



Управление надежностью оборудования с использованием решения SAP **Asset Strategy & Performance**

Евгений Судаков



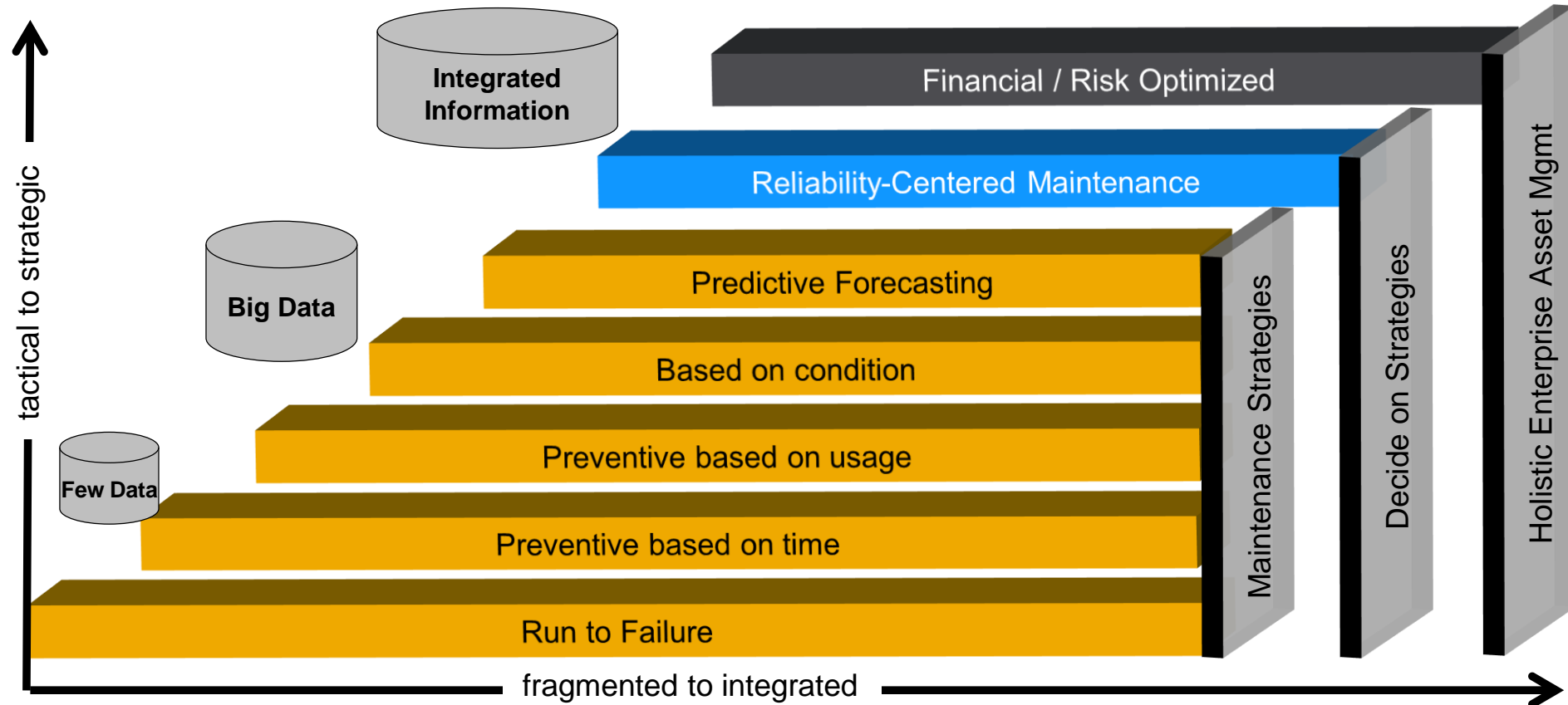
Стратегии ТОиР становятся более комплексными

*Use of Maintenance Strategy – Future

Run to Failure Preventive On-Condition Predictive

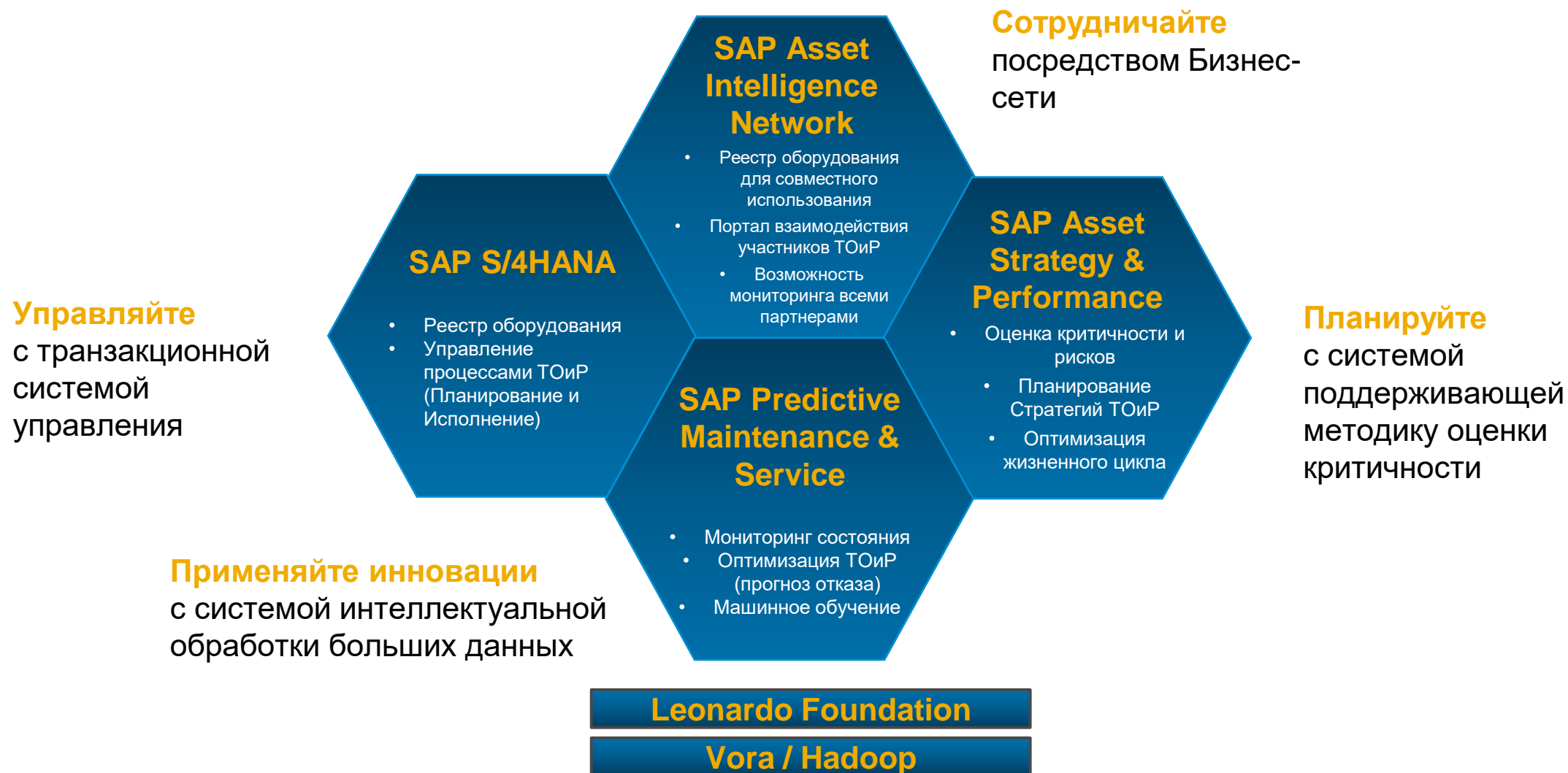
*Use of Maintenance Strategy – Today

Run to Failure Preventive On-Condition Predictive



Source: Gartner (modified)

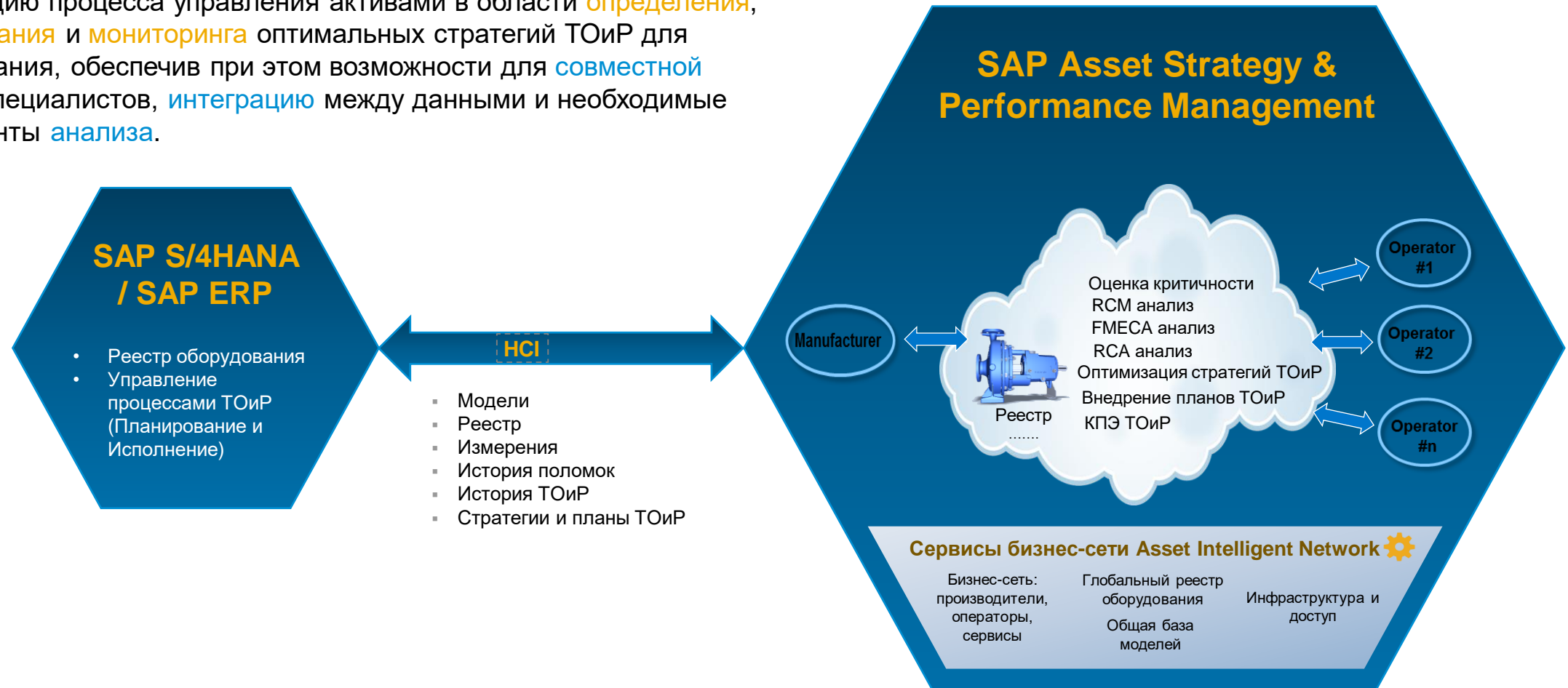
SAP Leonardo – среда, позволяющая комплексно управлять Знаниями об Активе



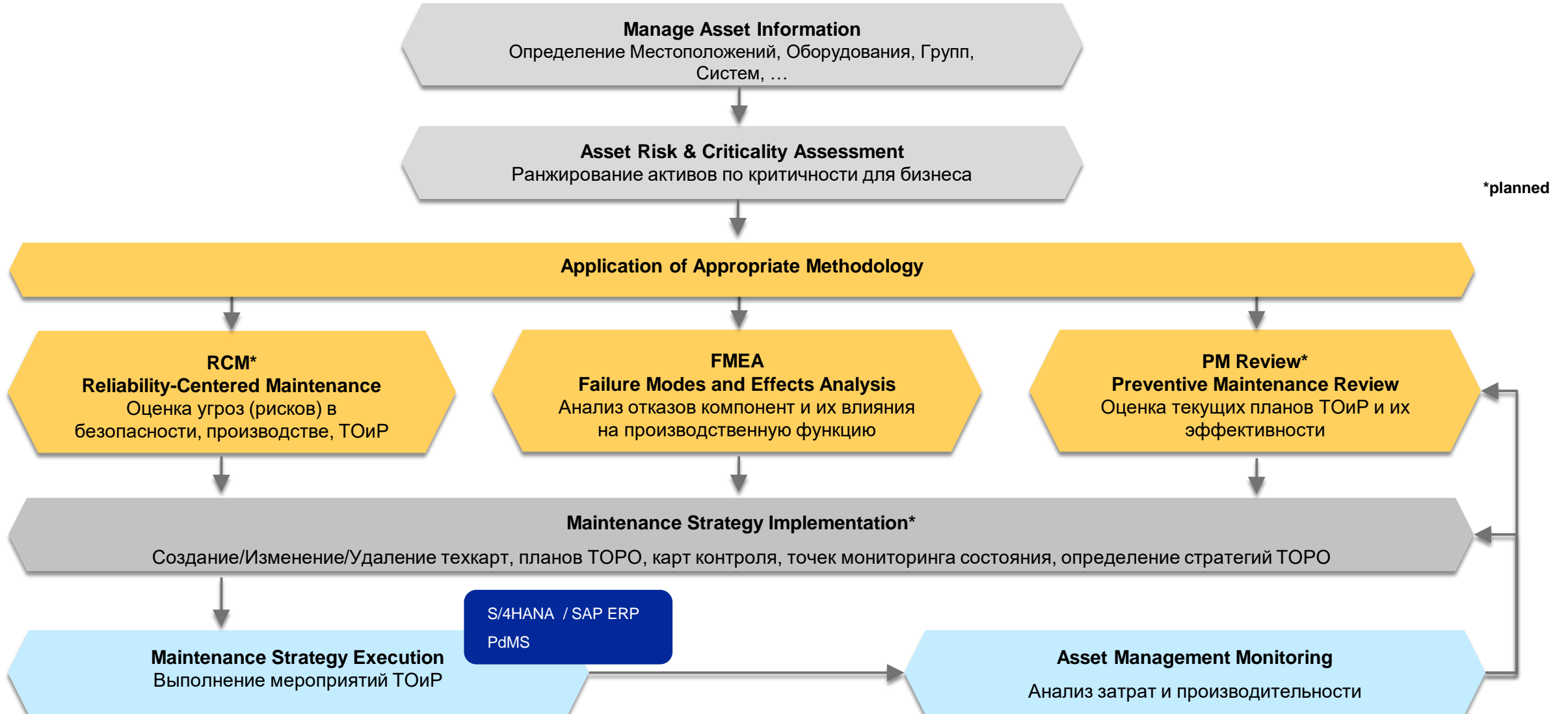
SAP Asset Strategy and Performance Management (SAP ASPM)

Управление надежностью и стратегиями ТОиР

Цель разработки нового решения **SAP ASPM** – поддержать организацию процесса управления активами в области **определения**, **планирования** и **мониторинга** оптимальных стратегий ТОиР для оборудования, обеспечив при этом возможности для **совместной работы** специалистов, **интеграцию** между данными и необходимые инструменты **анализа**.



SAP ASPM – разработка Стратегий ТОиР



Manage Asset Information – Ведение НСИ актива (оборудования)

Manage Asset Information

Определение Местоположений, Оборудования, Групп, Систем, ...

Управление Местоположениями, Оборудованием, Группами, Системами для **оптимизации процесса Оценки Критичности**

Возможности:

- Загрузка технических объектов из ERP системы
- Использование Шаблонов Классов и Подклассов согласно ISO стандартов
- Создание Моделей, Оборудования, Местоположений и Спецификаций запчастей
- Группировка оборудования различными способами
- Объединение оборудования в системы и подсистемы
- Ведение документов и инструкций ТОиР
- Ведение каталогов типовых поломок и их характеристик
- Создание Запросов на улучшения (модернизацию)
- Просмотр исторического лога (истории изменений)
- Управление устареванием Моделей, Оборудования, Запчастей
- Просмотр КПЭ (Key Performance Indicators) для оборудования и технических мест (местоположений)

The screenshot displays the SAP Manage Asset Information interface for a specific piece of equipment, 'Pump Unit Mega CPK QKD-6371'. The interface is divided into several sections:

- Top Bar:** Navigation icons and tabs for 'Оборудование' (Equipment), 'Документация' (Documentation), 'Мониторинг' (Monitoring), and 'Сервисное обслуживание клиентов' (Customer Service).
- Equipment Details:** Information about the equipment, including its manufacturer (SAP Manufacturer), location (BKW-CH-QKD), and status (Partially functional).
- Documents:** A list of documents related to the equipment, including technical specifications and manuals.
- Monitoring:** A section for monitoring the equipment's performance, including a table of failure types and a bar chart showing improvement requests.
- Improvement Requests:** A section for managing improvement requests, including a table of requests and a bar chart showing the status of requests.

Ид. вида неисправности	Описание	Категория	Типы	Действие	Причины
FM.OPER.11	Bearing seized	Низкая выработка, Нет выработки, Структурные дефекты	Указанная функция потеряна или не входит в принятый объем операций, Разработанная функция не получена.	4 hours plant downtime, Equipment breaks, Power quality affected, Forced shutdown	Not adequate lubrication, Disalignment, Improper load
FM.OPER.4	Radiator leakage	Внешняя утечка: вспомогательная среда	Некритические сбои	Указанная функция потеряна или не входит в принятый объем операций	
FM.OPER.16	CustomFM1	Не вращается	Некритические сбои		
FM.OPER.8	QKD-Windfarm	Структурные дефекты	Разработанная функция не получена, Указанная функция потеряна или не входит в принятый объем операций, Некритические сбои		Winding Failure, Mechanical Failure, External damage, Improper joints
FM.MANF.6	Unable/wrong oil level indication	Ложное срабатывание	Некритические сбои		Dial mechanism faulty

Запрос на улучшение	Статус	Приоритет	Автор
Change Spare Parts	Черновик	Средний	SAP Operator
Coating	Черновик	Средний	SAP Operator

Asset Risk & Criticality Assessment – Оценка Критичности

Asset Risk & Criticality Assessment

Ранжирование активов по критичности для бизнеса

Оценка, которая позволит **ранжировать активы по критичности** и определить, какие виды анализа применять для определения стратегий ТОиР - RCM, FMEA, PM Review

Возможности:

- Оценка критичности актива (Оборудования, Местоположения, Группы или Системы) на основании комплексных критериев (матрицы) значений рисков
- Вычисление значений рисков для различных категорий влияния матрицы рисков
- Поддержка процесса выбора метода анализа для актива (т.е. RCM/FMEA, PM review, CM) как результат оценки критичности актива
- Возможность использовать для оценки существующие исторические данные по ТОиР и КПЭ (интеграция с EAM / PdMS).

The screenshot displays the SAP Asset Risk & Criticality Assessment interface. The top navigation bar includes 'Оборудование' (Equipment) and 'Оценки' (Assessments). The main content area shows the 'Risk & Criticality' assessment for 'Pump Unit Mega CPK QKD-6371'. It includes a 'Risk Matrix' (Матрица) for 'Operations' and 'Environment'. The 'Operations' matrix shows risk levels (Rare, Unlikely, Possible, Likely, Almost certain) and consequences (Insignificant, Minor, Moderate, Major, Extreme). The 'Environment' matrix shows risk levels (Rare, Unlikely, Possible, Likely, Almost certain) and consequences (Insignificant, Minor, Moderate, Major, Extreme). The interface also displays 'Risk and Criticality' details, including 'Risk and Criticality' (Риск и критичность), 'Survey' (Анкета), 'Difference in risk type scores' (Разница оценок типов риска), and 'FMEA' (FMEA).

Operations Matrix:

	Insignific...	Minor	Moderate	Major	Extreme...
Rare	4	8	16	32	64
Unlikely	8	16	32	64	128
Possible	12	24	48	96	192
Likely	24	48	96	192	384
Almost certain	40	80	160	320	640

Environment Matrix:

	Insignific...	Minor	Moderate	Major	Extreme...
Rare	4	8	16	32	64
Unlikely	8	16	32	64	128
Possible	12	24	48	96	192
Likely	24	48	96	192	384
Almost certain	40	80	160	320	640

Reliability-Centered Maintenance – Типовые библиотеки / сотрудничество

RCM*
Reliability-Centered Maintenance
Оценка угроз (рисков) в
безопасности, производстве, ТОиР

RCM это процесс, гарантирующий работоспособность системы в существующем операционном контексте. Обычно используется для оценки минимально необходимого уровня обслуживания (ТОиР). Успешное применение RCM позволяет оптимально управлять затратами на обслуживание, обеспечить требуемую надежность и КТГ, лучше понять риски, которыми управляет / влияет организация.

Возможности:

- Интеграция контекстных библиотек (отказов, регламентов и т.п.) производителей и сторонних организаций (ОЕМ/3rd party)
- Возможность сотрудничества с производителями / поставщиками сервисов по выявлению типовых отказов, методов их устранения / недопущения, выработки рекомендаций и т.п.

Список видов неисправности

Стандарт * Поиск

Виды неисправности (63) | Стандарт | Общее | RAMS

Ид. вида неисправности	Подкласс	Категория	Тип	Причины	Присвоения	Статус
<input type="checkbox"/> FM.OPER.53 No Liquid Delivered	CENTRIFUGAL_PUMP	Низкая выработка	Разработанная функция не получена. Указанная функция потеряна или не входит в принятый объем операций.	Drive shaft broken Bearings in motor seized Показать еще 1		Не опубликовано
<input type="checkbox"/> FM.OPER.52 Shaft unbalanced	CENTRIFUGAL_PUMP	Не вращается Неверное выходное напряжение Показать еще 1	Разработанная функция не получена. Указанная функция потеряна или не входит в принятый объем операций.	- Shaft deflection and Misalignment Stuffing box leakage Показать еще 2		Опубликовано
<input type="checkbox"/> FM.OPER.51 Reduction in suction head	CENTRIFUGAL_PUMP	Не функционирует по запросу Недостаточная мощность	Указанная функция потеряна или не входит в принятый объем операций.	Lightning stroke Unbalanced	1	На редактир...

Стандарт * Поиск

Виды неисправности (63) | Стандарт | Общее | RAMS

Ид. вида неисправности	Шаблон вида неисправности	MTTF	MTTR	MTBF
<input type="checkbox"/> FM.OPER.53 No Liquid Delivered	<input type="checkbox"/> FM.OPER.53 No Liquid Delivered			
<input type="checkbox"/> FM.OPER.52 Shaft unbalanced	<input type="checkbox"/> FM.OPER.52 Shaft unbalanced			
<input type="checkbox"/> FM.OPER.51 Reduction in suction head	<input type="checkbox"/> FM.OPER.51 Reduction in suction head	32 Недели	13 Месяцы	24 Месяцы
<input type="checkbox"/> FM.OPER.12 Wear of cylinder head seal kit				
<input type="checkbox"/> FM.OPER.17 Increase of Temperature				
<input type="checkbox"/> FM.OPER.41 Abnormal vibration		0	0	0

© 2018 SAP SE or an SAP affiliate company. All rights reserved. | CUSTOMER

This is the current state of planning and may be changed by SAP at any time.

8

Failure Modes and Effects Analysis – АВКПО

FMEA

Failure Modes and Effects Analysis
Анализ отказов компонент и их влияния
на производственную функцию

FMEA один из наилучших инструментов анализа надежности оборудования – методология анализа потенциальных отказов / проблем, их коренных причин, позволяющая определить набор действий, которые необходимо предпринять для уменьшения / исключения последствий наступления отказа. Возможность предсказать событие до его возникновения на практике и предусмотреть необходимые действия с учетом конструктивных особенностей, безопасности выполнения работ и требуемых ресурсов.

Возможности:

- Организация процесса оценки FMEA, определение участников и их ролей
- Определение критериев риска, создание шаблонов оценки и опросников
- Использование типовых библиотек производителей / 3-х сторон
- Определение видов отказов, их проявлений и основных характеристик (MTBF, RPN)
- Определение коренных причин отказов, их проявлений
- Определение мероприятий, требуемых для их исполнения ресурсов, присвоение Стратегии ТОиР
- Ведение документов

The screenshot displays the SAP FMEA Assessments interface. On the left, a list of FMEA assessments is shown, including 'RA 2134 FMEA for all centrifugal pump in Noida plant', '3290 FMEA for ENOCH flow meater', '2398489 FMEA description', '24545 FMEA description', '7835 FMEA description', '3724 FMEA description', '238 FMEA description', '8592 FMEA description', '24568 FMEA description', and '6752 FMEA description'. The main panel shows the details for 'Eq Workorder Test 1', which is in the 'Planned' phase and 'In Revision' status. The 'Highlights' section shows a 'Completeness' bar chart with values: Overall (29%), Installation Data (16%), Attributes (100%), Instructions (0%), and Documents (0%). The 'FMEA' section indicates it was updated by 'Alex Mathew' on 12 Feb 2017, with 46 Total Preventive Activities and 12 Total Corrective Activities. The 'Reduction in suction head' FM.OPER.51 is highlighted, with a status of 'На редакции' and 'Внешние ид.'. The 'Информация' tab is selected, showing 'Подкласс CENTRIFUGAL_PUMP' and 'Типы' (2 - Указанная функция потеряна или не входит в принятый объем операций, 1 - Разработанная функция не получена). The 'Категории' section lists 'Не функционирует по запросу' and 'Недостаточная мощность Структурные дефекты'. The 'Показатели RAMS' section includes a 'Шаблон вида неисправности F' graph, 'Среднее время неисправности' (32 Недели), 'Среднее время ремонта' (13 Месяца), and 'Среднее время между неисправностями' (24 Месяца).

Preventive Maintenance Review – Оценка эффективности ТОиР

PM Review*
Preventive Maintenance Review
Оценка текущих планов ТОиР и их
эффективности

Возможность быстро агрегировать данные большого количества планов ТОиР и провести анализ того, почему мероприятия были запланированы в техкартах ТОиР и какова эффективность этих мероприятий

Возможности:

- Возможность агрегации мероприятий из планов / техкарт ТОиР
- Возможность анализа, почему возникли эти мероприятия в прошлом
- Определение текущего уровня риска и причин, которые влияют на значение риска (влияние на безопасность, окружающую среду, производство) с тем, чтобы обосновано вынести решение об оптимальном соотношении между приемлемым риском и затратами на его минимизацию
- Обзор всего объема мероприятий ТОиР
- Возможность сравнить с рекомендованными стандартами (объем работ)
- Возможность инженеру, планировщику и техническому персоналу принять решение, какие мероприятия следует оставить в техкартах, какие изменить или отменить
- Возможность утвердить изменения и передать эти изменения в планы ТОиР

Preventive Maintenance Review (PMR ID 04711)

Review maintenance strategy for all critical pump

Moderator: Daniel Bachmann | End Date: | Status: Created

Approver: | Priority: High

1 General Data | 2 Scope Definition | 3 Review Master Data and Confirm Scope | 4 Strategy Definition | 5 Activities Assignment

1. General Data

*Description: Review maintenance strategy for all critical pump
*Priority: High
*Start Date: 10/15/2017 | *End Date: 01/03/2018
*Moderator: Daniel Bachmann
*Location: Kupferzell
Review Type: Performance Improvement
Status: Created

Scope Description: Review maintenance strategy for all the critical pump in hydro cleaning and refrigeration unit. Kupferzell Backup pumps are not included because they are managed with run to fail strategy.

*Assign Source: EF5CLNT800 (SI/HANA at Kupferzell)
Assessment Template: MXASEF01 (Risk matrix safety, environment, Operation)

Preliminary Information

Boundary: The boundary of a Multi Stage Barrel Type horizontal pump with mechanical seals and oil lubricated Kingsbury type and sleeve bearings for the purpose of this database is defined to include the following:
- Suction and Discharge flanges
- Gear drive of pump and auxiliary oil pump
- Lube oil cooling heat exchanger or internal bearing cooler
- Pump and its foundation
- Detectors, sensors, and alarms (e.g. bearing temperature and vibration, aux. oil pump pressure switch)
- Exclude the motor/pump coupling
- Exclude the External Lubrication system, if present
- Exclude the Seal Water Injection System, if present

Common Type of Failures: Expert operator indicated that following way the pumps stopped working
- Leakage
- Wear / Fatigue

Common Causes Observed: The expert group identified the most common failure mechanisms for this equipment to be:
- Seal failures
- OIB-BEP operation causing:
- Excessive internal clearances
- Cavitation
- Excessive bearing loading
- Excessive axial movement
- Shaft cracking
- Gasket leaks and erosion
- Bearing lubrication failure

Common Parts for Replacement: Expert technicians indicate following parts required replacement most regularly
- Seal
- Shaft
- Bearing
- Lube oil system

Team Member (2)

Assign People Remove People Search

Team Member	Role Name	Stakeholder Role
Peter Mustermann Team Inc.	Maintenance Manager	Stakeholder Role: Initiator
Hemant Rathod Team Inc.	Reliability Engineer	Stakeholder Role: Moderator
Tom Peters Team Inc.	Scope Approver	Stakeholder Role: Scope Approver
Mary Jacob Team Inc.	Maintenance Planner	Participant: Expertise description

Preventive Maintenance Review – Оценка эффективности ТОиР

Preventive Maintenance Review

Review maintenance strategy for all critical pump PMR ID 04711

Moderator: Daniel Bachmann
Approver: High
Priority: High
End Date:
Status: Created

1 General Data 2 Scope Definition 3 Review Master Data and Confirm Scope 4 Strategy Definition 5 Activities Assignment

1. General Data

*Description: Review maintenance strategy for all critical pump
*Priority: High
*Start Date: 10/15/2017 *End Date: 01/03/2018
*Moderator: Daniel Bachmann
*Location: Kupperzell
Review Type: Performance Improvement
Assessment Template: MKASEF01 (Risk matrix safety, environment, Operation)
Status: Created

Preliminary Information

Boundary: The boundary of a Multi Stage Barrel Type horizontal pump with mechanical seals and oil lubricated Kingsbury type and sleeve bearings for the purpose of this database is defined to include the following:
- Suction and Discharge flanges
- Gear drive oil pump and auxiliary oil pump
- Lube oil cooling heat exchanger or internal bearing cooler
- Pump and its foundation
- Detectors, sensors, and alarms (e.g. bearing temperature and vibration, aux. oil pump pressure switch)
- Exclude the motor/pump coupling
- Exclude the External Lubrication system, if present
- Exclude the Seal Water Injection System, if present

Common Type of Failures: Expert operator indicated that following way the pumps stopped working
- Leakage
- Wear / Fatigue

Common Causes Observed: The expert group identified the most common failure mechanisms for this equipment to be:
- Seal failures
- Oil-BEP operation causing:
- Excessive internal clearances
- Cavitation
- Excessive bearing loading
- Excessive axial movement
- Shaft cracking
- Gasket leaks and erosion
- Bearing lubrication failure

Common Parts for Replacements: Expert technicians indicate following parts requires replacement most regularly
- Seal
- Shaft
- Bearing
- Lube oil system

Team Member (2)

Assign People Remove People Search

Peter Mustermann
Tasks Inc.
Maintenance Manager
Stakeholder Role: Initiator

Hermann Rathod
Tasks Inc.
Reliability Engineer
Stakeholder Role: Moderator

Tom Peters
ACME OEM
Role Name
Stakeholder Role: Scope Approver

Mary Jacob
ACME OEM
Maintenance Planner
Participant: Expertise description

Preventive Maintenance Review

Review maintenance strategy for all critical pump PMR ID 04711

Moderator: Daniel Bachmann
Approver: Peter Mustermann
Priority: High
End Date: Jan 3, 2018
Status: In Confirmation

1 General Data 2 Scope Definition 3 Review Master Data and Confirm Scope 4 Strategy Definition 5 Activities Assignment 6

3. Review Master Data and Confirm Scope

Boundary Condition: The boundary of a Multi Stage Barrel Type horizontal pump with mechanical seals and oil lubricated Kingsbury type and sleeve bearings for the purpose of this database is defined to include the following:
- Suction and Discharge flanges
- Gear drive oil pump and auxiliary oil pump
- Lube oil cooling heat exchanger or internal bearing cooler
- Pump and its foundation
- Detectors, sensors, and alarms (e.g. bearing temperature and vibration, aux. oil pump pressure switch)
- Exclude the motor/pump coupling
- Exclude the External Lubrication system, if present
- Exclude the Seal Water Injection System, if present

Common Type of Failures: Expert operator indicated that following way the pumps stopped working
- Leakage
- Wear / Fatigue

Common Parts of Replacements: Expert technicians indicate following parts requires replacement most regularly
- Seal
- Shaft
- Bearing
- Lube oil system

Common Causes observed: The expert group identified the most common failure mechanisms for this equipment to be:
- Seal failures
- Oil-BEP operation causing:
- Excessive internal clearances
- Cavitation
- Excessive bearing loading
- Excessive axial movement
- Shaft cracking
- Gasket leaks and erosion
- Bearing lubrication failure

Team	Equipment in Scope	Location in Scope	Activities in Scope	Historical Orders
Stakeholder	2	5	60	Breakdown Orders 22
Participants	5	0	17	Preventive Orders 150
TOTAL 10	TOTAL 10	TOTAL 5	TOTAL 77	Corrective Orders 87

Failures/ 5 Years

Damages/ 5 Years

Causes/ 5 Years

Approve Scope Reject Scope Cancel

LAB Preview

Preventive Maintenance Review – Оценка эффективности ТОиР

Preventive Maintenance Review

Review maintenance strategy for all critical pump PMR ID 04711

Moderator: Daniel Bachmann
Approver: Peter Mustermann
Priority: High

End Date: Jan 3, 2018
Status: Scope approved

1 2 3 Review Master Data and Confirm Scope 4 Strategy Definition 5 Activities Assignment 6 Dominant Failure Modes 7 8 9

4. Strategy Definition

Completeness: 27 from 34 Instructions

Search

Equipment under Scope (8)
Completeness: 8-8

Equipment

Grouped by: Model

G1-58249 Assignment Completed

☒ KFZ-RE-PUMP-01 Horizontal Pump Location KFZ-INL-01 10 Instructions

☐ KFZ-RE-PUMP-02 Displacement Pump Location KFZ-INL-01 10 Instructions

☐ KFZ-RE-PUMP-03 Horizontal Barrel Pump Location KFZ-OTL-49 8 Instructions

☐ KFZ-RE-PUMP-04 Horizontal Pump Location KFZ-INL-01 10 Instructions

☐ BRM-RE-PUMP-01 Horizontal Pump Location KFZ-OTL-49 8 Instructions

☐ BRM-RE-PUMP-02 Displacement Pump Location KFZ-OTL-49 8 Instructions

☐ BRM-RE-PUMP-03 Horizontal Barrel Pump 8 Instructions

Planned Instructions for KFZ-RE-PUMP-01(10)

Instruction	Activity	Frequency	Source	Assignments	Description
<input type="checkbox"/> Vibration analysis TEX.124	Inspection	1 month	OEM	1 0 1	
<input type="checkbox"/> Oil analysis TEX.125	Inspection	3 months	OEM	1 1 3	
<input type="checkbox"/> Performance Trending TEX.126	Inspection	2 Years	STD LIB	1 2 3	
<input type="checkbox"/> Oil Filter Change, Clean and Inspect TEX.127	Maintenance	2 Years		1 1 10	
<input type="checkbox"/> System Engineer Walkdown TEX.128	Inspection	3 Months	STD LIB	1 2 20	
<input type="checkbox"/> Refurbishment TEX.129	Maintenance	On Condition	STD LIB	1 1 7	
<input type="checkbox"/> Functional Testing TEX.130	Inspection	1 month	STD LIB	1 1 7	
<input type="checkbox"/> Operator Rounds TEX.131	Inspection	1 Shift	STD LIB	1 3 25	
<input type="checkbox"/> Acoustic Monitoring TEX.132	Inspection	1 day	STD LIB	1 4 9	
<input type="checkbox"/> Seal Replacement TEX.133	Maintenance	On Condition		1 1 23	

Save Cancel

Preventive Maintenance Review

Review maintenance strategy for all critical pump PMR ID 04711

Moderator: Daniel Bachmann
Approver: Peter Mustermann
Priority: High

End Date: Jan 3, 2018
Status: Activities Assigned

3 Review Master Data and Confirm Scope 4 Strategy Definition 5 Activities Assignment 6 Dominant Failure Mode 7 Risks Reduction 8 9

6. Dominant Failure Mode

Completeness: 1 from 8 Equipment

Search

Instructions under Scope (34)
Completeness: 10-34

Instructions Assignment Status

Grouped by: Equipment

KFZ-RE-PUMP-01 Assignment Completed

☒ Vibration Analysis Inspection Frequency: 1 month 300 USD Cost Unit 3 Activities

☐ Oil Analysis Inspection Frequency: 3 months 100 USD Cost Unit 2 Activities

☐ Performance Trending Inspection Frequency: 2 Years 300 USD Cost Unit 1 Activities

☐ Oil Filter Change, Clean, and Inspect Maintenance Frequency: 2 Years 100 USD Cost Unit 6 Activities

☐ System Engineer Walkdown Inspection Frequency: 3 months 100 USD Cost Unit 4 Activities

☐ Refurbishment Maintenance Frequency: On Condition 600 USD Cost Unit 3 Activities

☐ Functional Testing Inspection 400 USD Cost Unit

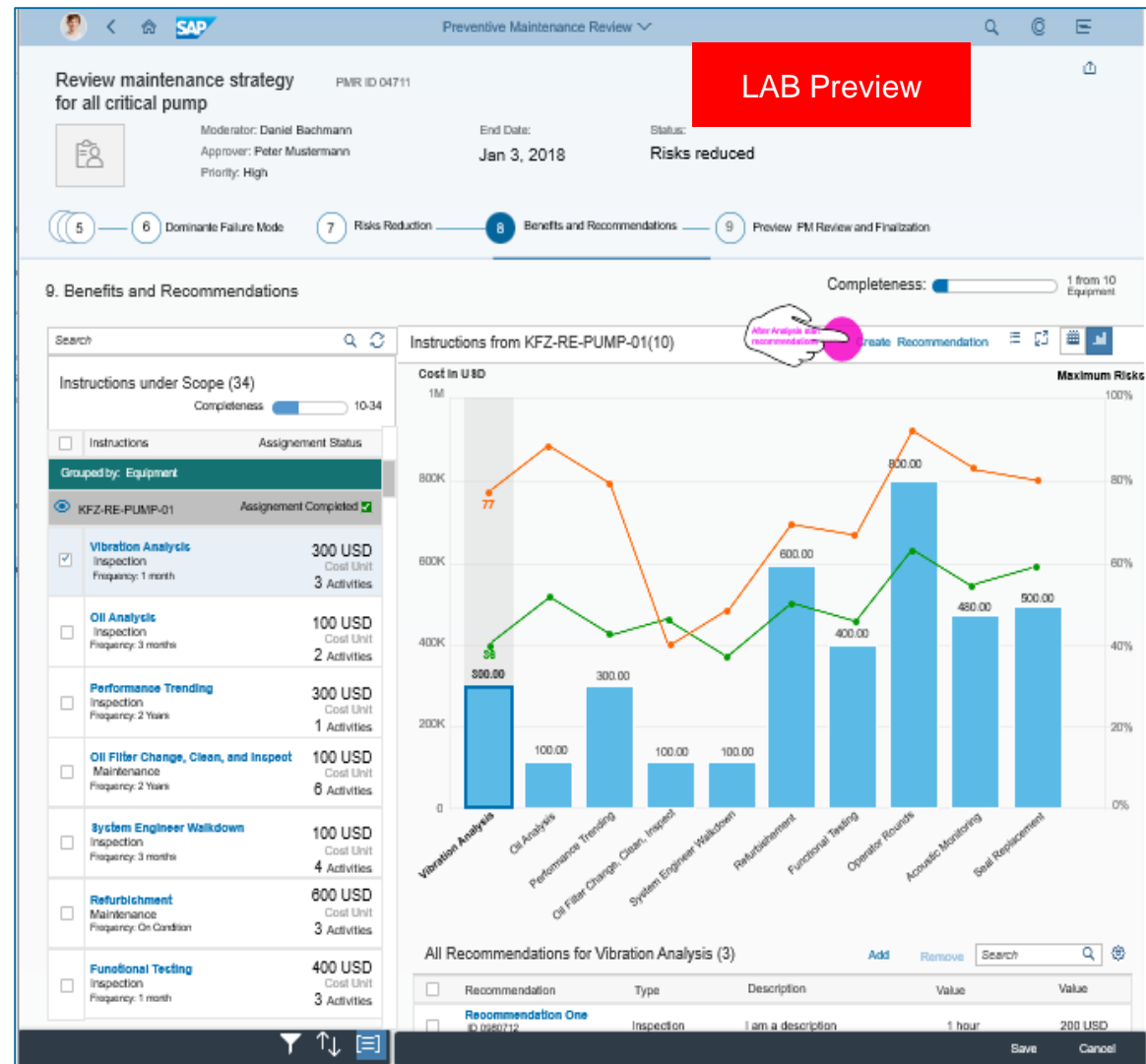
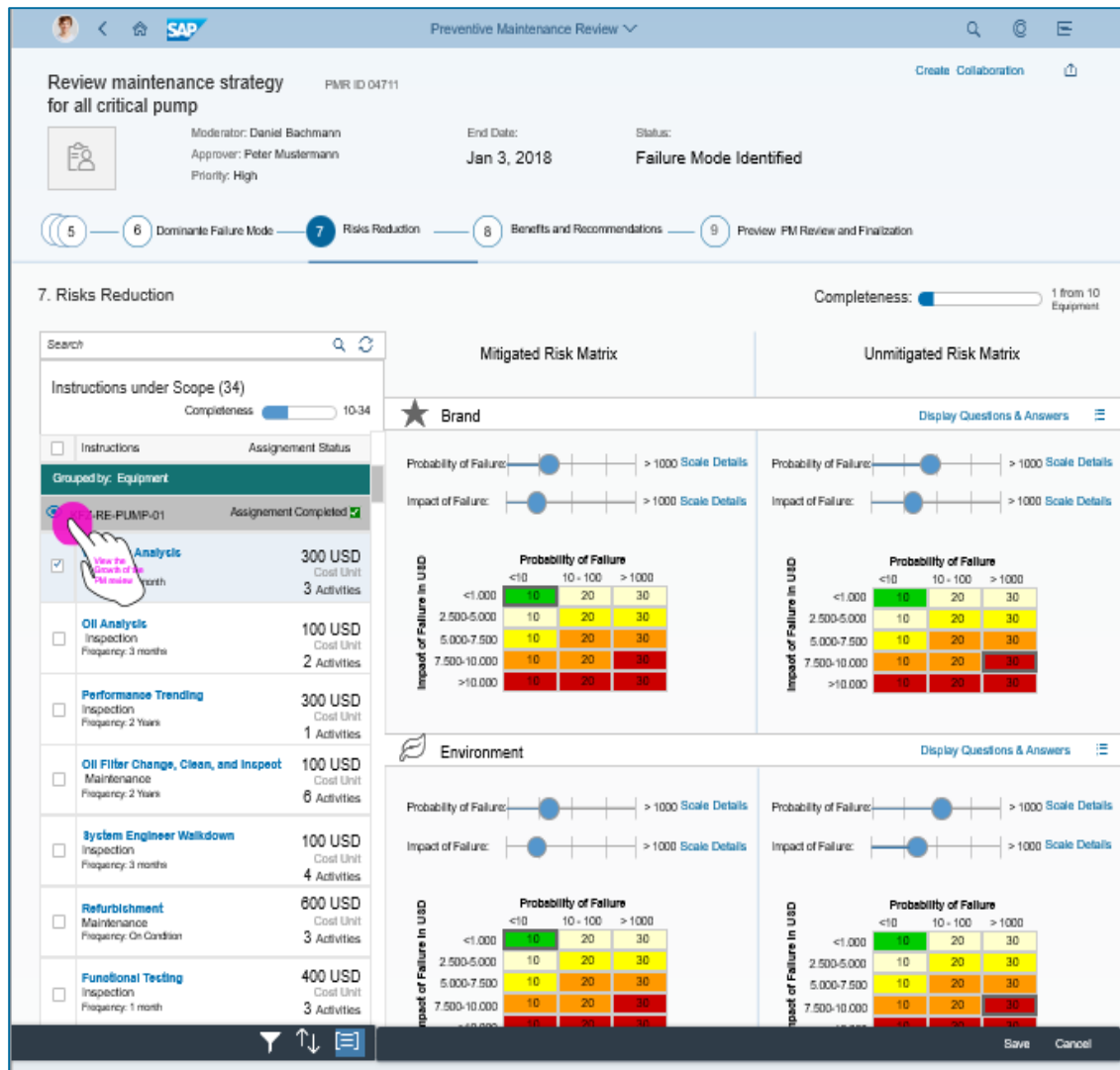
Cause Assignments (3)

Cause	Object part	Damage	Failure Mode	Occurrence
<input type="checkbox"/> Degraded lubricant	Bearings - Sleeve		Excessive vibration	4
<input type="checkbox"/> Misalignment due to pipe strain	Shaft	Cracked	Excessive vibration	5

Assign Cause Assign Failure Mode Remove Search

Save Cancel

Preventive Maintenance Review – Оценка эффективности ТОиР



Maintenance Strategy Implementation – Интеграция с S4HANA / ERP

Maintenance Strategy Implementation*

Создание/Изменение/Удаление техкарт, планов ТОРО, карт контроля, точек мониторинга состояния, определение стратегий ТОРО

Определение оптимальных стратегий ТОиР при различных сценариях баланса между рисками, затратами и производительностью выполняемой функции. Определение, какая стратегия ТОиР приоритетна для данного оборудования (например мониторинг состояния, плановое ТОиР, работа до поломки и т.п.) или как текущая может быть улучшена.

Возможности:

- Создание техкарт / планов ТОРО
- Применение техкарт и инструкций производителя