупредительных мер о ресурсах и обеспечить сокращение времени внеплановых простоев оборудования и повысить эффективность работы парка оборудования. Наличие таких данных помогает представить как используются активы предприятия на различных производственных площадках практически в реальном времени и позволяет: повысить рентабельность производственного оборудования, продлить срок службы, сократить расходы на новое оборудование и снизить расходы на ремонт. [46]

Интерфейс Maximo представлен на рис. 1.9 и имеет очень приятный вид, интуитивно понятный.

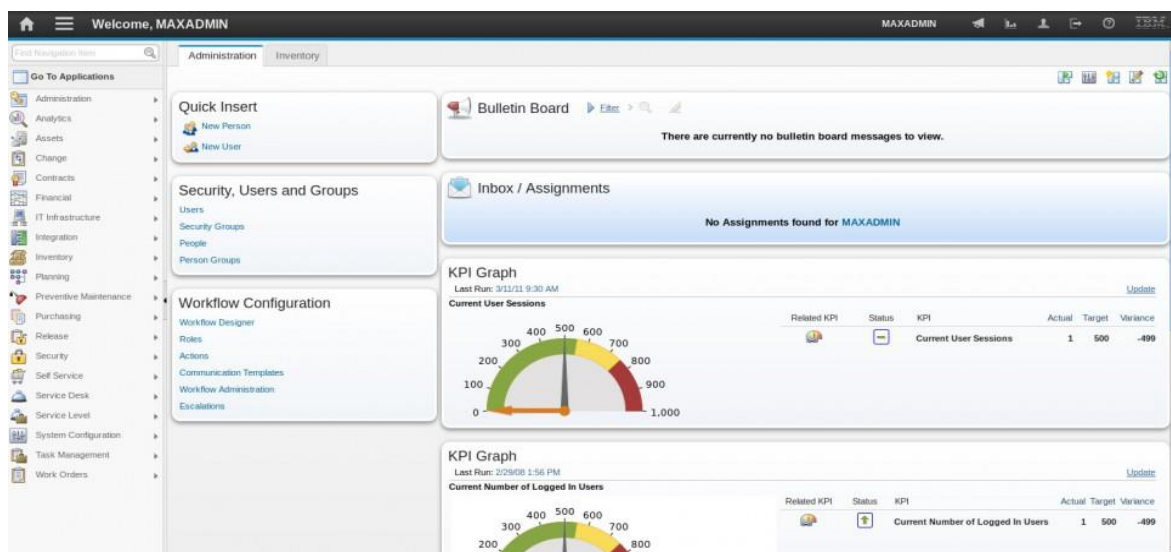


Рис. 1.9 Начальная область информационной системы IBM Maximo

#### 1.4. Анализ информационных систем по критериям и обоснование выбора

Для того чтобы определиться с выбором системы для организации необходимо выявить критерии, по которым будут сравниваться информационные системы.

В ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ на сегодняшний день уже существует 1С:Управление производственным предприятием 8 и 1С:Предприятие 8. MES Оперативное управление производством. Схема связей информационных систем представлена на рис. 1.10. Данная схема наглядно показывает взаимосвязи систем внутри ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ. Так как мы говорим о техническом обслуживании и ремонте оборудования коммерческий контур нас не интересует.



Рисунок 1.10 Структура информационной системы ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ

На предприятии четко выстроена интеграция в промышленном контуре, что позволяет минимизировать ввод однотипных данных во множество систем, службы вносят свою информацию и она распространяется по остальным системам таким образом, чтобы каждый отдел получил необходимые для него значения.

Согласно карточке решений фирмы 1С:Предприятие, 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования уже имеет стандартные правила и схему обмена с 1С:Управление производственным предприятием 8, тем самым облегчая интеграцию и автоматизацию данного предприятия. При внедрении в ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования позволит создать более полную информационную карту предприятия, которая поможет принимать решения основываясь на более точных и структурированных данных, планировать затраты, производство и многое другое.

Первым пунктом стоит рассмотреть интеграцию системы технического обслуживания и ремонта с остальными необходимыми и действующими на предприятии системами, которая представлена в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Возможность интеграции программного продукта с уже существующими  
информационными системами на предприятии

Продукт	Возможность интеграции
1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования	Есть возможность, имеется типовой обмен с 1С:Управление производственным предприятием 8. Есть разработанная конфигурация для разработки и изменения правил обмена и настройки его между конфигурациями на платформе 1С:Предприятие.
TRIM	Есть отдельные проекты связанные с обменом между TRIM и 1С продуктами.
Oracle E-Business Suite (OEBS)	Есть отдельные проекты, нет данных о типовом конверторе.
TRIM-PMS (Planned Maintenance System)	Есть отдельные проекты связанные с обменом между TRIM-PMS и 1С продуктами.
Галактика ТОРО	Разработан специальный модуль для обмена данными с 1С:Управление производственным предприятием 8.
IBM Maximo	Возможность воспользоваться обменом xml-файлов или дополнительно приобрести IBM ESB-шину.

Как уже говорилось выше, в ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ информационные системы реализованы на платформе 1С:Предприятие. Стоит отметить, что по данным из таблицы следует, что наилучшая интеграция возможна у продукта 1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования, так как от фирмы 1С:Предприятие можно приобрести специальную конфигурацию «Конвертация данных», где можно описать и создать правила обмена для каждой из необходимых конфигураций на



предприятию, настроить не только ограниченный список объектов на обмен, но и создать уникальный в своем роде, подходящий максимально точно, план обмена. Остальные продукты не могут похвастаться такими же возможностями, в них не предусмотрен типовой обмен с различными конфигурациями 1С:Предприятия и нет возможности напрямую передавать желаемые данные из системы в систему.

Вторым немаловажным фактором, помимо простоты интеграции с другими информационными системами предприятия, является стоимость продукта. На рынке информационных технологий присутствует два самых распространенных вида продажи услуг и информационных систем. [25] Первый вариант, так называемый «коробочный», заключается в том, что программный продукт становится предназначенным для неопределенного круга покупателей, поставляется на условиях стандартизации функционала для всех покупателей, в отличие от программного продукта, который разрабатывается на заказ, под определенную организацию или предприятие, обусловленное конкретными требованиями и в отличие от проектной доработки или разработки функционала, дополняющего стандартные (базовые) возможности, проектного программного продукта. [16] Второй вариант – это, когда фирма разработчик или ее представители не продают коробочный программный продукт, а внедряют информационную систему вместе с заказанным функционалом. Существует большое количество различных систем продаж программных продуктов. Благодаря такому широкому выбору, предприятие может подобрать для себя именно тот вариант, который подойдет именно ему. Попробуем в табл. 1.4 рассмотреть стоимость продуктов, которые наиболее популярны в российском сегменте систем ЕАМ. Так же, при покупке информационной системы следует учитывать то, что лицензия на продукт зачастую покупается на количество рабочих мест и может продаваться отдельно.

Таблица 1.4

## Цена коробочного варианта программного продукта

Продукт	Цена, руб.
1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования	72000
TRIM	Неизвестно
Oracle E-Business Suite (OEBS)	От 300000
TRIM-PMS (Planned Maintenance System)	Неизвестно
Галактика ТОРО	Неизвестно
IBM Maximo	Неизвестно

По собранным данным становится понятно, что в открытом доступе не так много информации о ценах продуктов, как и о варианте покупки коробочного решения. В большинстве случаев предлагается внедрение вместе со специалистами разработчика и встречается очень мало информации о самостоятельном внедрении предприятием информационной системы. Далее необходимо помнить, что для каждого рабочего места нужно будет приобрести лицензию, которая продается отдельно и распространяется по каждому рабочему месту. То есть необходимо знать сколько рабочих мест или подключений одновременно должны работать в выбранной системе. Лицензия обычно продается на год. При необходимости лицензии можно докупать.

Третьим немаловажным фактором при выборе информационной системы можно считать интерфейс. Он должен быть лаконичным, понятным и удобным. Не должен заставлять пользователя совершать множество манипуляций, водить мышкой из одного угла монитора в другой, давал бы возможность использовать горячие клавиши, не имел множества ненужных кнопок, которые больше мешают и создают нагромождение экрана, чем мешают легкому сосредоточению пользователя на работе. Так же было бы преимуществом, если бы информационная система имела поддержку русского языка, так как предприятие работает на территории Российской Федерации, сотрудникам гораздо удобнее и

проще работать в русскоязычной системе. Результаты сравнения представлены в табл. 1.5.

Таблица 1.5

#### Возможность поддержки русского интерфейса

Продукт	Русский язык
1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования	Есть
TRIM	Есть
Oracle E-Business Suite (OEBS)	Есть
TRIM-PMS (Planned Maintenance System)	Есть
Галактика ТОРО	Есть
IBM Maximo	Неизвестно

На основании информации представленной в табл. 1.5 можно сделать вывод, что только у продукта IBM Maximo не удалось узнать возможности настройки языка интерфейса. Поддержка по данному продукту может осуществляться на русском языке. У всех остальных программных продуктов есть возможность поддержки русского интерфейса.

Нередко коробочный вариант системы подходит не каждому так идеально, как хотелось бы. И зачастую предприятию приходится дорабатывать функционал под себя. Как пример, отчеты по производству могут стать большой проблемой, если сложность их реализации будет очень высока. Не всегда типовые отчеты, предлагаемые в коробочном варианте, подходят или могут покрыть всю требуемую информацию от системы. В табл. 1.6 приведенной ниже предлагается рассмотреть среднюю стоимость одного часа программиста при доработке информационной системы.

Таблица 1.6

## Стоимость работы программиста в час

Продукт	Стоимость работы, руб.
1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования	2000
TRIM	3000
Oracle E-Business Suite (OEBS)	5000
TRIM-PMS (Planned Maintenance System)	3000
Галактика ТОРО	3500
IBM Maximo	5000

Благодаря широкому распространению 1С:Предприятие в интернете существует множество пособий по доработке типовых решений или же написании новых. Все остальные системы имеют более закрытую структуру и самостоятельная их доработка может не увенчаться успехом.

Технические требования порой заставляют принимать кардинальные решения, так как некоторые продукты на рынке не могут работать при малой мощности серверов и персональных компьютеров. Система будет малоэффективна, если ее производительность не будет на высоте.

Минимальные технические требования к оборудованию у 1С:Предприятие, под системными требованиями подразумеваются необходимые для установки компоненты для операционной системы, то есть обновления операционной системы: желательно иметь оперативную память 2048 Мб и выше, чтобы облегчить нагрузку на процессор при вычислении больших данных и для улучшения работоспособности системы. Для сервера базы данных технические характеристики и операционная система должны соответствовать требованиям Microsoft SQL Server, PostgreSQL, IBM DB2, Oracle Database. [34]

Общие требования к серверам системы управления базами данных для TRIM и TRIM-PMS состоят в следующем:

1. для предупреждения потери данных сервер базы данных должен

иметь бесперебойное оборудование;

2. существует необходимость доступа TRIM к базе данных Microsoft SQL Server или Oracle Database, одну из которых необходимо использовать;

3. операционная система должна соответствовать требованиям Microsoft SQL Server или Oracle Database;

4. рекомендуется строить локальную вычислительную сеть узла сети TRIM так, чтобы с одним терминальным сервером этого узла работало одновременно не более 20-30 пользователей.

В остальном для TRIM и TRIM-PMS используются те же рекомендации по характеристикам оборудования, что и у остальных продуктов в данной отрасли.

Системные требования для Oracle® Database 11g Release 1 (11.1) for Microsoft Windows (64-Bit) требуют не менее 1 Гб оперативной памяти, в целом так же предоставляют средние требования, подходящие практически под каждый персональный компьютер в наше время. Отличительной особенностью данного решения стоит отметить высокие требования к программному обеспечению. Необходимо четко следовать инструкции и устанавливать необходимые компоненты и вспомогательные программные продукты. [4]

В ходе анализа минимальных технических характеристик было обнаружено, что для персонального компьютера данных нет.

Для работоспособности IBM Maximo, рассмотрев техническую документацию продукта, удалось выяснить, что для данной информационной системы необходимо иметь достаточно минимальный набор технического оборудования и вычислительных данных для того, чтобы установить и использовать выбранную систему на персональных компьютерах и серверах предприятия. Анализ полученных данных по требуемым характеристикам программных продуктов представлены в табл. 1.7.

Таблица 1.7

## Технические требования к оборудованию

Продукт	Требования
1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования	Низкие
TRIM	Низкие
Oracle E-Business Suite (OEBS)	Низкие
TRIM-PMS (Planned Maintenance System)	Низкие
Галактика ТОРО	Неизвестно
IBM Maximo	Низкие

Благодаря составленным таблицам стало очевидным, что по многим параметрам 1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования превосходит своих конкурентов. 1С: Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования прекрасно подходит для ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ благодаря возможности русского интерфейса, его лаконичности и простоте. Более легкой и удобном доработки под нужды предприятия, его низкой цене по отношению к другим информационным системам, возможности интеграции между системами ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ.

### 1.5. Выводы

В ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ используются различные информационные решения, интегрированные между собой. Это позволяет поддерживать актуальность информации на высоком уровне и позволяет грамотно реализовать управление предприятием.

В организации были выявлены проблема. Одна из самых главных проблем оказалась отсутствие регламентированного учета оборудования. Это приводит к повышению уровня брака на производстве, простоею оборудования и достаточно большим издержкам на технический ремонт и обслуживание.

Было принято решение рассмотреть существующий рынок информационных систем и проанализировать предложенный функционал. [3]

На предприятии большинство информационных систем реализованы на платформе 1С:Предприятие 8, что в ходе анализа предложений на рынке стало одним из главных параметров при выборе системы. Программный продукт должен иметь возможность гибкой настройки и доработки интеграции с уже существующими системами.

Таким образом, анализируя лидеров рынка EAM-систем можно отметить, что при выборе информационной системы 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования повышается эффективность управления бизнесом за счет единой платформы на предприятии. Легкая интеграция с финансовыми, техническими и управленческими системами, по сравнению с аналогичными системами EAM позволяет настроить гибкую и прозрачную производственную логистику. Данные вводимые в систему смогут быть доступны для различных подразделений в момент, когда они потребуются.

Внедрение автоматизированной системы 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования позволяет улучшить отдачу от производственных фондов предприятия на единицу инвестированного капитала, благодаря чему возможно снижение стоимости выпускаемой продукции, общий рост инвестиционной привлекательности предприятия на рынке и улучшение качества продукции.

## ГЛАВА 2. ОПТИМИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

### 2.1. Цифровое производство

Необходимым условием для организации на промышленном предприятии Цифрового производства (Индустрия 4.0) является создание единого информационного пространства, с помощью которого все автоматизированные системы управления предприятием, а также промышленное оборудование могут оперативно и своевременно обмениваться информацией.

Одним из самых главных условий реализации цифрового производства является функционал, который позволит автоматически собирать данные о работе всех производственных объектов (оборудование, рабочие места сотрудников, сервисные службы и т. д.) в единое информационное пространство, в целях управления производством. [17]

Снижение затрат и себестоимости:

1. оптимизация графика работы производственного персонала и оборудования;
2. отказ от дополнительного оборудования;
3. снижение эксплуатационных расходов;
4. снижение расходов на электроэнергию;
5. снижение производственных затрат на 1 станко-час.

Мониторинг оборудования и персонала:

1. Определение реальной загрузки оборудования.
2. Определение фактической производственной мощности станка, участка, цеха, предприятия.
3. Снижение затрат на производство единицы продукции.
4. Выявление узких мест технологической цепочки.
5. Оценка реальных потерь рабочего времени и производственных



ресурсов, выявление ответственных.

6. Улучшение трудовой дисциплины.
7. Оптимизация графика работы (отказ от работы в выходные, отказ от 2 или 3 смены).
8. Повышение эффективности работы сервисных служб.
9. Принятие точечных верных решений при приобретении дополнительного оборудования или модернизации.

Контроль производства:

1. Оптимизация технологических процессов изготовления продукции.
2. Уменьшение времени производственного простоя.
3. Сокращение выпуска бракованной продукции.
4. Формирование обоснованных технологических норм.
5. Снижение затрат на производство единицы продукции.

Управление простоями:

1. Сокращение продолжительности внеплановых простоев.
2. Предотвращение аварийных поломок оборудования.
3. Снижение затрат на производство единицы продукции.

Управление программами для станков с ЧПУ:

1. Увеличение загрузки и производительности станков с ЧПУ.
2. Предотвращение брака, поломки инструмента и оборудования.
3. Уменьшение времени наладки станка.
4. Снижение затрат на производство единицы продукции.

Контроль эффективности энергопотребления:

1. Проведение анализа энергоэффективности оборудования.
2. Снижение затрат на электроэнергию.
3. Планирование потребления электроэнергии. [47]

## **2.2. Понятие умной системы мониторинга производственной логистики**

Умная система мониторинга производственной логистики позволяет контролировать работу станочного парка и производственного персонала в режиме реального времени, выполнять классификацию и анализ простоев, проводить оперативную диспетчеризацию цеховых и сервисных служб, передавать управляющие программы на станки с ЧПУ, выпускать отчетную документацию, взаимодействовать с системами планирования и управления производством.

Для улучшения качества полученных данных используется считывающее оборудование, не зависящее или ограничивающее возможности умышленного ввода некорректных данных, что позволяет добиться актуальных данных и выявить «слабые» места производства.

Данные о работе оборудования можно выводить практически на все виды устройств вывода, что позволит оперативно принимать решения.

Программа показывает: включен станок или выключен. Если он в работе, в интерфейсе программы можно увидеть графики и диаграммы: продолжительность полного цикла обработки и отдельных операций, время нахождения инструмента в материале, динамические изменения подачи и нагрузки, аварии. Можно посмотреть набор статистических отчетов. И вся эта информация доступна в любом месте заводской - компьютерной сети, а также через интернет, то есть локальный или дистанционный контроль производства работает круглосуточно.

Данная система хорошо подходит для предприятий, где производятся детали из материалов неоднородной твердости, а размер отливок и поковок (из-за материалов с твердыми участками и вкраплениями в них) может сильно варьироваться. Система на каждом этапе может контролировать процессы выполнения технологических операций и уменьшить количество брака, тем самым, обеспечить непрерывность производства. [11]

Ключевым объектом управления является производственное оборудование и его состояние и это должно являться отправной точкой во внедрении системы управления ремонтами и обслуживанием на предприятие. В первую очередь в этом направлении должна осуществляться соответствующая автоматизация процессов.

Данная область хорошо описана и проработана в российской серии ГОСТ 27 и других, так и международным стандартом ISO 55000. Техническая диагностика, прогнозирование отказа, анализ видов и последствий отказов и другие технические методы работы – это та область, с которой работает техническая служба и которая им понятна. Необходимо понимать, что производственное оборудование является опасным промышленным объектом, работа с которым технически регламентирована и должна выполняться в полном объеме в соответствии со стандартами и действующими требованиями.

Таким образом, система поддержки принятия решений должна не противоречить основным функциональным работам ремонтной службы, а дополнять ее. Данный подход позволяет:

- идентифицировать и группировать дефекты;
- выявлять отказы и анализировать их;
- находить слабые и ненадежные элементы системы;
- разрабатывать собственную политику решения технических задач.

Это позволяет не только поддерживать производственное оборудование в рамках установленных требований качества, но и гарантировать надежную и безотказную работу. Комбинирование умной системы мониторинга производственной логистики и 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования позволит увеличить межремонтный ресурс, что в свою очередь приведет к значительному снижению стоимости обслуживания производственных активов, за счет слаженной работы оптимизации производства

и перехода его на ремонт по техническому состоянию и аналитики в системе поддержки принятия решений.

Несмотря на то, что существует множество факторов, влияющих на выбор оптимальной стратегии эксплуатации определенной единицы продукции, ключевым фактором является способность выполнять свой функциональный потенциал в надлежащем качестве и объеме. При выполнении системой своих производственных функций и исключения возможности ущерба для производства различные группы оборудования и единицы техники имеют разную значимость и приоритеты. Цель стратегии данной системы заключается в том, чтобы не дать понести значительные потери и последствия, в связи с выходом из строя особо важных объектов производства, обеспечение надежности производственной логистики.

Отнесение производственного оборудования к той или иной категории значимости и приоритетности – означает осуществление определенного набора действий в соответствии с оптимальной стратегией обслуживания и ремонта – работа на отказ, ремонт по состоянию или обслуживание по наработке.

Для анализа эффективности эксплуатации производственного оборудования необходимо учитывать несколько показателей: использование ресурсов при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту и использование мониторинга ключевых показателей эффективности на основе умной системы мониторинга производственной логистики. [9]

### **2.3. Методы системного анализа**

Методы системного анализа применяются тогда, когда лицо, принимающее решение не имеет необходимых сведений и информации об определенной объективной ситуации, состоянии или процессе, позволяющих ее обработать и найти решение задачи, которая стоит перед данным лицом или данной информации недостаточно для успешного решения текущей задачи.

Для решения таких задач рекомендуется использовать различные подходы, применяемые в системе анализа для создания эффективной совокупности идей с целью получения оптимального решения.

Данная методика помогает достигнуть полноты анализа и в последующем формировании модели оптимального принятия решений.

В методике системного анализа чаще всего сочетаются методы активизации интуиции специалистов и методы формального представления систем. [21]

Методы активизации интуиции специалистов выявляет и обобщает мнение экспертов, которые, в свою очередь, вырабатывают экспертные оценки. Экспертными оценками называются количественные и качественные оценки явлений и процессов, которые выполняются экспертами на основании суждений. Методы активизации интуиции чаще всего применяется при наличии необходимости учитывать множество критериев оценки в экономических, инновационных, инвестиционных, плановых решениях. [22]

Методы формального представления систем включают в себя множество методов, такие как:

1. Аналитические методы, которые включают в себя методы классической математики.
2. Статистические методы.
3. Теоретико-множественные методы.
4. Логические методы.
5. Лингвистические методы.
6. Графические методы.

#### **2.4. Оптимизации портфеля реальных инвестиций предприятия**

Процесс оптимизации материальных и информационных потоков предприятия связан с выбором количества таких предоставленных инвестиционных предложений, которые будут являться наиболее

привлекательными. Такие предложения должны при заданном уровне обеспечивать инвестору получение наибольшего объема чистой прибыли. При этом необходимо учитывать, что характер взаимовлияния инвестиционных проектов может быть разным и плохо коррелироваться друг с другом (независимые, альтернативные т.д.). [7]

Пространственная оптимизация выполняется при следующих условиях:

1. общая сумма финансовых ресурсов предприятия на выбранный конкретный период ограничена сверху;
2. суммарный объем требуемых инвестиций нескольких взаимно независимых инвестиционных проектов превышает имеющиеся у предприятия ресурсы;
3. требуется составить портфель инвестиций предприятия, максимизирующий в последствии суммарный возможный прирост капитала. [37]

Последовательность действий в пространственной оптимизации:

1. выбирается критерий, по которому определяется наиболее эффективный инвестиционный проект для предприятия, например чистая приведенная стоимость, который должен быть максимальным;
2. для каждого проекта рассчитывается индекс рентабельности;
3. инвестиционные проекты располагаются по убыванию значения индекса рентабельности;
4. в инвестиционную программу включаются проекты до тех пор, пока общий объем инвестиционных ресурсов не превышает бюджет денежных ресурсов. [29]

Временная оптимизация портфеля инвестиций предприятия предусматривает распределение инвестиционных предложений на два портфеля. Это позволяет при ограниченности ресурсов применить финансирование в текущем и следующем году. Данное ограничение подразумевает то, что проекты не могут быть профинансированы в планируемом году одновременно, но

реализация отдельных инвестиционных проектов предприятия или дофинансирование части из них может быть перенесено на следующий год. [30]

Последовательность действий во временной оптимизации:

1. общая сумма финансовых ресурсов предприятия в планируемом году ограничена сверху;
2. ввиду ограниченности финансовых ресурсов несколько доступных и независимых инвестиционных проектов не могут быть реализованы в планируемом году одновременно. Но в следующем году оставшиеся проекты или их части могут быть реализованы;
3. требуется оптимальное распределение проектов по двум годам.

Пространственно-временная оптимизация выполняется при условии, когда инвестор имеет возможность коррелировать во времени источники финансирования и доступные проекты.

## **2.5. Ценность умной системы мониторинга производственной логистики**

Для того чтобы реализуемый проект приносил пользу для организации, необходимо определить, является ли запрос достаточно ценным. Без четкого понимания ценности умной системы мониторинга производственной логистики для бизнеса, может так оказаться, что проект будет лишь носить поверхностную ценность, но на самом деле не являться таковым. [27]

### **2.5.1 Ценность для собственника бизнеса**

Благодаря автоматическому снятию показаний оборудования данные в систему будут попадать напрямую, что позволит распоряжаться более точной и верной информацией. Собственник бизнеса сможет увидеть реальную картину работы производства, а так же построенную производственную логистику. Автоматическое создание документов на основе получаемой информации от оборудования позволит уменьшить время работы в системе и на внесение данных.

В свою очередь это позволяет больше внимания уделять ремонту оборудования и повышению его эффективности. Уменьшение затрат происходит за счет сокращения потерь рабочего времени, уменьшения длительности производственного цикла, роста загрузки оборудования. Так же, оптимизация затрат на ремонт оборудования, оперативность в заказах на материалы, возможность спрогнозировать потери на обслуживание оборудования на период. Возможность создания и внедрения эффективной системы повышения мотивации персонала. Использование системы мониторинга ведет к повышению дисциплины на предприятии, к оптимизации работы производственных служб. Система мониторинга производственной логистики становится не просто инструментом контроля, а методом получения важной информации, которая позволяет принимать грамотные управленческие решения и оптимизировать производственный процесс. [18]

### 2.5.2 Ценность для финансовых служб

При техническом обслуживании оборудования задействованы не только ремонтные службы, но и финансовый отдел. В случае выхода из строя оборудования на его ремонт требуются материалы. Заказы на покупку материалов формируются, зачастую, непосредственно перед ремонтом. В свою очередь это приводит к тому, что ремонт оборудования может затянуться на больший срок, чем планировалось. Это связано с не грамотно построенной логистикой на производстве. Финансовый отдел получает заказ гораздо позже и не успевает закупить все необходимое. Решением данной проблемы служит автоматизация и планирование графиков ремонта заранее, основываясь на текущем статусе оборудования, его сроке эксплуатации и истории технического обслуживания. [36] Благодаря умной системе мониторинга производственной логистики финансовые службы могут заранее планировать закупки материалов, выделять



средства для ремонта или замене оборудования. Планировать бюджет организации с учетом потребностей производства.

### 2.5.3 Ценность для отдела ремонта оборудования

Автоматизированная система технического обслуживания и ремонта оборудования позволяет спрогнозировать ремонты на необходимый период, тем самым повышая оперативность необходимых мероприятий отдел ремонта оборудования. Теперь служба ремонта объединяется с многими отделами, совместная работа с которыми позволит улучшить производство. Так, благодаря отслеживанию показателей рабочих центров можно снизить необоснованные простои и аварии, заранее проведя обслуживание. С выявлением «узких» мест на производстве, парк оборудования можно усовершенствовать – заменить или увеличить число станков. Снижается количество брака на производстве за счет своевременной наладки оборудования, поверки и апробированию геометрической точности. Своевременный ремонт оборудования позволяет увеличить его срок службы.

## 2.6. Выводы

Введение системы мониторинга на производстве позволяет значительно снизить трудозатраты на реализацию процессов управления и повысить оперативность управления.

Система должна решать следующие задачи:

1. контроль и обеспечение прослеживаемой истории работы оборудования, персонала;
2. возможность реализации диспетчеризации для ремонтных служб;
3. организация планирования и контроля выполнения технологических операций и планово-предупредительного ремонта оборудования на основе автоматизированного контроля состояний оборудования.

При использовании таких данных повышается процент качественных оптимизационных решений на разных уровнях производственной деятельности.

Этапы непрерывного цикла управления производством:

1. Контроль работы.
2. Анализ полученных данных.
3. Оптимизация работы как персонала, так и оборудования.
4. Реализация плановых работ.
5. Дополнительные контроли качества.

Экономический эффект от внедрения системы является косвенным и заключается в экономии трудовых и финансовых ресурсов, за счет сокращения потерь рабочего времени, сокращения длительности производственного цикла, увеличения загрузки оборудования, сокращения времени на наладку и переналадку оборудования и так далее.

Благодаря использованию методов системного анализа и пространственно-временной оптимизации материальных и информационных потоков умная система мониторинга производственной логистики позволяет точно определить коэффициент использования оборудования и его простои. При уменьшении необоснованных простоев коэффициент использования оборудования повышается, что приводит к уменьшению производственных затрат и экономии финансовых средств предприятия.

Система имеет широкие возможности, она сможет решать огромный круг задач, тем самым улучшая производственные процессы на предприятии. Цель умной системы мониторинга производственной логистики – это обеспечение автоматизации контроля работы оборудования и персонала.

## ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА УМНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛОГИСТИКИ

### 3.1. Сбор данных с оборудования

Мониторинг работы производственного оборудования и персонала – одна из важнейших ступеней к модернизации и оптимизации производства. Автоматизированная фиксация состояний производственного цикла позволяет улучшить качество анализа производственной логистики. Сбор данных о действиях персонала станков с ЧПУ, показаниях различных датчиков УЧПУ, возможность замера всех электроэнергетических параметров позволяют осуществлять полное глубокое понимание о динамике состояний параметров производственного оборудования. [45] Система мониторинга производственного оборудования позволяет учитывать одну из главных составляющих производственного процесса, анализируя работу которой можно наиболее эффективно принимать управленческие решения, организовать планово-предупредительный ремонт, контролировать работу изготовления и выпуска продукции, снизить процент брака на производстве, смотрите на рис.3.1.

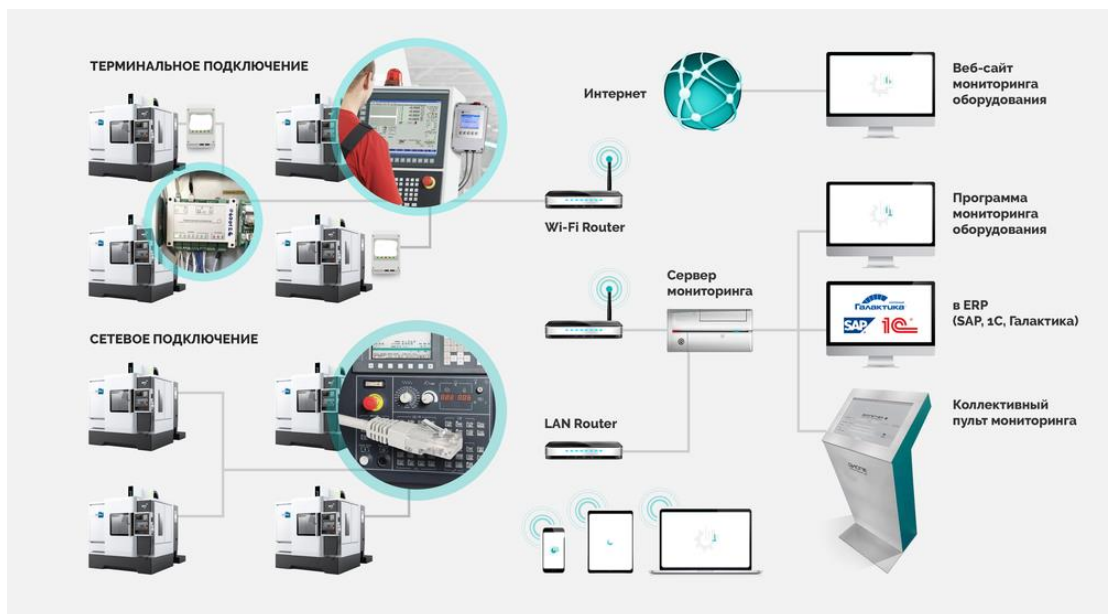


Рис. 3.1. Схема подключения и обмена данными

Для того чтобы получить данные с оборудования рассмотрим несколько способов и решений подключения.

Первый из способов самый лучший и гораздо сильнее облегчил бы задачу разработки и снятие сигналов с парка оборудования. Этот способ подразумевает под собой непосредственную отправку сигнала, конечный маршрут которого настраивается, из самого оборудования, как только у него сменился статус. Если станок собирается выключиться, если он стоит в простое, у него есть какая-то ошибка в программе, нет детали, сломалась оснастка и многое другое. Таким образом, система получала бы данные своевременно и больше не затрачивала никакие ресурсы.

Вторым способом можно выделить стороннюю разработку, связывающую оборудование и информационную систему. Например, коробку с датчиками, которая подсоединяется к источнику питания оборудования и отправляет сигнал в информационную базу, если что-то изменилось с данным параметром. При питании оборудования зачастую тратится разное количество энергии на поддержание простоя, выключение, в отличие от состояния работы. Тем самым можно вычислить состояние оборудования.

Третьим способом можно так же воспользоваться некой «прослойкой» между информационной системой и оборудованием. Создать или внедрить программное обеспечение, которое будет через какое-то время опрашивать парк станков и выявлять изменение в статусе техники. Когда изменение будет зафиксировано, программное обеспечение передаст сигнал информационной системе и та запишет событие у себя в базе данных.

Четвертый способ подразумевает под собой то же самое, что и третий, за одним лишь исключением. Мы убираем программное обеспечение между информационной системой и оборудованием. Сама информационная система будет опрашивать оборудование о его состоянии, а получая состояние предыдущее не будет считать его новым, просто продолжит опрос дальше.

В приведенной ниже табл. 3.1. рассмотрены плюсы и минусы всех четырех подходов.

Таблица 3.1

## Плюсы и минусы различных подходов считывания состояния оборудования

Способ получения информации	Плюсы	Минусы
Оборудование само передает свой статус в информационную систему	Одни из важных плюсов является то, что данные поступают оперативно в информационную систему, нет избытка данных и лишних данных.	Достаточно сложно в реализации, на рынке существует множество фирм производителей оборудования, настройка такого обмена выйдет дорогостоящей, и ее не всегда можно будет реализовать.
Подключение к оборудованию устройства для получения и отправки данных о состоянии	Так же не будет лишних данных, они будут передаваться непосредственно при смене состояния оборудования. Есть возможность реализовать данный способ практически на всех оборудованях, вне зависимости от фирмы производителя.	При данном способе возможно получить лишь часть информации, которые можно вычислить за счет разных параметрических данных, остальная же информация, например, системные ошибки оборудования, причины простоя будут не известны.
Подключение к оборудованию устройства для получения и отправки данных о состоянии		Необходимость стороннего аппаратного продукта.

Продолжение табл. 3.1

Способ получения информации	Плюсы	Минусы
Подключение к оборудованию устройства для получения и отправки данных о состоянии		Необходимость стороннего аппаратного продукта.
Стороннее программное обеспечение для опроса оборудования и отправки данных в информационную систему	Данные можно получить более полные, за счет настроенных связей между оборудованием и запросом программного продукта. Не нагружает саму информационную систему, обращается к ней только в случае необходимости.	Необходимость стороннего программного продукта. Опрос будет проводиться по таймеру и будет нагружать систему. Необходимо будет хранить кэш данных и следить за запуском и работой данного программного продукта. Необходимость создания библиотеки запросов под каждую фирму оборудования, серию.
Опрос оборудования напрямую из информационной системы	Все происходит на стороне информационной базы, благодаря этому возможность тонкой настройки системы и ее поведения в той или иной ситуации.	Фоновое задание в 1С:Предприятие зачастую работает с небольшой задержкой. Необходимость фильтрации данных, выявление устаревшей информации или повторной. Необходимость создания библиотеки запросов под каждую фирму оборудования, серию.

Продолжение табл. 3.1

Способ получения информации	Плюсы	Минусы
Опрос оборудования напрямую из информационной системы	Нет сторонних программных продуктов.	Нагружает информационную систему.

В таблице приведены самые главные плюсы и минусы того или иного способа. Способов сбора данных с оборудования великое множество и данным вопросом озадачены мировые производства. Еще одним из больших плюсов является то, что приведенные выше способы получения или иные способы можно сочетать между собой для улучшения данной функции и расширения возможностей выбора данных, с последующим их использованием в широком секторе возможностей.

### **3.2. Связь блока мониторинга производственного оборудования с информационной системой**

В ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ на данный момент реализован обмен данными между информационной системой и оборудованием через стороннее программное обеспечение и сторонние аппаратные средства.

Для того чтобы получать информацию от рабочих центров был реализован Web-сервис «ObmenSOborudovaniem». В нем расположились три функции, которые приведены на рис.3.2.

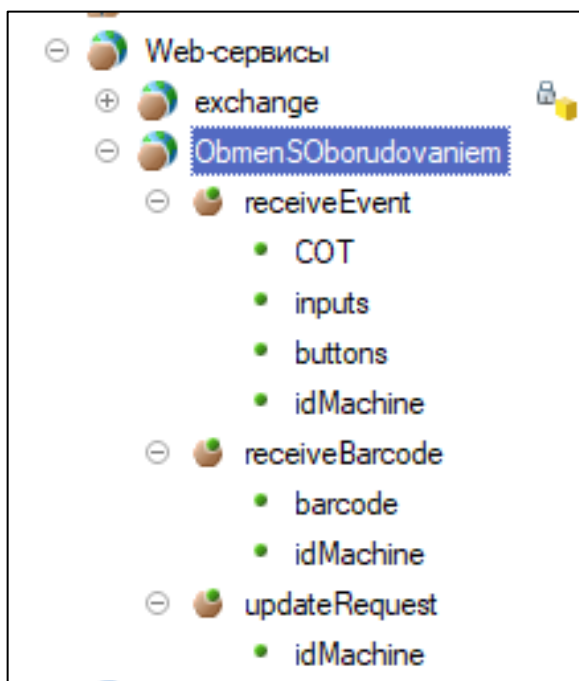


Рис.3.2 Состав Web-сервиса «ОбменSOборудованием»

Первая функция в списке это «receiveEvent». Код данной функции возвращает значения, сформированные в вызываемой ею функции общего модуля «смпОМониторингОборудованияСервер».:

Функция receiveEvent(COT, inputs, buttons, idMachine)

Возврат

смпОМониторингОборудованияСервер.ЗаписьСобытийСБлоковМониторингаОборудования(COT, inputs, buttons, idMachine);

КонецФункции

Данная функция «receiveEvent» имеет несколько параметров и имеет предназначение записывать события с блоков мониторинга. Параметры, которые используются в данной функции, их значение и предназначение приведены в табл.3.2.



Таблица 3.2

Таблица значения параметров и примеры и использования

Параметр	Тип	Полное наименование	Обозначение	Значение	Пример
COT	Число	Case of transmission	Причина передачи данных	1, 2, 4	001 - таймер (15 секунд на событие) 010 - нажатие кнопки любое 100 - цикл питания (Питание когда станок шлет данные)
inputs	Число	inputs	Состояние оборудования	0 - выключен 1 - включен (питание) 2 - работа 4 - авария	Станок выключен = 0, включен = 1, в работе=1+2=3 авария = 1+4 (теоретически есть, но пока не подключена)
buttons	Число	buttons	Коды нажатых кнопок	Значения в двоичной системе: 1, 2, 4, 8, 16, 32, всего 6 кнопок	Программа устанавливает соответствия 1 = 1, 2 = 2, 3 = 4, 4 = 8, 5 = 16, 6 = 32, по которым определяет конкретные нажатия кнопок
idMachine	Строка	idMachine	MAC-адрес блока мониторинга		

В общем модуле «смпoМониторингОборудованияСервер» функция «ЗаписьСобытийСБлоковМониторингаОборудования» дублирует смысл функции «receiveEvent» и представляет из себя вот такой код:

Функция ЗаписьСобытийСБлоковМониторингаОборудования(COT, inputs, buttons, idMachine, ДатаВремя = Неопределено) Экспорт

Отказ = Ложь;

Если ДатаВремя = Неопределено Тогда

ДатаВремя = ТекущаяДатаСеанса();

КонецЕсли;

СтруктураСобытия = ИнициализироватьСтруктуруСобытия();

СтруктураСобытия.КодПричиныСобытия = СОР;

СтруктураСобытия.КодСостоянияОборудования = inputs;

СтруктураСобытия.КодКнопки = buttons;

СтруктураСобытия.МАСАдрес = СокрЛП(idMachine);

СтруктураСобытия.ДатаСобытия = ДатаВремя;

ОпределитьСостояниеРабочегоЦентра(СтруктураСобытия);

// Получим последнее событие и сравним его с текущим.

СтруктураПоследнегоСобытия = ИнициализироватьСтруктуруСобытия();

СтруктураПоследнегоСобытия.МАСАдрес =

СтруктураСобытия.МАСАдрес;

ПолучитьПоследнееСобытиеБлокаМониторинга(СтруктураПоследнегоСобытия);

СтрокаСвойств = "ШтрихкодОперации, ПроизводственнаяОперация,  
СтатусОперации, ОперацияПредставление, Номенклатура,  
ШтрихкодИсполнителяОперации, ИсполнительОперации";

ЗаполнитьЗначенияСвойств(СтруктураСобытия,  
СтруктураПоследнегоСобытия, СтрокаСвойств);

Если СтруктураПоследнегоСобытия.СостояниеРабочегоЦентра =  
Перечисления.смпoSостоянияРабочихЦентров.Выключен  
И СтруктураСобытия.СостояниеРабочегоЦентра =  
Перечисления.смпoSостоянияРабочихЦентров.Выключен Тогда

// Станок был выключен в последнем событии и выключен сейчас,  
// Поэтому подменим структуру события, как будто она не менялась.

ЗаполнитьЗначенияСвойств(СтруктураСобытия,  
СтруктураПоследнегоСобытия,, "ДатаСобытия");

ИначеЕсли СтруктураПоследнегоСобытия.СостояниеРабочегоЦентра =  
Перечисления.смпoSостоянияРабочихЦентров.Простой

И СтруктураПоследнегоСобытия.ВидПростоя =  
Перечисления.смпOВидыПростояРабочихЦентров.Наладка

И СтруктураСобытия.КодКнопки <>  
СтруктураПоследнегоСобытия.КодКнопки Тогда

// Станок был на Наладке в последнем событии и сейчас не повторное  
нажатие на кнопку Наладка,

// Поэтому подменим структуру события, как будто она не менялась.

ЗаполнитьЗначенияСвойств(СтруктураСобытия,  
СтруктураПоследнегоСобытия,, "ДатаСобытия");

ИначеЕсли СтруктураПоследнегоСобытия.СостояниеРабочегоЦентра =  
Перечисления.смпoSостоянияРабочихЦентров.Простой

```

И СтруктураПоследнегоСобытия.ВидПростоя =
Перечисления.смпоВидыПростояРабочихЦентров.Наладка
И СтруктураСобытия.КодКнопки =
СтруктураПоследнегоСобытия.КодКнопки Тогда
    // Станок был на Наладке в последнем событии и сейчас повторное
нажатие на кнопку Наладка,
    // Поэтому подменим структуру события на необоснованный простой.
СтруктураСобытия.КодКнопки = 0;
СтруктураСобытия.ЗафиксированоНажатие = Ложь;
СтруктураСобытия.КодПричиныСобытия = 1;
СтруктураСобытия.КодСостоянияОборудования = 1;
СтруктураСобытия.СостояниеРабочегоЦентра =
Перечисления.смпоСостоянияРабочихЦентров.Простой;
    КонецЕсли;

ФиксироватьНовое = Истина;
Если СтруктураСобытия.КодСостоянияОборудования = 1
    И СтруктураПоследнегоСобытия.КодСостоянияОборудования = 1
    И НЕ СтруктураСобытия.КодПричиныСобытия = 2
    И СтруктураПоследнегоСобытия.КодПричиныСобытия = 2
    // Если это окончание наладки, то позволить записать событие
необоснованного простоя.
    И НЕ СтруктураПоследнегоСобытия.КодКнопки = 1
    Или СтруктураСобытия.КодПричиныСобытия = 2
    И СтруктураПоследнегоСобытия.КодПричиныСобытия = 2
    И СтруктураСобытия.КодКнопки = 0 Тогда

ФиксироватьНовое = Ложь;

```

СтруктураСобытия.ЗафиксированоНажатие = Истина;

КонецЕсли;

Если Не ФиксироватьНовое

Или СтруктураСобытия.КодСостоянияОборудования =

СтруктураПоследнегоСобытия.КодСостоянияОборудования

И СтруктураСобытия.КодПричиныСобытия =

СтруктураПоследнегоСобытия.КодПричиныСобытия

И СтруктураСобытия.КодКнопки =

СтруктураПоследнегоСобытия.КодКнопки Тогда

// Событие не изменилось. Найдем длительность текущего события.

// Если это состояние простоя, определим его вид.

РассчитатьДлительностьТекущегоСобытия(СтруктураСобытия,  
СтруктураПоследнегоСобытия);

Возврат СтруктураПоследнегоСобытия.СтрокаВозврата;

КонецЕсли;

// Запишем новое событие.

ОписаниеОшибки =

ЗаписатьСобытиеБлокаМониторинга(СтруктураСобытия, Отказ);

Если Отказ Тогда

```

        СтрокаВозврата =
СтроковыеФункцииКлиентСервер.ПодставитьПараметрыВСтроку(
        НСтр("ru = 'Ошибка записи события
        |% 1'",
        СтруктураСобытия.МАСАдрес);

        Возврат СтрокаВозврата;
КонецЕсли;

// Найдем рабочий центр по МАС-адресу.
ПолучитьРабочийЦентрБлокаМониторинга(СтруктураСобытия);

Если Не ЗначениеЗаполнено(СтруктураСобытия.РабочийЦентр) Тогда

        СтрокаВозврата =
СтроковыеФункцииКлиентСервер.ПодставитьПараметрыВСтроку(
        НСтр("ru = 'Раб. центр не введен
        |% 1'",
        СтруктураСобытия.МАСАдрес);

        Возврат СтрокаВозврата;

КонецЕсли;

// Запишем предыдущее событие в завершенные события.
ОписаниеОшибки =
ЗаписатьСобытиеВЗавершенныеСобытия(СтруктураПоследнегоСобытия,
СтруктураСобытия, Отказ);

```

Если Отказ Тогда

```

        СтрокаВозврата =
        СтроковыеФункцииКлиентСервер.ПодставитьПараметрыВСтроку(
            НСтр("ru = 'Ошибка записи события
            |%1'",
            СтруктураСобытия.МАСАдрес);
    
```

Возврат СтрокаВозврата;

КонецЕсли;

// Проанализируем причины события, состояние оборудования и код кнопки.

//

РассчитатьДлительностьТекущегоСобытия(СтруктураСобытия,  
СтруктураСобытия);

Если СтруктураСобытия.СостояниеРабочегоЦентра =  
Перечисления.смпоСостоянияРабочихЦентров.ВыполнениеРабот

И

ЗначениеЗаполнено(СтруктураСобытия.ПроизводственнаяОперация)

И СтруктураПоследнегоСобытия.СтатусОперации =

Перечисления.оупСтатусыПроизводственныхОпераций.Создана Тогда

//И Не ОперацияВЗавершенных(СтруктураСобытия) Тогда

// Если началось выполнение работы, операция отсканирована, но ещё не была начата,

// пометим её как начатую.

СтруктураСобытия.СтатусОперации =

Перечисления.оупСтатусыПроизводственныхОпераций.Выполняется;

КонецЕсли;

// Запишем событие и вернем строку на блок мониторинга.

ОписаниеОшибки =

ЗаписатьПоследнееСобытиеБлокаМониторинга(СтруктураСобытия, Отказ);

Если Отказ Тогда

СтрокаВозврата =

СтроковыеФункцииКлиентСервер.ПодставитьПараметрыВСтроку(

НСтр("ru = 'Ошибка записи события

|%1"),

СтруктураСобытия.МАСАдрес);

Возврат СтрокаВозврата;

КонецЕсли;

Возврат СтруктураСобытия.СтрокаВозврата;

КонецФункции

В данной функции реализован анализ полученного события с блока мониторинга оборудования с последней записью события в информационной системе по этому оборудованию. Если такое событие уже существует в системе, то на блок мониторинга отправиться информация о текущей работе



оборудования, времени, исполнителе данной операции, названия операции, название номенклатуры, которую делают по данной операции. Возвратные данные вычисляются в функции «РассчитатьДлительностьТекущегоСобытия», где входными параметрами является СтруктураСобытия, СтруктураНачалаСобытия. Первый параметр передает структуру данных с найденного события в системе, а вторым параметром передается структура нового полученного события с оборудования. Тем самым, благодаря двум этим параметрам можно вычислить текущее время выполнения операции и остальные данные:

Функция РассчитатьДлительностьТекущегоСобытия(СтруктураСобытия, СтруктураНачалаСобытия)

Если Не ЗначениеЗаполнено(СтруктураНачалаСобытия.ДатаСобытия)  
Тогда

// Текущее событие первое для станка, предыдущих событий нет.

СтруктураСобытия.ДлительностьСобытия = 0;

Иначе

СтруктураСобытия.ДлительностьСобытия =  
СтруктураСобытия.ДатаСобытия - СтруктураНачалаСобытия.ДатаСобытия;

КонецЕсли;

СтруктураСобытия.ДлительностьСтрокой =  
ДлительностьПредставлениеСтрокой(СтруктураСобытия.ДлительностьСобытия);

ПредставленияСостояний =  
ПолучитьСоответствиеПредставленийСостояниямОборудования());

Если СтруктураСобытия.СостояниеРабочегоЦентра =  
Перечисления.смпoSостоянияРабочихЦентров.ВыполнениеРабот Тогда

Если  
ЗначениеЗаполнено(СтруктураСобытия.ОперацияПредставление) Тогда

ПредставлениеОперации =  
Представление20Символов(СтруктураСобытия.ОперацияПредставление);

ПредставлениеНоменклатуры =  
Представление20Символов(СтруктураСобытия.Номенклатура);

ПредставлениеИсполнителя =  
Представление20Символов(СтруктураСобытия.ИсполнительОперации);

СтруктураСобытия.СтрокаВозврата = "" +  
ПредставлениеОперации + "  
|" + ПредставлениеНоменклатуры + "  
|" + ПредставлениеИсполнителя + "  
|" + "Время нач оп" +  
Формат(СтруктураСобытия.ДатаСобытия, "ДФ=Т");

Иначе

СтруктураСобытия.СтрокаВозврата = "" +

ПредставленияСостояний.Получить(СтруктураСобытия.СостояниеРабочего  
Центра) + "

```

|
|" + "Время нач оп" +
Формат(СтруктураСобытия.ДатаСобытия, "ДФ=Т") + "
|" + "Длит. " +
СтруктураСобытия.ДлительностьСтрокой;

```

КонецЕсли;

```

ИначеЕсли СтруктураСобытия.СостояниеРабочегоЦентра =
Перечисления.смпoSостоянияРабочихЦентров.Простой Тогда
// Если это состояние простоя, определим его вид.

```

```

ОпределитьВидПростояОборудования(СтруктураСобытия,
СтруктураНачалаСобытия);

```

```

СоответствияПредставлений =
ПолучитьСоответствиеПредставленийВидамПростоя();
ПредставлениеПростоя =
СоответствияПредставлений.Получить(СтруктураСобытия.ВидПростоя);

```

```

СтруктураСобытия.СтрокаВозврата = "" +

```

```

ПредставленияСостояний.Получить(СтруктураСобытия.СостояниеРабочего
Центра) + "

```

```

|" + ПредставлениеПростоя + "
|" + "Время нач оп" +
Формат(СтруктураСобытия.ДатаСобытия, "ДФ=Т") + "

```

```

        |"      +      "Длит.      "      +
СтруктураСобытия.ДлительностьСтрокой;

```

Иначе

```

        СтруктураСобытия.СтрокаВозврата =

```

```

        ПредставленияСостояний.Получить(СтруктураСобытия.СостояниеРабочего
        Центра) + "

```

```

        |
        |"      +      "Время      нач      оп"      +
Формат(СтруктураСобытия.ДатаСобытия, "ДЛФ=Т") + "

```

```

        |"      +      "Длит.      "      +
СтруктураСобытия.ДлительностьСтрокой;

```

КонецЕсли;

```

        СтруктураНачалаСобытия.СтрокаВозврата      =
СтруктураСобытия.СтрокаВозврата;

```

КонецФункции

Следующей функцией в Web-сервисе идет «receiveBarcode». Ее предназначение заключается в том, чтобы получить и преобразовать штрихкод с блока мониторинга оборудования. Функция выглядит так:

```

        Функция receiveBarcode(barcode, idMachine)

```

Возврат

```

        смпоМониторингОборудованияСервер.ПолучитьШтрихкод(barcode, idMachine);

```

### КонецФункции

В данной функции присутствует два параметра – это `barcode`, `idMachine`. Первым параметром является сам штрихкод в виде строки, а вторым является `id` оборудования с которого считали данный штрихкод. Функция так же вызывает общий модуль «смпМониторингОборудованияСервер», в котором вызывается функция «ПолучитьШтрихкод». В ней штрихкод распознается и далее по нему ищется информация и возвращается обратно на монитор блока мониторинга оборудования.

Функция выглядит следующим образом:

```
Функция    ПолучитьШтрихкод(barcode,    idMachine,    ДатаВремя    =
Неопределено) Экспорт
```

```
Отказ = Ложь;
```

```
Штрихкод = СокрЛП(barcode);
```

```
Если ДатаВремя = Неопределено Тогда
```

```
    ДатаВремя = ТекущаяДатаСеанса();
```

```
КонецЕсли;
```

```
// Получим последнее событие блока мониторинга.
```

```
СтруктураПоследнегоСобытия = ИнициализироватьСтруктуруСобытия();
```

```
СтруктураПоследнегоСобытия.МАСАдрес = СокрЛП(idMachine);
```

```
ПолучитьПоследнееСобытиеБлокаМониторинга(СтруктураПоследнегоСоб
ытия);
```

//Проверка на то, существует ли у данного рабочего центра последнее событие.

Если Не  
 ЗначениеЗаполнено(СтруктураПоследнегоСобытия.СостояниеРабочегоЦентра)  
 Тогда

Возврат НСтр("ru = 'Рабочий Центр не подключен.'");

КонецЕсли;

Менеджеры = Новый Массив;

Менеджеры.Добавить(Справочники.оупБригады.ПустаяСсылка());

Менеджеры.Добавить(Справочники.оупСотрудники.ПустаяСсылка());

Менеджеры.Добавить(Документы.оупПроизводственнаяОперация.ПустаяСсылка());

МассивСсылок =  
 оупШтрихкодыПечатныхФорм.ПолучитьСсылкуПоШтрихкодуТабличногоДокумента(Штрихкод, Менеджеры);

ТекстСообщения = НСтр("ru = 'Штрихкод не найден!'");

Если МассивСсылок.Количество() > 0

И ТипЗнч(МассивСсылок[0]) <> Тип("Структура") Тогда

СсылкаНаОбъект = МассивСсылок[0];

```

        ИначеЕсли                ТипЗнч(СсылкаНаОбъект)                =
Тип("СправочникСсылка.ФизическиеЛица") Тогда
        // Это штрихкод исполнителя.
        ТекстСообщения                =
ОбработатьШтрихкодСотрудника(Штрихкод,                СсылкаНаОбъект,
СтруктураПоследнегоСобытия, Отказ, ДатаВремя);

```

```

        КонецЕсли;

```

```

        КонецЕсли;

```

```

        Возврат ТекстСообщения;

```

```

        КонецФункции

```

Данная функция может найти физическое лицо, исполняющее операцию на данном оборудовании, если штрихкод был со сканирован и показать его на блоке мониторинга, в дальнейшем можно реализовать другие возможности данной функции.

Для того, чтобы реализовать хранение состояний оборудования было необходимо создать в системе регистр сведений «смпoПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования». В нем хранятся последние события, считанные с оборудования и благодаря нему выводятся эти данные в обработку «Связь с блоками мониторинга». Состав регистра сведений «смпoПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования» можно увидеть на рис.3.3.

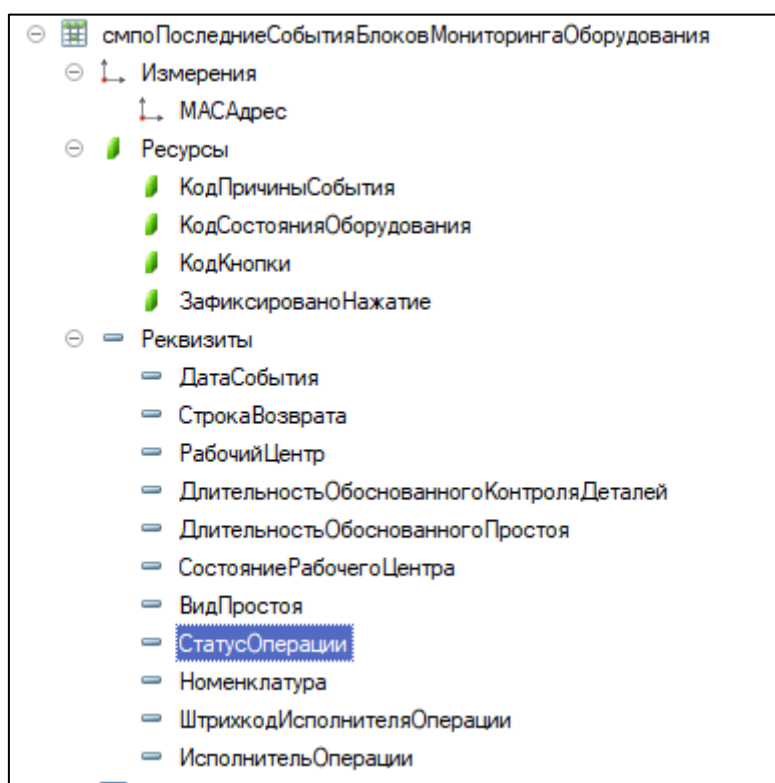


Рис.3.3. Состав регистра сведений  
«смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования»

### 3.3. Обработка «Связь с блоками мониторинга»

Первым этапом разработки было необходимо реализовать мониторинг статусов оборудования. Для того, чтобы было наглядно видно как работает парк оборудования. Для этого была создана обработка «Связь с блоками мониторинга». На рис.3.4 показана форма обработки. На данной форме было реализовано обновление статусов оборудования, можно настроить через какое время, в секундах, будет обновляться статус рабочего центра. По умолчанию обновление происходит ежесекундно, если нет такой необходимости, то можно поставить более длительное обновление статусов – это позволит сократить ресурсы сервера и персонального компьютера.



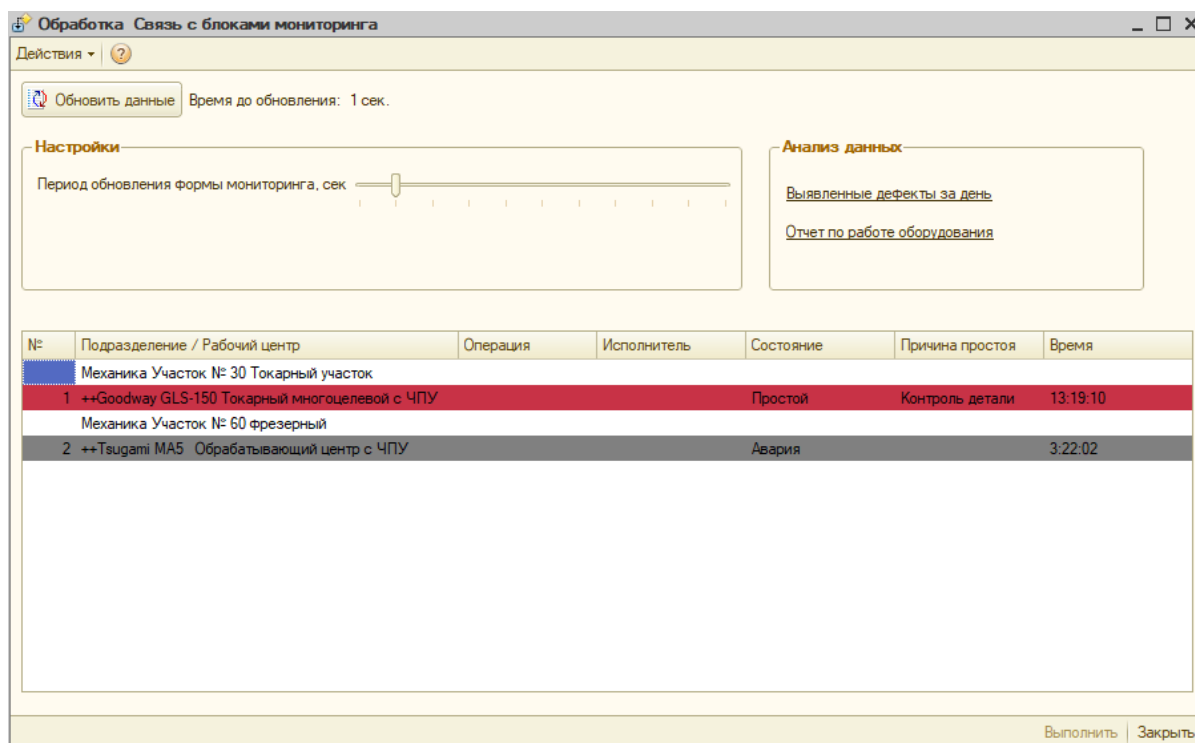


Рис.3.4 Рабочая область обработки «Связь с блоками мониторинга»

Белой строкой указывается подразделение, в которое входит оборудование. Столбец «Время» указывает на время состояния, в котором находится рабочий центр.

Для того, чтобы реализовать данный функционал потребовались процедуры и функции приведенные ниже.

Было назначено несколько глобальных переменных – это «ДатаПоследнегоОбновления» и «ПериодичностьОбновления». Они нужны для счетчика обновления на форме.

Процедура ПередОткрытием(Отказ, СтандартнаяОбработка)

ЗапросМониторинга(Ложь);

ПодключитьОбработчикОжидания("УстановкаСекунд", 1);

ПериодичностьОбновления = 1;

ДатаПоследнегоОбновления = ТекущаяДата() - 2 \*  
 ПериодичностьОбновления;

СчетчикДоОбновления());

ПодключитьОбработчикОжидания("СчетчикДоОбновления", 1);

ПериодОбновления = 1;

ПодключитьОбработчикОжидания("УстановкаСостояния",  
 ПериодОбновления);

КонецПроцедуры

В данной стандартной процедуре прописаны обработчики ожидания и заполняются глобальные переменные, вместе с реквизитами формы. Это нужно для того, чтобы запустить форму и привезти в действие обновление состояний оборудования.

Следующие несколько процедур являются служебными, первая из них обновляет секунды в столбце «Время», а вторая нужна для выхода обновления формы.

Процедура УстановкаСекунд()

Для каждого стр из Мониторинг цикл

стр.Время = стр.Время + 1;

КонецЦикла;

КонецПроцедуры

Процедура УстановкаСостояния()

ЗапросМониторинга(Ложь);

КонецПроцедуры

Процедура СчетчикДоОбновления()

Дельта = ПериодОбновления - (ТекущаяДата() -  
ДатаПоследнегоОбновления);

Если Дельта < 0 Тогда

Если ЭлементыФормы.ОбновитьДанные.Доступность = Истина Тогда

ЭлементыФормы.ОбновитьДанные.Доступность = Ложь;

ЭлементыФормы.ОбновитьДанные.Доступность = Истина;

ДатаПоследнегоОбновления = ТекущаяДата();

КонецЕсли;

СчетчикДоОбновления();

Возврат;

КонецЕсли;

ВремяДоОбновления = Строка(Дельта) + " сек.";

КонецПроцедуры

Процедура ПериодОбновленияПриИзменении(Элемент)

ОтключитьОбработчикОжидания("УстановкаСостояния");

Если ПериодОбновления = 0 тогда

УстановкаСостояния();

Иначе

ПодключитьОбработчикОжидания("УстановкаСостояния",  
ПериодОбновления);

КонецЕсли;

ПериодичностьОбновления = ПериодОбновления;

КонецПроцедуры

Следующие процедуры и функции делают запрос в базу данных для получения информации о работающем оборудовании и его состоянии, так же для выявления принадлежности данного оборудования к тому или иному подразделению. Запрашиваются данные об исполнителе операции и самой операции, если таких данных нет, но соответствующие столбцы остаются пустыми на форме в таблице.

Процедура ЗапросМониторинга(ОбновитьСостояние)

ЗапросИнформацииБлоковМониторинга = Новый Запрос;

ЗапросИнформацииБлоковМониторинга.Текст =

"ВЫБРАТЬ

|

смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.РабочийЦентр

КАК РабочийЦентр,

|

смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.СостояниеРабоч

егоЦентра КАК Состояние,

|

смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.ВидПростоя

КАК ПричинаПростоя,

|  
 смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.Производственн  
 аяОперация КАК Операция,

|  
 смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.Номенклатура  
 КАК Номенклатура,

|  
 смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.ИсполнительОп  
 ерации КАК Исполнитель,

|  
 РАЗНОСТЬДАТ(смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудовани  
 я.ДатаСобытия, &ТекущаяДата, СЕКУНДА) КАК РазностьДат,

|  
 смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.РабочийЦентр.  
 Подразделение КАК РабочийЦентрПодразделение,

|  
 смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.РабочийЦентр.Р  
 одитель,

|  
 смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.РабочийЦентр.  
 Подразделение КАК Подразделение,

|  
 смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.РабочийЦентр.  
 Организация КАК Организация

|ИЗ

|  
 РегистрСведений.смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудовани  
 я КАК смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования";

ЗапросИнформацииБлоковМониторинга.УстановитьПараметр("ТекущаяДата",ТекущаяДата());

ЗапросИнформацииБлоковМониторинга.УстановитьПараметр("Истина",Истина);

СписокСостоянийНаОтбор = Новый Массив;

СписокПричинНаОтбор = Новый Массив;

ЗапросИнформацииБлоковМониторинга.Текст =  
 ЗапросИнформацииБлоковМониторинга.Текст + "  
 |УПОРЯДОЧИТЬ ПО  
 |  
 смпоПоследниеСобытияБлоковМониторингаОборудования.РабочийЦентр.Наименование  
 |ИТОГИ ПО  
 | РабочийЦентрПодразделение";

ВыполненныйЗапрос =  
 ЗапросИнформацииБлоковМониторинга.Выполнить();  
 Результат = ВыполненныйЗапрос.Выгрузить();  
 РезультатЗапросаМониторинг =  
 ВыполненныйЗапрос.Выгрузить(ОбходРезультатаЗапроса.ПоГруппировкамСИерархией);

Результат =  
 ЗапросИнформацииБлоковМониторинга.Выполнить().Выгрузить();

Если ОбновитьСостояние = Ложь тогда

```

ОбработкаОбъект.Мониторинг.Очистить();
ОбработкаОбъект.Мониторинг.Загрузить(Результат);
Дерево = ДеревоМониторинга;
Дерево.Строки.Очистить();
НумерацияДерева = 0;
РазвернутьДеревоМониторинга(Дерево,
РезультатЗапросаМониторинг);
    Иначе
        Дерево = ДеревоМониторинга.ПолучитьЭлементы();
        ОбновитьДеревоМониторинга(Дерево,
РезультатЗапросаМониторинг.Строки, ОбновитьСостояние);
    КонецЕсли;

Для каждого Значения из Результат цикл
    Для каждого стр из Мониторинг цикл
        Если стр.РабочийЦентр = Значения.РабочийЦентр тогда
            Если ОбновитьСостояние = Истина тогда
                стр.Состояние = Значения.Состояние;
                стр.ПричинаПростоя = Значения.ПричинаПростоя;
            КонецЕсли;
            стр.Время = НачалоДня(ТекущаяДата()) +
значения.РазностьДат;
        КонецЕсли;
    КонецЦикла;
КонецЦикла;

ЭлементыФормы.Мониторинг.НачальноеОтображениеДерева =
НачальноеОтображениеДерева.РаскрыватьВсеУровни;

```





ЗаполнитьОбновленныеРеквизитыДереваЗначений(Дерево,  
ТекущийЭлементКоллекции, ОбновитьСостояние);

ОбновитьДеревоМониторинга(Дерево,  
ТекущийЭлементКоллекции.Строки, ОбновитьСостояние);

КонецЦикла;

КонецФункции

Функция            ЗаполнитьОбновленныеРеквизитыДереваЗначений(Дерево,  
РезультатЗапросаМониторинг, ОбновитьСостояние )

Для каждого ЭлементДерева из Дерево цикл

Если            РезультатЗапросаМониторинг.РабочийЦентр            =  
ЭлементДерева.РабочийЦентрПодразделение тогда

Если ОбновитьСостояние = Истина тогда

ЭлементДерева.Состояние            =

РезультатЗапросаМониторинг.Состояние;

ЭлементДерева.ПричинаПростая            =

РезультатЗапросаМониторинг.ПричинаПростая;

КонецЕсли;

ЭлементДерева.Время            =    НачалоДня(ТекущаяДата())    +

РезультатЗапросаМониторинг.РазностьДат;

КонецЕсли;

ВхожденияЭлементаДерева = ЭлементДерева.ПолучитьЭлементы();

ЗаполнитьОбновленныеРеквизитыДереваЗначений(ВхожденияЭлементаДерева,  
РезультатЗапросаМониторинг, ОбновитьСостояние);

КонецЦикла;

КонецФункции

Процедура    ЗаполнитьДеревоЗначениями(ИсточникДанных,  
СтрокаПодразделения)

Для Каждого РабочийЦентр из ИсточникДанных цикл

    СтрокаРабочегоЦентра = СтрокаПодразделения.Строки.Добавить();

    Если ЗначениеЗаполнено(РабочийЦентр.РабочийЦентр) тогда

        СтрокаРабочегоЦентра.РабочийЦентрПодразделение                         =

РабочийЦентр.РабочийЦентр;

        НумерацияДерева = НумерацияДерева + 1;

        СтрокаРабочегоЦентра.НомерСтроки = НумерацияДерева;

        СтрокаРабочегоЦентра.Состояние = РабочийЦентр.Состояние;

    Иначе

        СтрокаРабочегоЦентра.РабочийЦентрПодразделение                         =

РабочийЦентр.РабочийЦентрПодразделение;

    КонецЕсли;

        СтрокаРабочегоЦентра.Подразделение   =

РабочийЦентр.РабочийЦентрПодразделение;

        СтрокаРабочегоЦентра.Операция = РабочийЦентр.Операция;

        СтрокаРабочегоЦентра.Исполнитель = РабочийЦентр.Исполнитель;

        СтрокаРабочегоЦентра.ПричинаПростоя   =

РабочийЦентр.ПричинаПростоя;

        СтрокаРабочегоЦентра.РазностьДат = РабочийЦентр.РазностьДат;

Если ЗначениеЗаполнено(РабочийЦентр.РазностьДат) тогда  
 СтрокаРабочегоЦентра.Время = НачалоДня(ТекущаяДата()) +  
 РабочийЦентр.РазностьДат;  
 КонецЕсли;

Если ЗначениеЗаполнено(РабочийЦентр.Строки) тогда  
 ЗаполнитьДеревоЗначениями(РабочийЦентр.Строки,  
 СтрокаРабочегоЦентра);  
 КонецЕсли;  
 КонецЦикла;

КонецПроцедуры

Для того, чтобы данные в таблице были более информативными необходимо было реализовать выделение строк в разные цвета в зависимости от состояния оборудования и является ли строка информативной с названием подразделения или же это строка относится к работающему рабочему центру.

Процедура МониторингПриВыводеСтроки(Элемент, ОформлениеСтроки, ДанныеСтроки)

Если ДанныеСтроки.Состояние =  
 Перечисления.смпoSостоянияРабочихЦентров.ВыполнениеРабот Тогда

ОформлениеСтроки.ЦветФона = Новый Цвет(0,192,0);

ИначеЕсли ДанныеСтроки.Состояние =

Перечисления.смпoSостоянияРабочихЦентров.Простой Тогда

ОформлениеСтроки.ЦветФона = Новый Цвет(200,50,70);

ИначеЕсли НЕ ЗначениеЗаполнено(ДанныеСтроки.Состояние) Тогда

ОформлениеСтроки.ЦветФона = WebЦвета.Белый;

Иначе

ОформлениеСтроки.ЦветФона = WebЦвета.Серый;  
КонецЕсли;

КонецПроцедуры

Если оборудование находится в состоянии выполнения работ, то строка выделяется зеленым цветом. Если рабочий центр находится в состоянии простоя, то строка выделяется красным цветом, если оборудования находится в аварийном состоянии, то строка помечается серым цветом. Белым цветом, как уже сказано выше помечается строка, которая носит информативный характер о подразделении.

Так же на форме реализованы две гиперссылки, вторая из них – это отчет, который позволяет увидеть данные о состоянии оборудования за определенный период, рис.3.5. В нем показывается суммарное число времени работы, простоя необоснованного, сколько времени он был выключен, сколько находился в аварийном состоянии.

Отчет по работе оборудования в часах					
Объект ремонта	Выполнение работ	Выключен	Простой	Необоснованный простой	Авария
++Goodway TS-100 Токарный с ЧПУ	14,20	18,53	0,55		
++Kamioka VMC-800 Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр	9,66	5,92	16,35		
++Mazak QT8SPE (прутковый) Токарно-револьверный с ЧПУ	9,57	32,57	0,29		
++Mazak QT8E (штучный) Токарно-обрабатывающий центр с ЧПУ	13,88	44,21	18,77		
++Goodway GA-2000L Токарный многоцелевой с ЧПУ	19,64	16,00	0,39		
++Mazak QT8SPE (прутковый) Токарно-револьверный с ЧПУ	11,94	32,56	0,11		
++Mazak QT8E (штучный) Токарно-обрабатывающий центр с ЧПУ	9,06	44,02	5,70		
++Mikron WF61C Обрабатывающий центр с ЧПУ	25,89	46,19	4,97		
++Mikron WF61C Обрабатывающий центр с ЧПУ					
++Goodway GLS-150 Токарный многоцелевой с ЧПУ		7,40	0,00		
++Tsgami MA5 Обрабатывающий центр с ЧПУ	2,27	31,31	13,47		
++Mikron WF3 Универсально-фрезерный с ЧПУ	3,43	48,12	26,74		

Рис.3.5 Отчет по работе оборудования

### 3.4. Выявление аварий по факту

Обработка «Связь с блоками мониторинга» позволяет открыть форму списка документов «Выявленные дефекты», как показано на рис.3.6, благодаря гиперссылки «Выявленные дефекты за день». В системе при записи нового состояния оборудования, если в данный момент обнаружено аварийное состояние у рабочего центра, создается документ на «Выявленные дефекты». Это позволяет оперативно решать проблему с ремонтом и простоем оборудования.

Дата	Дата обнаружения	Номер	Организация	Подразделение	Условие выявления дефекта	Ответственный
01.02.2014 9:00...	01.02.2014 9:00:00	RK000000003	РК "Гестест"	Служба Главного Инже...	Промышленной эксплуатации	Федоров Борис Михайлович
01.02.2014 9:00...	01.02.2014 9:00:00	RK000000005	РК "Гестест"	Служба Главного Инже...	Планового осмотра	Федоров Борис Михайлович
11.02.2014 9:00...	11.02.2014 9:00:00	RK000000001	РК "Гестест"	Служба Главного Инже...	Промышленной эксплуатации	Федоров Борис Михайлович
25.02.2014 12:00...	25.02.2014 12:00:00	RK000000002	РК "Гестест"	Служба Главного Инже...	Планового осмотра	Федоров Борис Михайлович
01.03.2014 12:00...	01.03.2014 12:00:00	RK000000004	РК "Гестест"	Служба Главного Инже...	Промышленной эксплуатации	Федоров Борис Михайлович
02.03.2014 9:00...	03.03.2014 9:00:00	RK000000008	РК "Гестест"	Служба Главного Инже...	Промышленной эксплуатации	Федоров Борис Михайлович
10.03.2014 9:00...	10.03.2014 9:00:00	RK000000006	РК "Гестест"	Служба Главного Инже...	Промышленной эксплуатации	Федоров Борис Михайлович
10.03.2014 9:00...	10.03.2014 9:00:00	RK000000007	РК "Гестест"	Служба Главного Инже...	Технического обслуживания	Федоров Борис Михайлович
12.12.2018 14:00...	12.12.2018 0:00:00	RK000000001	РК "Гестест"	Служба Главного Инже...	Технического обслуживания	Федоров Борис Михайлович
12.12.2018 17:00...	12.12.2018 17:36:00	00000000001				
12.12.2018 18:00...	12.12.2018 18:00:00	ME000000001	ООО "ППМ-Мех...	Цех №2	Промышленной эксплуатации	

Рис.3.6 Форма списка документа «Выявленные дефекты»

Для того, чтобы создать документ по факту поломки оборудования была реализована процедура создания.

#### Процедура СозданиеДокументовНаВыявленныеДефекты()

Запрос = Новый Запрос;

Запрос.Текст =

"ВЫБРАТЬ

| СостояниеРабочихЦентров.РабочийЦентр,

| СостояниеРабочихЦентров.Состояние,

| СостояниеРабочихЦентров.Подразделение,

| СостояниеРабочихЦентров.Организация

|ПОМЕСТИТЬ СостояниеРабочихЦентров

|ИЗ

| &СостояниеРабочихЦентров КАК СостояниеРабочихЦентров

|ГДЕ

| СостояниеРабочихЦентров.Состояние = &Состояние

;

|

////////////////////////////////////

```

|ВЫБРАТЬ
|    торо_ВыявленныеДефекты.Ссылка,
|    торо_ВыявленныеДефекты.ДатаОбнаружения,
|    СостояниеРабочихЦентров.РабочийЦентр,
|    СостояниеРабочихЦентров.Состояние
|ИЗ
|    СостояниеРабочихЦентров КАК СостояниеРабочихЦентров
|        ЛЕВОЕ СОЕДИНЕНИЕ Документ.торо_ВыявленныеДефекты
КАК торо_ВыявленныеДефекты
|        ПО        СостояниеРабочихЦентров.РабочийЦентр        =
торо_ВыявленныеДефекты.ОбъектРемонта
|        И    (торо_ВыявленныеДефекты.ДатаОбнаружения    >=
торо_ВыявленныеДефекты.ДатаОбнаружения)
|        И    (торо_ВыявленныеДефекты.ПометкаУдаления    =
ЛОЖЬ)";

```

```

Запрос.УстановитьПараметр("СостояниеРабочихЦентров",
Мониторинг.Выгрузить());

```

```

Запрос.УстановитьПараметр("Состояние",
Перечисления.смпоСостоянияРабочихЦентров.Авария);

```

```

Запрос.УстановитьПараметр("ДатаОбнаружения",
НачалоДня(ТекущаяДатаСеанса() - 86400 * ДниЗаНовыеСостояния));

```

```

РезультатЗапроса = Запрос.Выполнить();

```

```

ВыборкаДетальныеЗаписи = РезультатЗапроса.Выбрать();

```

```

ДатаДокумента = ТекущаяДатаСеанса();

```

```

Пока ВыборкаДетальныеЗаписи.Следующий() Цикл
    Если НЕ ЗначениеЗаполнено(ВыборкаДетальныеЗаписи.Ссылка)
Тогда
    Документ =
Документы.торо_ВыявленныеДефекты.СоздатьДокумент();
    ЗаполнитьЗначенияСвойств(Документ,
ВыборкаДетальныеЗаписи);
    Документ.Дата = ДатаДокумента;
    Документ.ДатаОбнаружения = ДатаДокумента;
    Документ.ОбъектРемонта =
ВыборкаДетальныеЗаписи.РабочийЦентр;
    Документ.ДефектВыявленВПроцессе =
Справочники.торо_УсловияВыявленияДефекта.НайтиПоНаименованию("Промы
шленной эксплуатации");
    СтрокаГЧСписокДефектов =
Документ.СписокДефектов.Добавить();
    СтрокаГЧСписокДефектов.ОбъектРемонта =
ВыборкаДетальныеЗаписи.РабочийЦентр;
    СтрокаГЧСписокДефектов.ДефектВыявленВПроцессе =
Справочники.торо_УсловияВыявленияДефекта.НайтиПоНаименованию("Промы
шленной эксплуатации");
    СтрокаГЧСписокДефектов.ОтказавшийЭлемент =
ВыборкаДетальныеЗаписи.РабочийЦентр;
    Документ.Записать();
    КонецЕсли;
КонецЦикла;

```



## КонецПроцедуры

При создании документа заполняются обязательные поля: дата обнаружения дефекта, какое именно оборудование сломалось, в каком состоянии выявлен дефект, рис.3.7.

Выявленные дефекты: Не проведен

Действия

Номер: ПП000000001 от: 04.01.2019 21:43:19 Дата обнаружения: 20.12.2018 0:00:00

Организация: ОАО "ПЕНПОЛИГРАФМАШ" Инициатор:

Подразделение: Производственный участок №1 Контактное лицо инициатора:

Дефект выявлен в процессе: Промышленной эксплуатации

Дефекты оборудования Ответственные Документация Документы-основания

Документ-основание для отбора:

Объект ремонта	Подразделение исполни...	Отказавший элемент	Типовой дефект	Вид дефекта	Описание дефекта
ТП-40 Токарный станок по дереву		ТП-40 Токарный станок по дереву		Механический Эксплуатационная Средняя	Причина дефекта Последствия дефекта Критичность деф... Направление на устранение Эксплуатация не возможна

Комментарий:

Дефектная ведомость | Печать | ОК | Записать | Закрыть

Рис.3.7 Форма документа «Выявленные дефекты»

Одновременно с данным документом создается документ «Состояние объекта ремонта», рис.3.8, который отображает состояние оборудования с конкретной даты. Так как при аварии оборудование выходит из строя, в данный документ записывается простой по данной единице, вместе с документом «Выявленные дефекты». Это позволяет понимать в каком состоянии находится в данный момент оборудования и при построение графика ремонта эти данные будут учитываться.

Состояния объектов ремонта: Состояние на дату. Проведен

Номер: Х000000001 от: 04.01.2019 0:00:00 Ответственный: Федоров Борис Михайлович

Организация: ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ Вид эксплуатации:

Подразделение: Производственный участок №1

**Оборудование**

N	Объект ремонта	Изменять состояние подчи...	Дата изменения состояния	Причина простоя
1	ТП-40 Токарный станок по дереву	<input type="checkbox"/>	20.12.2018 12:00:00	Аварийные ремонтные работы

Комментарий:

OK | Записать | Закрыть

Рис.3.8 Форма документа «Состояние объектов ремонта»

### 3.5. Построение математической модели планирования технического обслуживания оборудования

Математическая модель планирования технического обслуживания оборудования находится в прямой зависимости от рассматриваемой производственной и информационной системы, ее особенностей и задач.

Современные информационные технологии позволяют добиться усовершенствования производственной логистики на предприятии. [19] Точная автоматизированная фиксация состояния станков, расчет показателей их плановой работы и отображение результатов в реальном времени обеспечивают оперативность контроля и способствуют своевременному реагированию на ситуации, требующие вмешательства.

Обладая информацией о состоянии оборудования, руководство предприятия имеет возможность целенаправленно работать по увеличению производительности, уменьшению производственных потерь и строго контролировать эффективность использования вложенных в повышение эффективности производства финансовых средств. [13,42,33]

Планирование технического обслуживания является одним из начальных этапов оптимизации производственной логистики и ремонта оборудования. [6] При своевременном выполнении планово-предупредительных мероприятий по оборудованию можно существенно снизить ситуации возникновения аварийно-восстановительного ремонта, предупреждать возникновение аварийных поломок и потребности в таком ремонте. [18]

Математических моделей позволяющих рассчитать и спланировать планово-предупредительное обслуживание производственного оборудования на сегодняшний момент достаточно много. Выбор математической модели зависит от постановки задачи предприятия. [20]

Задача может быть сформулирована следующим образом: в информационную систему поступают данные о состоянии оборудования; необходимо построить график технического обслуживания оборудования, учитывая наработку и ограничение, что оборудование входящее в одну группу заменяемости не может обслуживаться в один день с остальным оборудованием данной группы. [38]

В информационной системе 1С:ТОИР отслеживается наработка оборудования за день. Так же в ней распределено оборудование по группам заменяемости, проставлены коэффициенты приоритета оборудования, занесены данные по критической наработке, обозначена константа, регулирующая шаг уменьшения максимального количества дней работы до технического обслуживания оборудования с целью составления графика.

Индексы:

$m$  – индекс для оборудования ( $m = 1, 2, \dots, m_i$ );

$k$  – индекс приоритета  $m$ -го оборудования в рамках группы заменяемости ( $k = 1, 2, \dots, k_m$ );

$g$  – индекс для группы заменяемости  $m$ -го оборудования с  $k$  индексом приоритета ( $g = 1, 2, \dots, g_{km}$ ).

Переменные:

$N_{kmg}$  – количество дней до критической наработки с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости, день;

$O_{kmgN}$  – наработанное время с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости за день, час;

$O_{kmg_{max}}$  – установленное критическое наработанное время с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости, после которой необходимо техническое обслуживание, час;

$O_{kmg}^{ост}$  – оставшееся время наработки с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости до критической наработки с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости, после которого необходимо техническое обслуживание, час;

$MN_{kmg}$  – оптимальное количество дней работы с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости до необходимости технического обслуживания, день;

$P$  – шаг уменьшения максимального количества дней работы с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группы заменяемости до необходимости технического обслуживания ( $P = 1, 2, 3 \dots P_{max}$ ), день.

$P_{max}$  – максимальный шаг уменьшения максимального количества дней работы с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости до необходимости технического обслуживания, день.

Математическая модель:

Целевая функция (1) максимизирует время работы оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости, в зависимости от выставленных  $k$  индексов приоритета.

$$\sum_{m=1}^{m_i} MN_{kmg} \rightarrow \max \quad (1)$$

Ограничение (2) определяет, что оптимальное количество дней работы с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группы заменяемости может быть меньше или равно количеству дней до превышения критической наработки.

$$MN_{kmg} \leq N_{kmg}, \quad \forall mg \quad (2)$$

где (3) в рамках группы заменяемости оборудования  $N_{kmg}$  должно быть уникально.

$$N_{kmg} \notin \{N_{km-1g} \dots N_{kmg}\}, \quad \forall mg \quad (3)$$

Если ограничение (3) не может быть выполнено, тогда уменьшаем  $MN_{kmg}$  на  $P$ .

Количество дней до критической наработки (4) с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости.

$$N_{kmg} = \frac{O_{kmg}^{ост}}{O_{kmgN}}, \quad \forall mg \quad (4)$$

Оставшееся время наработки (5) с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости до критической наработки, после которого необходимо техническое обслуживание, вычисляется как разность известной по паспорту оборудования  $O_{kmgmax}$  и известной из информационной системы 1С:ТОИР  $O_{kmgN}$ .

$$O_{kmg}^{ост} = O_{kmgmax} - O_{kmgN}, \quad \forall mg \quad (5)$$

В результате техническое обслуживание для каждого оборудования в группе заменяемости становится запланированным и не противоречит ограничению на одновременное техническое обслуживание двух и более единиц оборудования в одной группе. Расчет графика обслуживания зависит от расстановки коэффициентов приоритета оборудования, таким образом, оборудование с наименьшим коэффициентом планируется с минимальным расхождением от рассчитанной точки критической наработки, а оборудование с наивысшим коэффициентом планируется опережая момент критической наработки.

Для решения поставленной задачи был выбран метод перебора, основанный на предварительно заданном периоде планирования. Данный метод был реализован с помощью эвристических алгоритмов, так как решения реальных

практических задач планирования планово-предупредительного ремонта в большинстве случаев являются NP-трудными и использование точных методов для решения не являются лучшим вариантом, ввиду вычислительной сложности и времени, необходимого для нахождения оптимального решения. [28,24] Так же в задаче присутствуют ограничения, связанные со спецификой производства.

При составлении плана технического обслуживания необходимо учитывать приоритетность оборудования, так как оно может иметь разную ценность для производства и зависеть от выполняемого или планируемого заказа, точности выполнения работы и других преимуществ. На рисунке 3.9 представлена схема алгоритма.

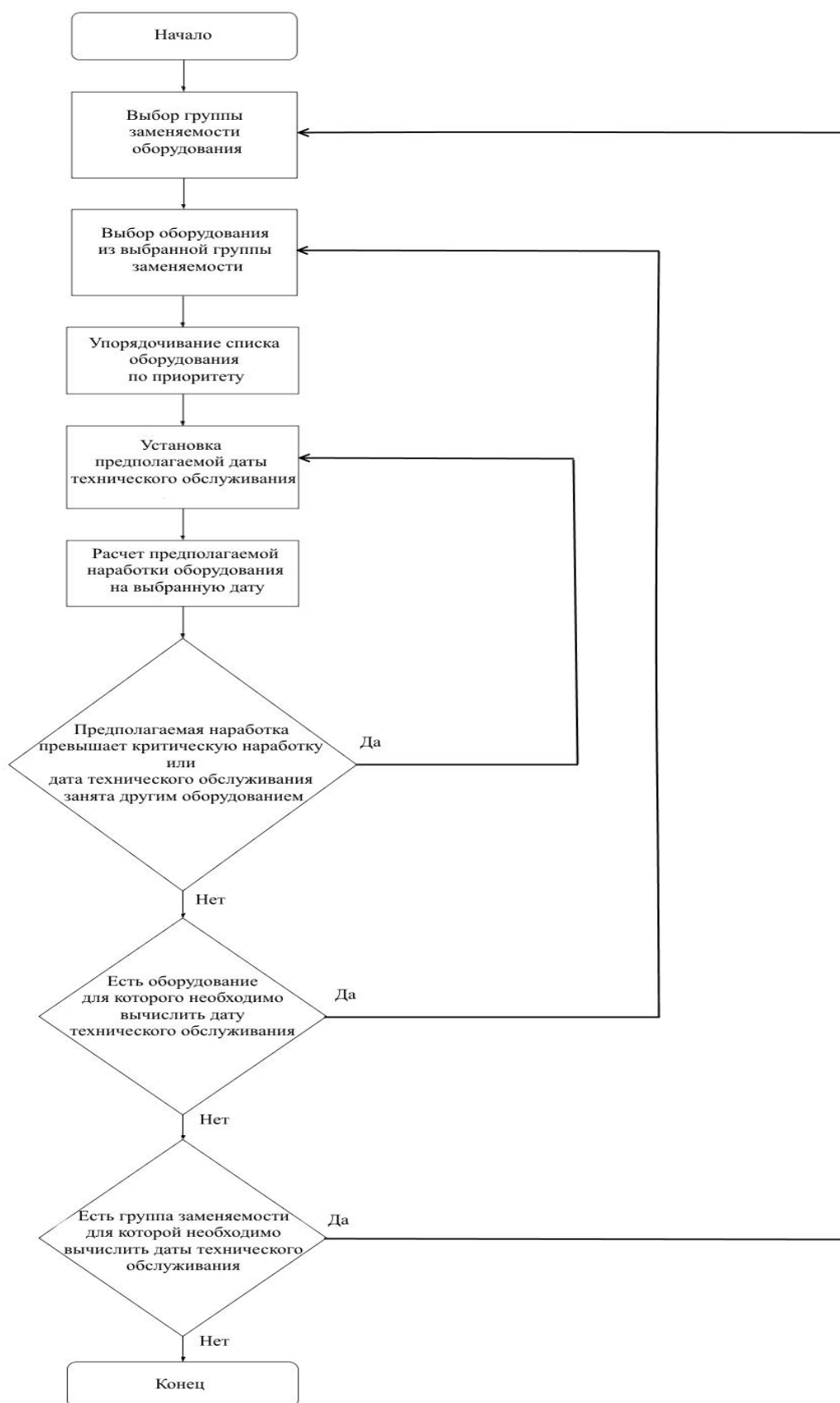


Рис.3.9 Схема алгоритма планирование технического обслуживания оборудования

Предложенный алгоритм состоит из 6-ти шагов:

Шаг 1: Выбор групп заменяемости, которые должны пройти техническое обслуживание в заданный период.

Шаг 2: Составление списка оборудования, входящего в каждую группу заменяемости, которые должны пройти техническое обслуживание в заданный период.

Шаг 3: Упорядочивание списка оборудования входящий в группу заменяемости по коэффициенту приоритета.

Шаг 4: Выбирается оборудование с наименьшим приоритетом, высчитывается наработка оборудования на выбранную дату технического обслуживания.

Шаг 5: Если количество дней до начала технического обслуживания равно количеству дней другому оборудованию находящемуся в той же группе заменяемости, то количество дней будущего технического обслуживания сокращается на заданную константу в системе.

Шаг 6: Выбирается следующее оборудование и повторяется шаг 4 и шаг 5. Если оборудование не имеет возможности удовлетворить условия расчета количества дней до технического обслуживания оно записывается в список уведомлений и после окончания составления графика обслуживания сообщается пользователю.

Благодаря возможности дополнить алгоритм ограничениями можно увеличить точность планирования графика и выполнение необходимых условий, что позволяет улучшить производственную логистику предприятия. [35]

### **3.6. Плановый ремонт оборудования**

В информационной системе 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования для хранения данных об оборудовании существует объект метаданных «Объекты ремонта». Данный



справочник может хранить большинство характеристик и данных о рабочем центре. На рис.3.10 можно увидеть часть хранимой информации об объекте ремонта.

Входит в состав:  ... x Q

Наименование:  Код:

Направление:  ... x Тип оборудования:  ... x Q

Об... Хар... Пок... Нар... Рем... Док... Зап... Сво... Доп... Сос... Ист... Иде...

**Данные по эксплуатации**

Основное сред... [Для связи с основными средствами введите инвентарный номер:](#) Инв. №:  Q

График работы:  ... Q Ввод в эксплуатацию:  Q

Объект принадлежит стороннему контрагенту Срок полезного испо...

Организация:  ... x Q

Подразделение:  ... x

Местонахождение:

**Данные изготовителя**

Изготовитель:  ... x

Заводской №:  Дата выпуска:  Q

Технолог. №:  Номер паспорта:

ОКОФ:  ... x

Комментарий:

Рис.3.10 Форма элемента справочника «Объекты ремонта»

Благодаря данному объекту можно спланировать график плановой проверки и ремонта оборудования, а так же хранить и всячески использовать информацию об оборудовании.

Следующий объект системы, который автоматически создается благодаря умной системы мониторинга производственного оборудования – это документ «Учет параметров наработки» рис.3.11. В данном документе отображается суммарная наработка оборудования за период. Этот документ отображается фактическую наработку оборудования, в объекте «Объект ремонта» указывается плановая наработка оборудования.

Учет параметров наработки: Новый \*

Действия | Перейти

Номер: [ ] от: 05.01.2019 13:07:24

Организация: ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ | Ответственный: Федоров Борис Михайлович

Подразделение: Производственный участок №1

**Наработка оборудования**

Подбор | Заполнить | Синхронизировать

N	Объект ремонта	Инд. №	Дата работы с	Наработка	Дата работы по	Распространять...	Синхронизировать
	Показатель	Тех. №	Текущее значение	Новое значение	Иерархия		
1	ТП-40 Токарный станок по дереву	6933	05.01.2019 13:00:45	5.00000	05.01.2019 13:07:24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Часы работы	ч	63 002.00000	63 007.00000	<Основная иера...		

Комментарий: [ ]

Учет параметров наработки | Печать | ОК | Записать | Закрыть

Рис.3.11 Форма документа «Учет параметров наработки»

Для того, чтобы реализовать автоматическое формирование планового ремонта и обслуживания оборудования, необходимо обратиться к схеме бизнес-процессов, реализованных в информационной системе 1С:Предприятие 8. ТОиР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования, рис.3.12.



Рис.3.12 Схема бизнес-процессов в 1С:Предприятие 8. ТОиР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования

По данной схеме у нас уже есть учет оборудования и нормативов и учет показателей эксплуатации. Для того чтобы система автоматически планировала график ремонта было реализовано регламентное задание и общий модуль.

Регламентное задание «смпФормированиеПлановогоГрафикаРемонтаОборудования» в информационной системе обеспечивает выполнение процедуры модуля, в котором можно задать периодичность выполнения и количество повторений. Задание имеет множество настроек и сможет устроить большинство организаций, рис.3.13.

The image shows a software dialog box titled "Расписание" (Schedule). It features four tabs: "Общее" (General), "Дневное" (Daily), "Недельное" (Weekly), and "Месячное" (Monthly). The "Общее" tab is active. The dialog contains the following fields and controls:

- "Дата начала:" (Start date): 01.12.2018
- "Дата окончания:" (End date): ..
- "Повторять каждые:" (Repeat every): 1 дн.

Below the input fields, a summary line reads: "Выполнять: с 1 декабря 2018 г. один день, 1-го числа месяца; с 1:00:00 один раз в день". At the bottom of the dialog are three buttons: "ОК", "Отмена", and "Справка".

Рис.3.13 Форма настройки расписания регламентного задания

Общий модуль «смпФормированиеПлановогоГрафикаРемонтаОборудования» был создан для того, чтобы анализировать данные, на текущую дату выполнения регламентного задания, связанные с объектами ремонта и графиком ремонтных работ. Для того, чтобы оборудованию своевременно оказывался плановый ремонт и техническое

обслуживание необходимо знать дату его выпуска, ввода в эксплуатацию, его выработку и последний оказываемый ремонт, понимать, когда оборудование может сломаться и как часто нужно следить за его состоянием. [42] Введя данные в систему для вычисления даты планового ремонта и обслуживания можно добиться грамотного построения планового графика ремонта. [10]

Документ «План-график ППР» необходим для составления графика ремонтов. Он содержит в себе все виды ремонта: капитальный ремонт; текущий ремонт и техническое обслуживание, смотрите на рис.3.14.

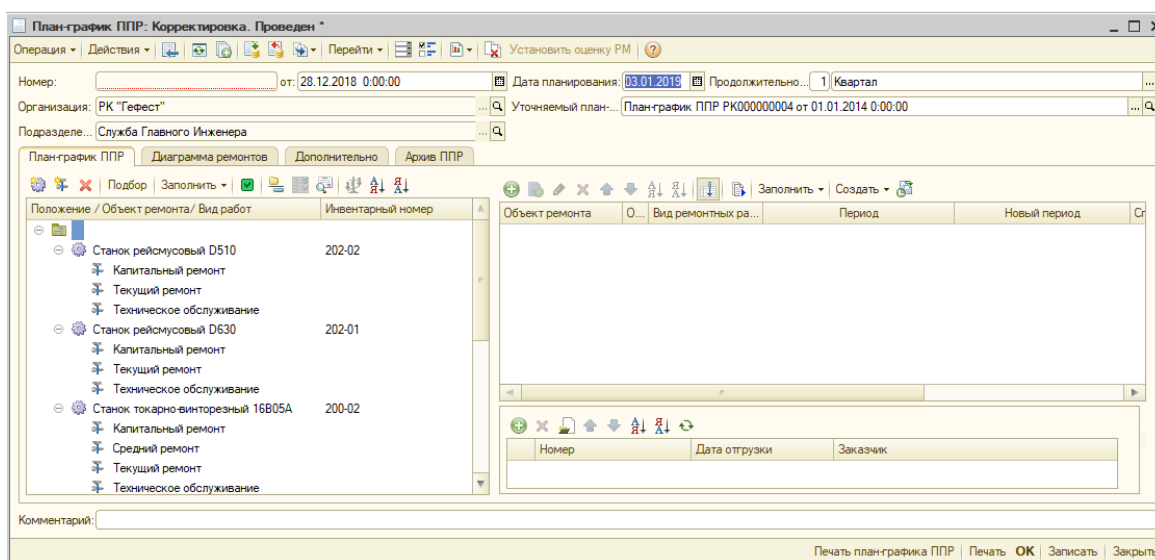


Рис.3.14 Форма документа «План-график ППР»

В общем модуле «смпОформированиеПлановогоГрафикаРемонтаОборудования» формируется данный документ и вычисляются даты технического обслуживания. Для примера работы системы было взято несколько объектов ремонта и было создано условие, что в месяц техническому обслуживанию может подлежать только одно оборудование.

Система планово-предупредительного ремонта оборудования включает в себя совокупность мероприятий по ремонту оборудования и техническому уходу с целью обеспечения его безотказной работы.

Система планово-предупредительного ремонта охватывает такие виды ухода, обслуживания и надзора за эксплуатацией оборудования и ремонта:

1. Надзор за оборудованием и текущее профилактическое обслуживание.
2. Плановые осмотры и проверки.
3. Плановый малый и средний ремонты.
4. Плановый капитальный ремонт. [23]

Благодаря регистру сведений «Нормативные ремонты оборудования», рис.3.15 можно узнать когда для оборудования нужен тот или иной ремонт или обслуживание.

Вид ремонта	Группа объектов ремонтов	Нормативный ремонт	Способ планирования
Техническое обслуживание	Линия кабельная ABBG (3x35)	Техническое обслуживание кабельных линий	Раз в 1 год
Техническое обслуживание	ТП-40 Токарный станок по дереву	Техническое обслуживание токарно-винторезн...	Через каждые 1000 часов
Техническое обслуживание	Станки фрезерные	Техническое обслуживание фрезерных станков	Через каждые 250 часов
Техническое обслуживание	Станки рейсмусовые	Техническое обслуживание рейсмусовых станк...	Раз в 1 месяц
Техническое обслуживание	Станки токарно-винторезные	Техническое обслуживание токарно-винторезн...	Раз в 1 месяц
ТО-1	Установка газотурбинная CX501 KB5	ТО-1 турбогенератора	Через каждые 1000 часов
ТО-1	Погрузчик CHANGLIN ZLM30-5	ТО-1 погрузчиков	Через каждые 500 часов
ТО-1	Самосвал HOWO 8x4	ТО-1 самосвалов	Через каждые 10000 км
ТО-2	Установка газотурбинная CX501 KB5	ТО-2 турбогенератора	Через каждые 2000 часов
ТО-2	Погрузчик CHANGLIN ZLM30-5	ТО-2 погрузчиков	Через каждые 500 часов
ТО-2	Самосвал HOWO 8x4	ТО-2 самосвалов	Через каждые 15000 км
ТО-3	Погрузчик CHANGLIN ZLM30-5	ТО-3 погрузчиков	Через каждые 1000 часов
ТО-4	Погрузчик CHANGLIN ZLM30-5	ТО-4 погрузчиков	Через каждые 2000 часов
Текущий ремонт	Линия кабельная ABBG (3x35)	Текущий ремонт кабельных линий	Раз в 3 года
Текущий ремонт	Станки фрезерные	Текущий ремонт фрезерных станков	Через каждые 500 часов
Текущий ремонт	Станки рейсмусовые	Текущий ремонт рейсмусовых станков	Раз в 1 квартал
Текущий ремонт	Промышленные здания	Текущий ремонт промышленных зданий	Раз в 1 год
Текущий ремонт	Станки токарно-винторезные	Текущий ремонт токарно-винторезных станков	Раз в 1 квартал
Средний ремонт	Станки токарно-винторезные	Средний ремонт токарно-винторезных станков	Раз в 1 полугодие
Капитальный ремонт	Линия кабельная ABBG (3x35)	Капитальный ремонт кабельных линий	Раз в 5 лет
Капитальный ремонт	Станки фрезерные	Капитальный ремонт фрезерных станков	Через каждые 2000 часов

Рис.3.15 Форма регистра сведений «Нормативные ремонты оборудования»

Благодаря документу «Учет параметров наработки» и регистру сведений «Нормативные ремонты оборудования» можно вычислить когда необходим планово-предупредительный ремонт. Для этого нам понадобится график работы оборудования, чтобы вычислить среднее время работы оборудования в день, его пробег или иные показатели по превышению которых назначается планово-предупредительный ремонт.

Рассмотрим в табл.3.3 показатели, которые будут влиять на составление планово-предупредительного графика ремонта и обслуживания оборудования и вычислим предположительную дату ремонтных мероприятий.

Таблица 3.3

## Способы учета параметров оборудования

Вид ремонта	Оборудование	Способ планирования	График оборудования	Способ учета даты отсчета
Техническое обслуживание	ТВ-320 Токарно-винторезный	Через каждые 1000 часов	Сорокочасовая рабочая неделя	По дате ввода в эксплуатацию или последнему ремонту
Техническое обслуживание	ТП-40 Токарный станок по дереву	Через каждые 1000 часов	Сорокочасовая рабочая неделя	По последнему ремонту
Техническое обслуживание	Маho МН-400Р Универсально-фрезерный с ЧПУ	Через каждые 250 часов	Сорокочасовая рабочая неделя	По дате ввода в эксплуатацию или последнему ремонту
Техническое обслуживание	Станок фрезерный	Через каждые 250 часов	Сорокочасовая рабочая неделя	По дате ввода в эксплуатацию или последнему ремонту
Техническое обслуживание	Станок токарно-винторезный	Раз в 1 месяц	Сорокочасовая рабочая неделя	По последнему ремонту

В примере указано пять единиц оборудования. Для каждого из них составлены свои параметры такие, как способ планирования планово-предупредительного ремонта и обслуживания, график работы оборудования, обязательным является способ учета даты отсчета, по значению которого происходит анализ работоспособности оборудования. Данные будут учитываться при планировании графика технического обслуживания. В табл.3.4 указаны данные, которые записаны в справочнике объекты ремонта.

Таблица 3.4

## Данные оборудования

Оборудование	Плановая наработка за 1 день	Дата ввода в эксплуатацию
ТВ-320 Токарно-винторезный	8	05.07.1970
ТП-40 Токарный станок по дереву	8	12.02.2005
Маho MH-400P Универсально-фрезерный с ЧПУ	8	01.08.1980
Станок фрезерный	8	23.10.2003
Станок токарно-винторезный	8	11.01.2001

На предприятии существуют ситуации, когда в один месяц не может производиться более одного технического обслуживания. Для решения данной задачи необходимо реализовать данное ограничение при создании документа «План-график ППР».

Необходимо сформулировать метод по которой будет вычисляться приоритет оборудования в очереди на планово-предупредительный ремонт.

Сначала вычисляются даты без ограничения, тем самым можно понять, сколько оборудования должно обслуживаться в один и тот е месяц. Затем необходимо рассмотреть были ли аварии у тех единиц оборудования, что находятся в одном месте. Далее, были ли еще ремонты и насколько давно. Если авария была, то оборудование ставится в больший приоритет, если был плановый капитальный ремонт или же другие различные плановые ремонты, то оборудование планируется с более низким приоритетом. Так же ставится в более высокий приоритет оборудование, которое давно было введено в эксплуатацию. Таким образом было реализовано создание графика планово-предупредительного

технического обслуживания с ограничением не более одного обслуживания в месяц, рис.3.16.

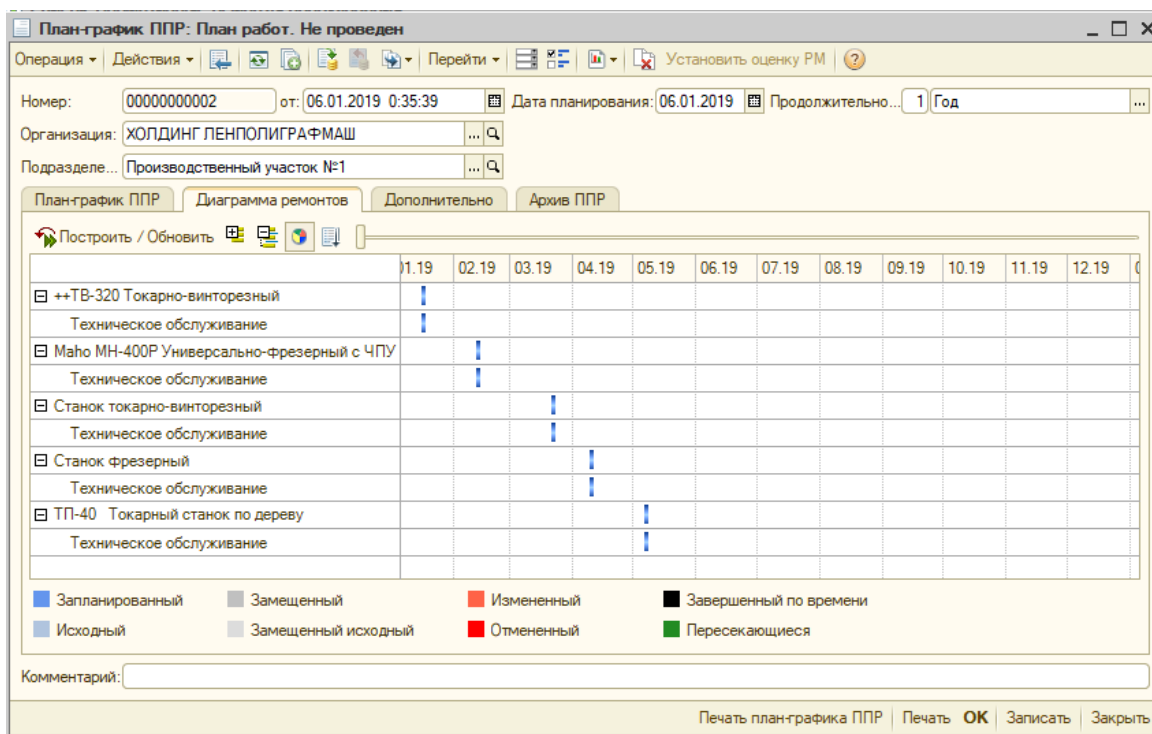


Рис.3.16 Форма документа «План-график ППР» с графиком ремонта

Для того, чтобы реализовать создание данного документа и в свою очередь сформировать план-график планово-предупредительных работ была написана одна из нескольких процедур «смпФормированиеПлановогоГрафикаРемонтаОборудования». Данная процедура вызывается в регламентном задании и создает заполненный шаблон документа «План-график ППР».

Процедура смпФормированиеПлановогоГрафикаРемонтаОборудования()  
Экспорт

ДокументПланГрафикРемонта =  
Документы.торо\_ПланГрафикРемонта.СоздатьДокумент();  
ДокументПланГрафикРемонта.Дата = ТекущаяДатаСеанса();  
ДокументПланГрафикРемонта.ДатаПланирования = ТекущаяДатаСеанса();



Запрос = Новый Запрос;

Запрос.Текст =

"ВЫБРАТЬ

| торо\_ОбъектыРемонта.Ссылка КАК ОбъектРемонтныхРабот,

| торо\_ОбъектыРемонта.ДатаВводаВЭксплуатацию,

| торо\_ОбъектыРемонта.ПлановыйГрафикРаботы,

|

торо\_НормативныеРемонтыОборудования.НормативныйРемонт,

|

торо\_НормативныеРемонтыОборудования.СпособПланирования,

|

торо\_НормативныеРемонтыОборудования.СпособУчетаДатыОтсчета,

| торо\_НормативныеРемонтыОборудования.СпособВыполнения,

| &ВидРемонта КАК ВидРемонтныхРабот,

| &ВидРемонта КАК Ремонт,

|

торо\_ПлановыеРемонтныеРаботыСрезПоследних.ДатаНачалаРемонтныхРабот,  
бот,

|

торо\_ПлановыеРемонтныеРаботыСрезПоследних.ДатаОкончанияРемонтныхРабот

|ИЗ

| РегистрСведений.торо\_НормативныеРемонтыОборудования

КАК торо\_НормативныеРемонтыОборудования

| ЛЕВОЕ

СОЕДИНЕНИЕ

Справочник.торо\_ОбъектыРемонта КАК торо\_ОбъектыРемонта

```

        |          ПО
торо_НормативныеРемонтыОборудования.ГруппаОбъектовРемонтов          =
торо_ОбъектыРемонта.Ссылка
        |          И
(торо_НормативныеРемонтыОборудования.ВидРемонта = &ВидРемонта)
        |          ЛЕВОЕ          СОЕДИНЕНИЕ
РегистрСведений.торо_ПлановыеРемонтныеРаботы.СрезПоследних          КАК
торо_ПлановыеРемонтныеРаботыСрезПоследних
        |          ПО
торо_НормативныеРемонтыОборудования.ГруппаОбъектовРемонтов          =
торо_ПлановыеРемонтныеРаботыСрезПоследних.ОбъектРемонтныхРабот
        |          И
(торо_ПлановыеРемонтныеРаботыСрезПоследних.ВидРемонтныхРабот          =
&ВидРемонта)";

```

```

        Запрос.УстановитьПараметр("ВидРемонта",
Справочники.торо_ВидыРемонтов.НайтиПоНаименованию("Техническое
обслуживание"));

```

```

        РезультатЗапроса = Запрос.Выполнить().Выгрузить();

```

```

        ДокументПланГрафикРемонта.ОбъектыРемонта.Загрузить(РезультатЗапрос
а);

```

```

        ДокументПланГрафикРемонта.ПланРемонтов.Загрузить(РезультатЗапроса);

```

```

        Для каждого Строка Из ДокументПланГрафикРемонта.ПланРемонтов Цикл

```

Строка.ДатаНачСт = ?(ДатаНачалаРемонтныхРаботПоследних >  
 ДатаЗапланированная, ДатаЗапланированная, ДатаЗапланированная +  
 ДатаПрибавления);

Строка.ДатаКонСт = Строка.ДатаНачСт;  
 КонецЦикла;

ДокументПланГрафикРемонта.Записать();

КонецПроцедуры

### **3.7. Расчет затрат на разработку умной системы мониторинга производственной логистики**

Главным эффектом от создания умной системы мониторинга производственной логистики является улучшение экономических показателей на предприятии, увеличение качества выпускаемого товара, снижение брака на производстве, увеличение объема реализации, рост лояльности клиентов и улучшение производственной логистики, благодаря которой повышается эффективность работы предприятия в целом.

Для разработки умной системы мониторинга производственной логистики были использованы основные и вспомогательные материалы, оборудование, которое уже имелось в наличии и программное обеспечение.

Единовременные затраты относятся к затратам связанным с процессом проектирования информационной системы. В табл.3.5 представлены 4 стадии проектирования работы и рассчитывается трудоемкость разработки системы. [32]

Таблица 3.5

## Содержание стадий разработки системы

Этап	Трудоемкость, дн.	Трудоемкость, %
Предварительный анализ	12	11,4
Планирование разработки и эксплуатации	4	5,6
Разработка системы	30	63
Ввод в эксплуатацию	7	20
Итого	53	100

В табл.3.6 приводятся все основные и вспомогательные материалы, которые были затрачены на разработку системы.

Таблица 3.6

## Стоимость покупных изделий

Наименование материала	Количество	Стоимость, руб
Бумага для офисной техники (формат А4)	1 пачка	274
Тонер HP Laser Jet 1018	1 картридж	1102
Канцелярские принадлежности	в ассортименте	200
Учебная версия 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования	на 1 рабочее место	5200
Итого		6776

Платформа 1С:Предприятие 8.3 учебная версия поставляется бесплатно.

Для анализа системы, поиска информации и разработки системы использовался ноутбук. Амортизация ЭВМ рассчитывается по формуле (3.1):

$$A_0 = \frac{C_{\text{компл}}}{C_p \cdot \tau_m \cdot K_z}, \quad (3.1)$$

где  $A_{\partial}$  - амортизация за день (руб.);

Скомп - стоимость техники (руб.);

Ср - срок эксплуатации техники (лет);

Чм - число месяцев в году;

Кг - количество рабочих дней в году.

$$A_{\partial} = \frac{42000}{2 \cdot 12 \cdot 176} = 9,943 \text{ рублей.}$$

ЭВМ использовали на всех этапах разработки умной системы мониторинга производственной логистики:

стадия системного анализа (15 день);

стадия технического проекта (25 дней);

стадия рабочего проекта (23 дня);

опытная эксплуатация (5 дней);

Итоговая продолжительность работы ЭВМ при 8 часах работы за весь период разработки составила:

$$\mathcal{E}_{\text{ч}} = 8 \cdot 68 = 544 \text{ часа.}$$

Из этого следует, что амортизация ЭВМ составляет:

$$A = 544 \cdot 9,943 = 5408,992 \text{ рубля.}$$

Статья затрат «Прочие расходы» рассчитывается как 3% от суммы предыдущих статей затрат и обозначается  $\mathcal{Z}_{\text{пр}}$ .

$$\mathcal{Z}_{\text{пр}} = (6776 + 5408,992) \cdot 0,03 = 365,55 \text{ рублей.}$$

В табл.3.7 приведены затраты по статьям.

Таблица 3.7

Смета затрат на разработку системы

№	Статья затрат	Сумма затрат, руб.
1	Основные и вспомогательные материалы	6776
2	Амортизация ЭВМ	5408,99
3	Прочие расходы	365,55
Итого, руб		12550,54

Таким образом себестоимость программного продукта «Умная система мониторинга производственной логистики» составляет 12551 рубль.

В большинстве случаев невозможно получить необходимые оценки трудоемкости и длительности выполнения проектов, связанные с проектированием и разработкой программных продуктов, с приемлемым уровнем достоверности. Это связано с тем, что индустрия информационных технологий невероятно сложна как предметная область, результат которой зависит не только от объективных, но и от множества субъективных факторов, которые плохо поддаются оценке и формализации. [31]

### **3.8. Ценность для 1С:MES Оперативное управление производством**

Благодаря правильно выстроенной логистике в 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования и настройке планово-предупредительного ремонта, можно решать задачи не только ремонта оборудования и его состояния, но и влиять на планирование заказов в информационной системой Оперативное управление производством. В внедренной системе 1С:MES реализовано планирование заказов на производство и планирование маршрутных карт. Благодаря такому функционалу логистика производства становится более контролируемой и более прозрачной. На рис.3.17 показана диаграмма Ганта в 1С:MES Оперативное управление производством, которая показывает загруженность рабочих центров в выбранный период под выбранные заказы. [40]

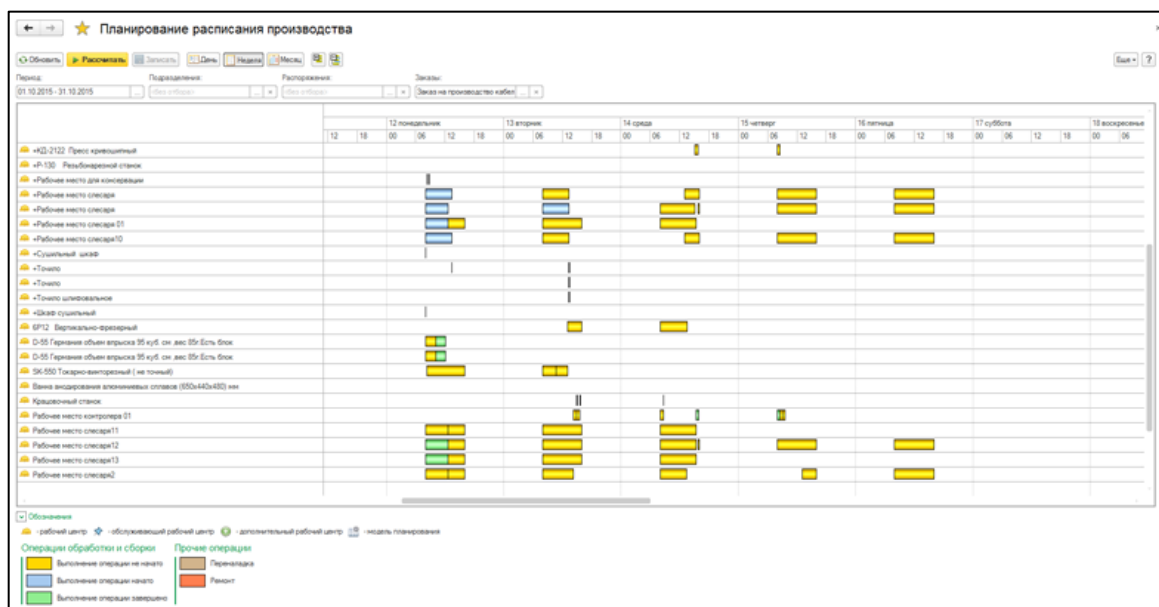


Рис.3.17 Диаграмма Ганта в 1С:MES Оперативное управление производством

В данной системе в ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ информация о группе заменяемости оборудования заполняется вручную технологами. Состояние оборудование считается всегда хорошим и не рабочее состояние отслеживается и заносится вручную в систему. Заменяемость оборудования учитывается в большинстве случаев лишь для более быстрого и оптимального по срокам, а так же по другим параметрам выполнения заказа. Учитывая данные факты и осознавая погрешность в планировании при отсутствии такой важной информации как график планово-предупредительного ремонта оборудования можно предположить, что разработка умной системы производственного оборудования на базе информационной системы 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования и внедрение данного функционала в ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ сможет уменьшить расходы предприятия, как материальные, так и временные.

Умная система мониторинга производственной логистики при интегрировании с 1С:MES Оперативное управление производством увеличит точность построения графика производственной логистики, даст возможность оперативно отслеживать неполадки оборудования и выход из строя. Позволит

планировать выполнение заказов с учетом графика планово-предупредительного ремонта, применяя группу заменяемости оборудования. Так же, при использовании интеграции систем можно будет вычислить «узкие» места в производстве, неэффективность того или иного оборудования, высокие потери связанные с частыми поломками оборудования, его неточностью или всяческими повышенными трудозатратами и временными тратами.

При высокой категории срочности заказа 1С:МЕС Оперативное управление производством может способствовать изменению графиков ремонта оборудования. Это можно осуществить при обратном обмене с 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования. Такой двухсторонний обмен позволит более грамотно распоряжаться ресурсами предприятия и что еще более важно – увидеть картину в целом.

### **3.9. Выводы**

Разработка и внедрение современных методов планирования поможет предприятиям повысить конкурентоспособность как за счет сокращения сроков технического обслуживания, ремонта и простоя оборудования, так и за счет контроля производства и качества продукции. [25]

В данной работе рассмотрена математическая модель процесса технического обслуживания оборудования предприятия, выбран наилучший алгоритм, удовлетворяющий потребности по построению планово-предупредительного графика в умной системе мониторинга производственного оборудования и проведена его реализация. [48]

Таким образом, для того, чтобы улучшить решение 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования была реализована подсистема «УСМПЛ», которая расшифровывается как «Умная система мониторинга производственной логистики», включающая в себя: мониторинг производственного оборудования; создание заявок на выявленный дефект по



факту его появления, а так же формирование планово-предупредительного графика ремонта и технического обслуживания оборудования за счет регламентного задания и данных, введенных в информационную систему.

Решение задачи планирования ремонта оборудования и его технического обслуживания позволяет сократить внезапные отказы оборудования, которые приводят к простоям и ухудшению качества оборудования и общему снижению отдачи от оборудования. Благодаря уже встроенному механизму в системе 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования можно прогнозировать затраты в разрезе номенклатуры, трудозатрат, затрат на работы с подрядными организациями. Своевременно выделив средства на запланированные ремонты и необходимые, можно исключить ситуации, когда оборудование будет простаивать из-за отсутствия средств на его ремонт и восстановление.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе магистра, в соответствии с целью работы было поставлено пять основных задач, требующие решения. Далее будут кратко представлены основные результаты и решение поставленных задач.

Получены следующие результаты:

1. Рассмотрены предложения по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, имеющиеся на рынке информационных технологий. В ходе исследования была определена классификация информационных систем, выявлен рынок, составлены таблицы популярности тех или иных информационных систем в области технического обслуживания и ремонта оборудования.

2. Проведен анализ информационных систем. Основываясь на полученной информации доказано, что информационная система 1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования наиболее лучшим образом подходит для внедрения в ХОЛДИНГ ЛЕНПОЛИГРАФМАШ, для оптимизации производственной логистики в сфере обслуживания и ремонта оборудования.

3. Проанализированы существующие методологии системного анализа и пространственно-временной оптимизации материальных и информационных потоков, направленные на сокращение потерь. По итогу выбран инструмент решения задачи оптимизации процессов связанных с техническим ремонтом и обслуживанием. Совокупность методологий была использована в ходе реализации умной системы мониторинга производственной логистики.

4. Мною разработана математическая модель планирования технического обслуживания оборудования. Модель имеет ряд допущений для уменьшения вычислительной сложности.

5. Спроектирована и реализована умная система мониторинга производственной логистики на основании существующих методологий системного анализа и пространственно-временной оптимизации материальных и

информационных потоков. Данная система имеет свою подсистему, для более удобного встраивания в иные конфигурации и доработки. Умная система мониторинга производственной логистики позволяет решать задачи по фактической поломке оборудования и неисправностей, а так же анализируя данные о состоянии, получаемые от оборудования, автоматически формирует планово-предупредительный график технического обслуживания. Система имеет встроенный отчет и обработку, позволяющую в режиме реального времени следить за работой оборудования. Так же вычислена себестоимость данной системы и проанализирована возможная и необходимая интеграция с 1С:MES  
Оперативное управление производством.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 1С:ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования. – URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/eam/features> (дата обращения: 18.12.2018).
2. 1С:Управление ремонтным предприятием. – URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/eam-plant/features> (дата обращения: 17.12.2018).
3. Анализ текущих проблем автоматизации предметной области. – URL: <https://studopedia.org/8-7093.html> (дата обращения: 21.09.2018).
4. АО «Корпорация Галактика» Рекомендуемые конфигурации программного окружения. – М.: АО «Корпорация Галактика, 2018. – 13 с.
5. База знаний. – URL: <https://www.elma-bpm.ru/KB/article-5698.html> (дата обращения: 11.12.2018).
6. Боровков А.И., Клявин О.И., Марусева В.М. и др. Цифровая фабрика (Digital Factory) Института передовых производственных технологий СПбПУ // Трамплин к успеху [корпоративный журнал дивизиона «Двигатели для гражданской авиации» АО «ОДК»]. 2016. № 7. С. 11—13.
7. Боярко И.М. Инвестиционный анализ. – К.: Центр учебной литературы, 2011. – 400 с.
8. Галактика Управление ТОРО. – URL: <https://www.galaktika.ru/blog/galaktika-upravlenie-toro-rasshirenie-funktionalnosti.html> (дата обращения: 14.12.2018).
9. Галактика ЕАМ. – URL: <https://www.galaktika.ru/eam/effektivnost-vnedreniya-eam-sistemy-zavisit-ot-gramotno-postavlennykh-celej.html> (дата обращения: 11.12.2018).
10. Гальперин А.С., Шипков И.В. Прогнозирование числа ремонтов машин: книга. – М.:Машиностроение, 1973. – 112 с.
11. Гольфстрим. - URL: <http://gulfstream-mrp.ru/monitoring> (дата обращения: 01.02.2018).
12. Диспетчер. Мониторинг. - URL: <https://www.intechnology.ru/monitoring>

(дата обращения: 21.11.2018).

13. Ингеманссон А.Р. Актуальность внедрения концепции «индустрия 4.0» в современное машиностроительное производство // Научно-технические технологии в машиностроении. 2016. Т. 1, №. 7. С. 45-48.

14. Информационная система ТООИР. – URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информационная\\_система\\_ТООИР](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информационная_система_ТООИР) (дата обращения: 14.12.2018).

15. Компьютеризированная система управления техническим обслуживанием. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютеризированная\\_система\\_управления\\_техническим\\_обслуживанием](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютеризированная_система_управления_техническим_обслуживанием) (дата обращения: 21.09.2018).

16. Коробочный программный продукт. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Коробочный\\_программный\\_продукт](https://ru.wikipedia.org/wiki/Коробочный_программный_продукт) (дата обращения: 21.09.2018).

17. Косарева В.П., Королева А.Ю. Экономическая информатика и вычислительная техника: учебное пособие. - М.: Финансы и статистика, 1996. - 336 с.

18. Кудряшов Р.Б. Планово-предупредительный ремонт и его роль на производстве // Справочник экономиста. – 2014. – №4. – С. 55 – 60.

19. Куприяновский В.П., Добрынин А.П., Синягов С.А., Намиот Д.Е., Уткин Н.А. Трансформация промышленности в цифровой экономике – экосистема и жизненный цикл // International Journal of Open Information Technologies. 2017. Т. 5, № 1. С. 34-49.

20. Левенцов В.А. Модели и инструментальные средства составления календарных расписаний работы механообрабатывающих цехов: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Санкт-Петербургский политехнический университет. Санкт-Петербург, 2007.

21. Методика системного анализа. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

Методика\_системного\_анализа (дата обращения: 11.12.2018).

22. Методы активизации интуиции специалистов. – URL: [https://studme.org/45002/investirovanie/metody\\_aktivizatsii\\_intuitsii\\_spetsialistov](https://studme.org/45002/investirovanie/metody_aktivizatsii_intuitsii_spetsialistov) (дата обращения: 14.10.2018).

23. Методы ремонта оборудования. – URL: <http://chiefengineer.ru/stanki/remont-oborudovaniya/metody-remonta-oborudovaniya/> (дата обращения: 21.09.2018).

24. Мышенков К.С., Романов А.Ю. Метод решения задачи календарного планирования ремонтов технологического оборудования предприятия с использованием генетического алгоритма // Машиностроение и компьютерные технологии. 2011. № 9. С. 1-9.

25. Никитин А.В., Рачковская И.А., Савченко И.В. Управление предприятием (фирмой) с использованием информационных систем: учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2007. - 188 с.

26. Общие сведения о системе TRIM. – URL: <http://trim.ru/razrabotka-po/obshchie-svedeniya-o-sisteme-trim> (дата обращения: 14.12.2018).

27. Определение ценности для бизнеса. – URL: <https://myalm.ru/news/Определение-ценности-для-бизнеса> (дата обращения: 01.03.2019).

28. Погодаев А.К., Корнеев А.Д., Маракушин М.В. Задача перспективного планирования ремонтно-восстановительных работ // Управление большими системами: сборник трудов. 2006. № 13. С. 134-141.

29. Пространственная и временная оптимизация инвестиционной программы предприятия. – URL: <https://studfiles.net/preview/4331700/page:12> (дата обращения: 21.11.2018).

30. Различные варианты оптимизации портфеля реальных инвестиций. – URL: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.math.mrsu.ru/text/c>

ourses/invest/2/2\_1\_4 (дата обращения: 27.11.2018).

31. Разработка ПО: оценка результата. - URL: [http://itc.ua/articles/razrabotka\\_po\\_ocenka\\_rezultata\\_25631/](http://itc.ua/articles/razrabotka_po_ocenka_rezultata_25631/) (дата обращения: 21.09.2018).

32. Расчет затрат на разработку, внедрение и сопровождение проекта. – URL: <https://studopedia.org/8-7120.html> (дата обращения: 21.09.2018).

33. Романов А.Ю. Совершенствование системы управления ремонтом и обслуживанием технологического оборудования предприятия: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный технологический университет. Санкт-Петербург, 2011.

34. Сертификация компьютеров. – URL: <https://1c.ru/rus/products/1c/predpr/compat/hard/demand.htm> (дата обращения: 19.12.2018).

35. Соловейчик К.А., Левенцов В.А. Сафронова Е.М. Модель планирования технического обслуживания оборудования // Организатор производства. – 2019. – № 2. (находится в печати).

36. Техническое задание. – URL: <http://themechanic.ru/technicheskoe-zadanije> (дата обращения: 21.09.2018).

37. Федеральный закон от 25.02.1999 N 39-ФЗ (ред. от 25.12.2018) "Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений" – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_22142/bb9e97fad9d14ac66df4b6e67c453d1be3b77b4c/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22142/bb9e97fad9d14ac66df4b6e67c453d1be3b77b4c/) (дата обращения: 28.11.2018).

38. Шнитин Ю.В., Левенцов В.А. Имитационное моделирование календарных графиков производства // Экономика и промышленная политика России. Труды III международной научно-практической конференции. 2004. С. 261-267.

39. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта

общепромышленного оборудования. — М.: Энас, 2008. — 360 с.

40. 1С:MES Оперативное управление производством. — URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/mes/features> (дата обращения: 21.12.2018).

41. 1СТОИР.RU. — URL: <https://1ctoir.ru/products/1ctoir/> (дата обращения: 14.12.2018).

42. Damilare T.O., Olasunkanmi O.A. Development of Equipment Maintenance Strategy for Critical Equipment // The Pacific Journal of Science and Technology. — 2010. — №1. — С. 328 – 342.

43. Enterprise asset management. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise\\_asset\\_management](https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_asset_management) (дата обращения: 21.09.2018).

44. Enterprise resource planning. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise\\_resource\\_planning](https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_resource_planning) (дата обращения: 21.09.2018).

45. Fast salt times. - URL: <http://fastsalttimes.com/sections/solution/1008.html> (дата обращения: 01.05.2018).

46. IBM Maximo. — URL: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ru/SSLKTT6\\_7.6.0.7/com.ibm.mam.doc/overview/c\\_intro\\_mam.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ru/SSLKTT6_7.6.0.7/com.ibm.mam.doc/overview/c_intro_mam.html) (дата обращения: 14.12.2018).

47. Maintenance Strategy 202: Develop your equipment maintenance strategy, then develop your equipment maintenance programs. — URL: <https://www.lifetime-reliability.com/cms/free-articles/maintenance-management/equipment-maintenance-strategy/> (дата обращения: 21.09.2018).

48. Martin B. Putting Theory into Practice: A Guide to Effective Maintenance Strategy Implementation // Asset Management Services. ABB Eutech. — 2003. — С.1 – 27.

49. Oracle Россия и СНГ. — URL: <https://www.oracle.com/ru/index.html> (дата обращения: 01.03.2018).



50. Tadviser. – URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/EAM?cache=no&ptype=system#ttop> (дата обращения: 14.12.2018).
51. TRIM-PMS. – URL: [itm.spb.ru/](http://itm.spb.ru/) (дата обращения: 12.11.2018).