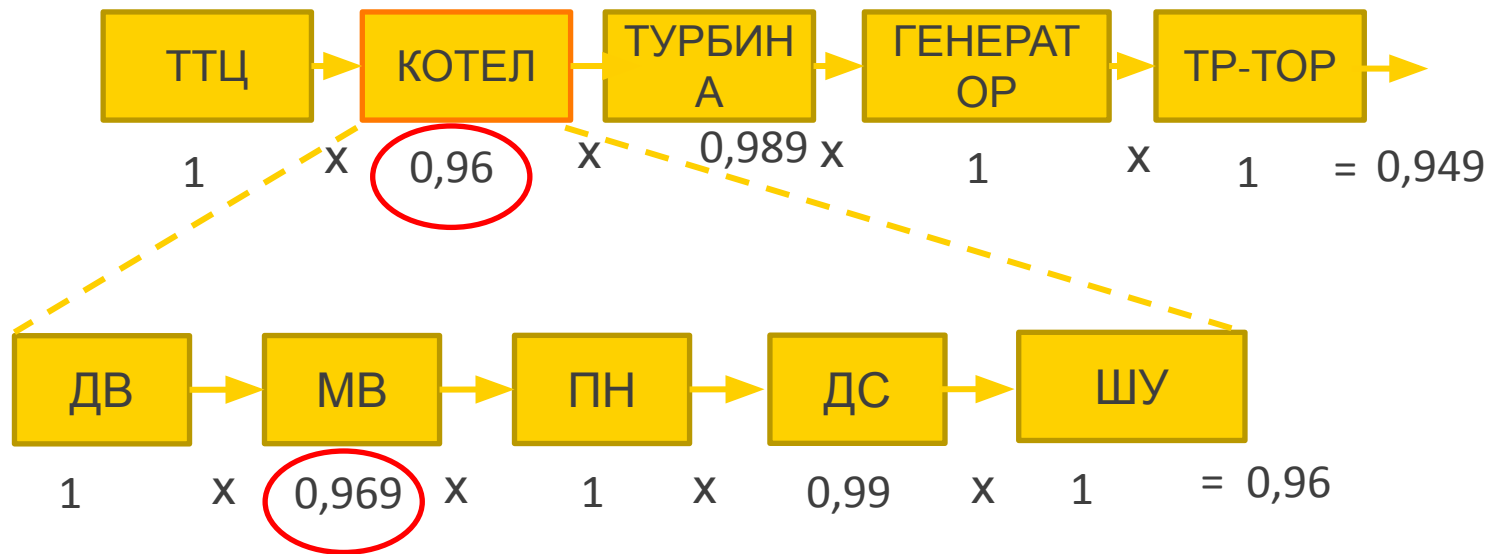


ООО «ДТЭК ЭНЕРГО»  
ОТЧЕТ О ПРОЕКТЕ РСС КУРАХОВСКАЯ  
ТЭС

Дата 29.04.2016

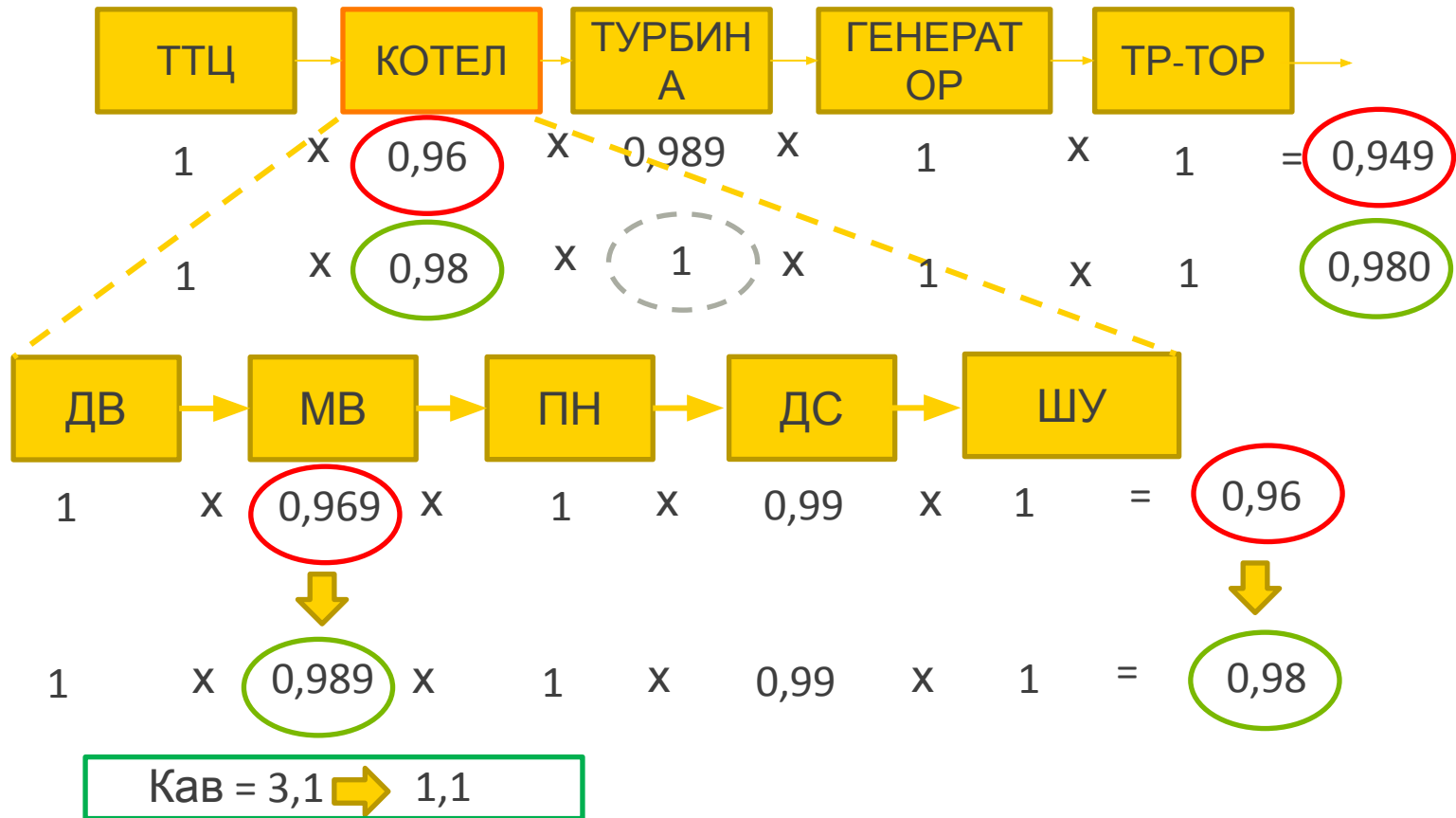
КОНФИДЕНЦИАЛЬНО





# САМАЯ НИЗКАЯ НАДЕЖНОСТЬ В ЦЕПОЧКЕ У ПРОЦЕССА МЭ

**D M A I C**





Инициатор:	ДОУ
Руководитель проекта	Шевцов М.В.
Рабочая группа	Свиридов В.Н., Лыхман П.С., Ведыкал И.Р., Мележик А.Г., Рябенко Р.Г.

Куратор:	Малюченко С.
Владелец процесса	Начальник КТЦ
Составитель и дата изменения	Шевцов М.В. /

## Описание проекта.

### Соответствие проекта стратегическим целям бизнеса

За 12 месяцев 2015 года блоки КуТЭС 1720 часов находились в аварийном ремонте, что составляет 5,1% от планового рабочего времени. В результате на станцию были наложены штрафы в размере 38,5 млн.грн. 32% всех штрафов были вызваны аварийными остановками по причине аварийности МВ. Системное устранение корневых причин аварий на МВ является важной стратегической задачей.

## Охват проекта

- Проект будет осуществлен на МВ бл. 3-9

## Риски проекта

- Отсутствие запасных частей не позволит достичь планового снижения аварийности
- Диагностика может выявить необходимость замены оборудования, на что не предусмотрено финансирование

## Цели проекта

1

**Количественные:** снизить в рамках реализации проекта среднеемесячное значение Кав по причине останова МВ бл.1 с 3,1% до 1,1%

2

**Финансовые:**  $(0,031-0,011) * Q_{\text{план.отпуск.мес}} = 0,02 * 300000 \text{ тыс.кВт*ч} = 6000 \text{ (тыс.кВт*ч)}$  дополнительного отпуска в месяц по сравнению с прошлым периодом

## График проекта. Этапы. Сроки.

D

Определение основных проблемных зон МВ, которые влияют на аварийность блока. Разработка паспорта (до 28.06.2016)

M

Сбор статистических данных о фактических отказах, объемах проведенных ремонтов, качестве ТО и системе мониторинга состояния оборудования (до 30.05.2016)

A

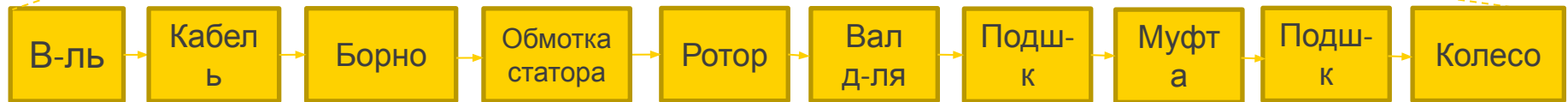
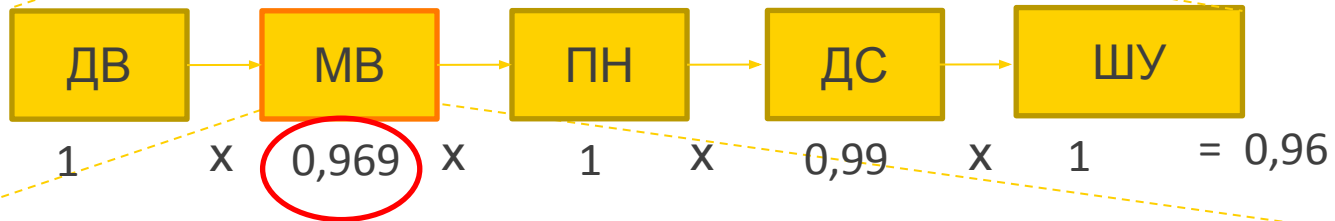
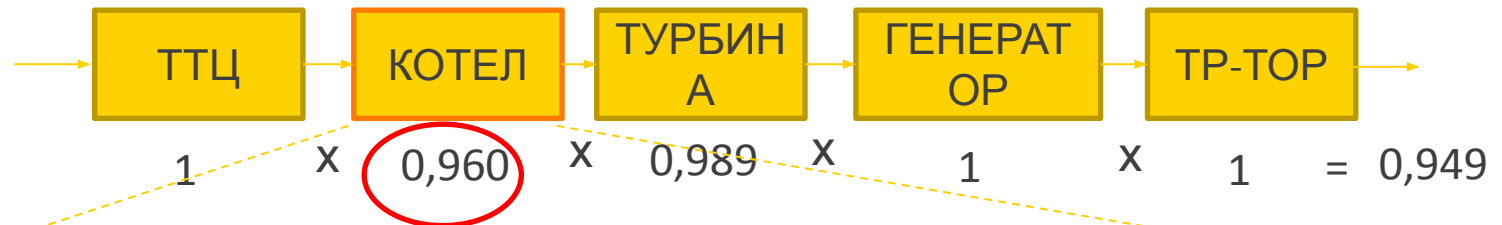
Анализ полученных данных. Определение КПП. Разработка карты потерь и корректирующих мероприятий. (до 17.09.2016)

I

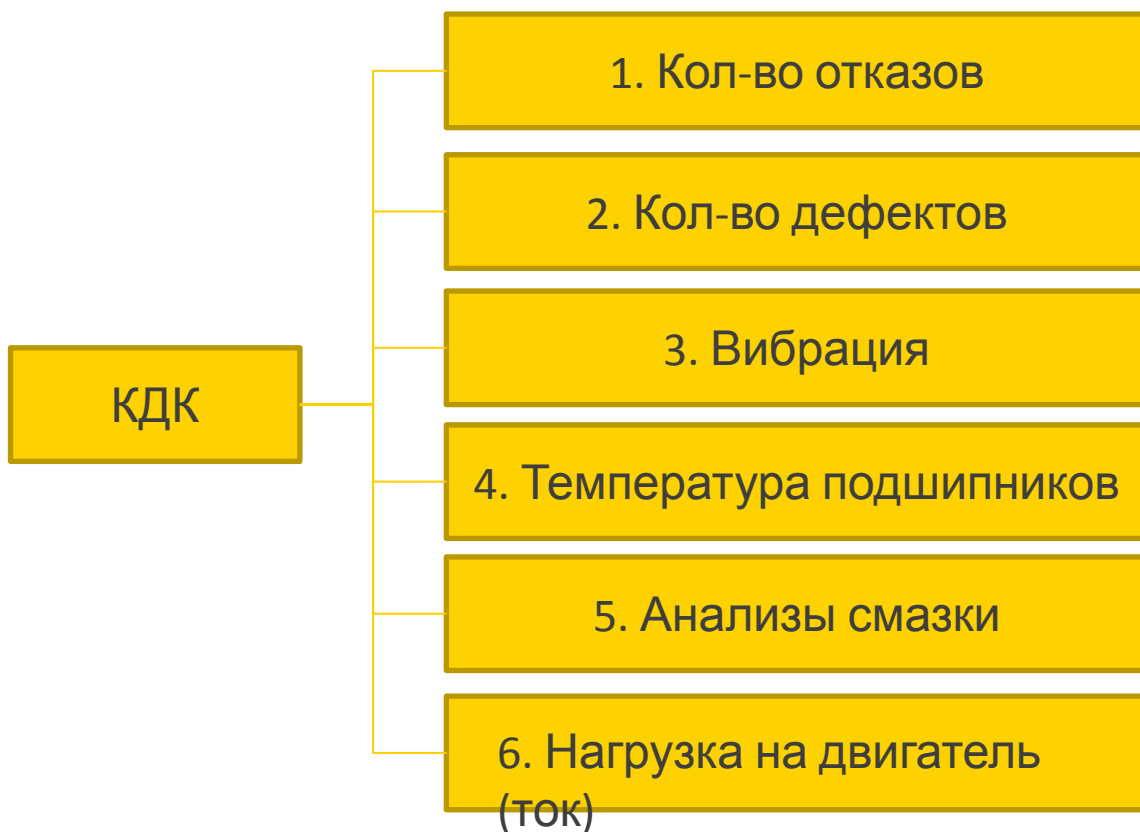
Выработка решения. Определение ресурсов и графика внедрения. Внедрение решения (до 15.10.2016)

C

Контроль за работой инициативы. Стандартизация, передача владельцу процесса (до 01.11.2016)



## КДК – дерево МВ



Под КДК-характеристиками понимают ключевые признаки по которому можно оценить качество процесса с т.з. потребителя. КДК - характеристика должна быть измерима и допускать определение неких текущих значений, которые свидетельствуют о достижении характеристики.

- Кол-во единиц брака
- Частота возникновения дефектов
- Частота отказов
- Частота превышение контрольных пределов по ключевым параметрам надежности
- Сигма процесса

По каждому КДК-параметру необходимо собрать статистику и проанализировать

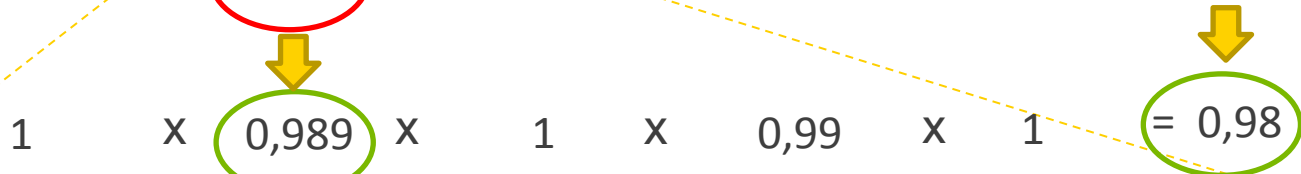
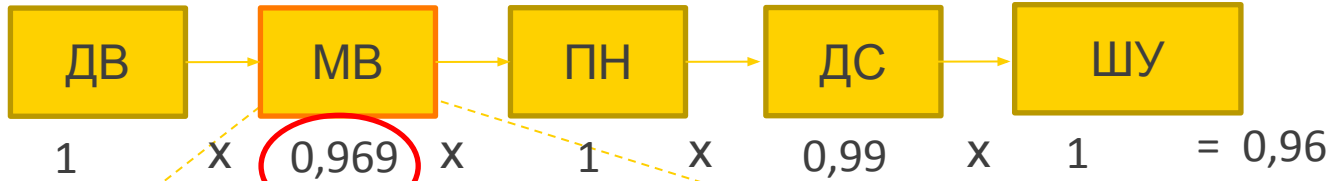
# СОБРАНА СТАТИСТИКА ОТКАЗОВ ИЗ ARMS, ЖУРНАЛОВ ЦЕХО УЧЕТА и АКТОВ РАССЛЕДОВАНИЯ

D M A I C

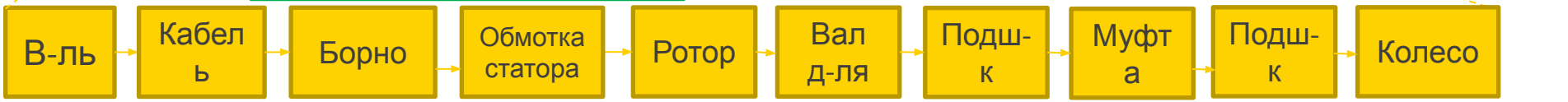
Тип отказа	Дата отказа	Длительность простоя блока	Причины
Внеш.У			
Вык-ль			
Кабель			
Борно			
Обмотка			
В.зазор			
Ротор			
Подш.Д			
Вал Д			
Муфта			
Вал Н			
Подш.Н			
Вентилятор			

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНКРЕТНЫХ ПРОБЛЕМНЫХ ЗОН

**D M A I C**



Кав = 3,1 → Кав = 1,1



Кав,% = 0,2 → 0

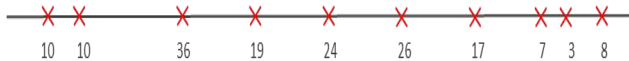
Кав, % = 0,5 → 0

Кав,% = 2,7 → 1



## Расчет средней наработки на отказ

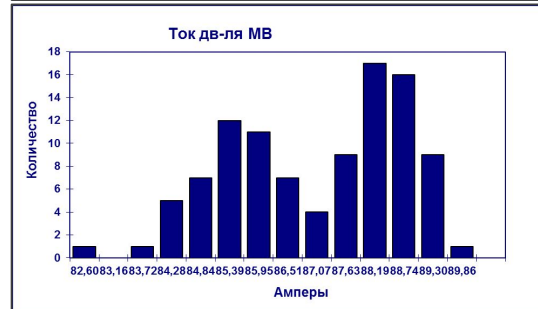
Время между балансировкой,  
дни



$$MTBF = \frac{10 + 12 + 36 + 19 + 24 + 26 + 17 + 7 + 3 + 8}{10} = 16 \text{ дней}$$

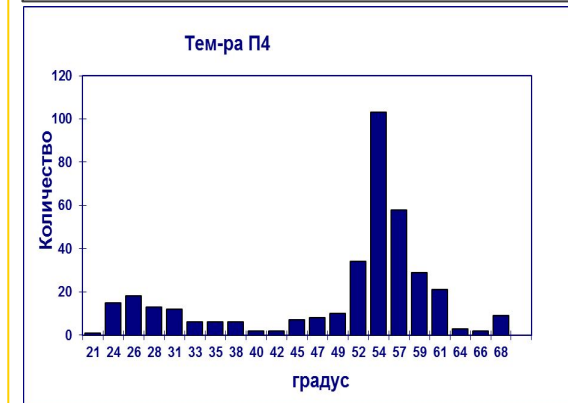
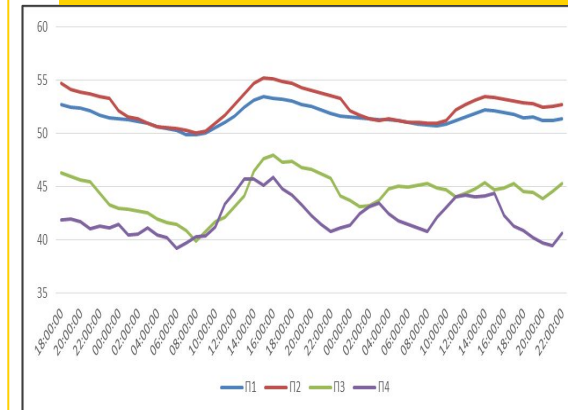


## Поверхностный анализ токов



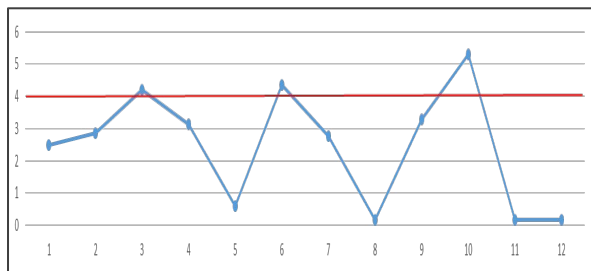
Ток носит циклический характер. Имакс не достигает. При этом процесс нестабилен, обнаружено множество особых причин отклонения. Значения сгруппированы вокруг 2х пиков, двухмодальный закон распределения.

## Поверхностный анализ тем-ры



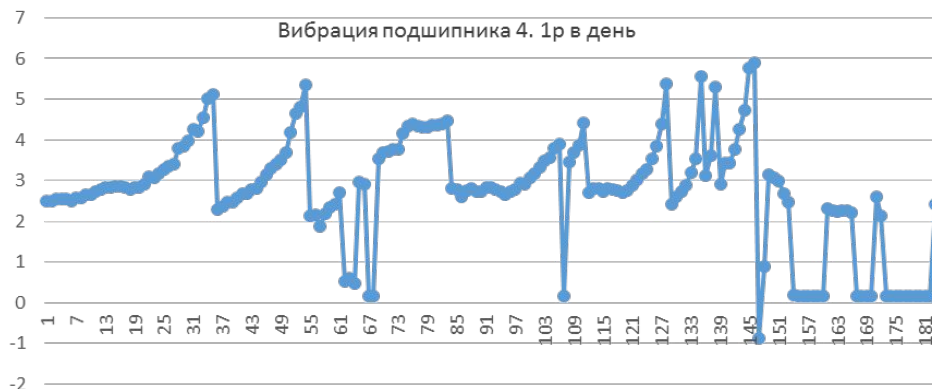
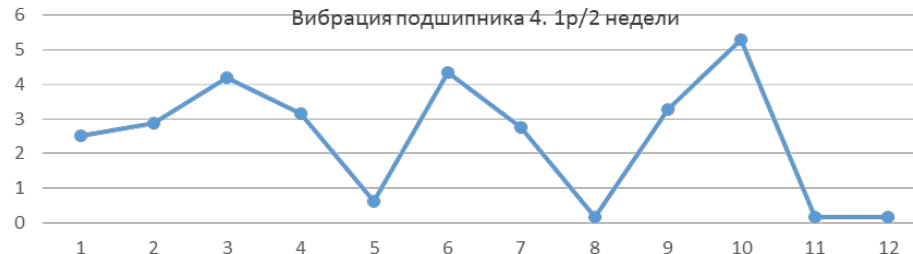
Температура подшипников циклическая, что совпадает с циклами пуска – останова блока. Распределение двухмодальное (соответственно). Контрольный предел в 75 град не превышен ни разу.

Поверхностный анализ вибрации

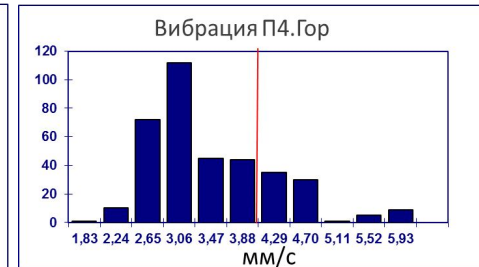
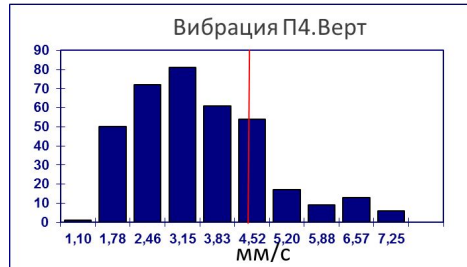
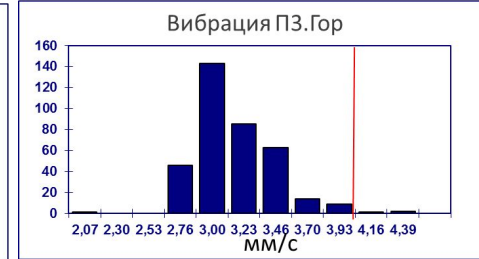


22 точки – 12 серий, что достаточно. По данным вибрационного анализа вибрация трижды за год превышала контрольный предел в 4 мм/с. Есть необходимость собрать данные по вибрации с более высокой дискретностью с целью определить детальный голос процесса и рассчитать сигму.

Пример данных по вибрации с различной дискретностью

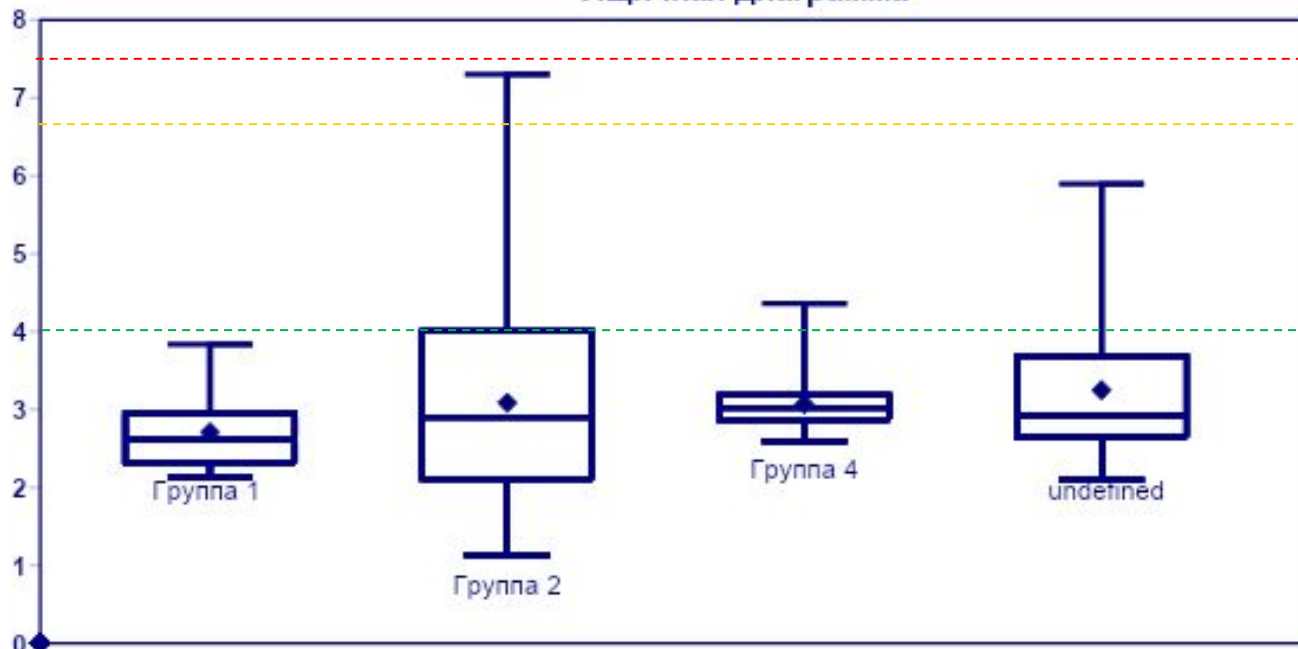


В целях дальнейшего анализа рекомендуется снятие показаний на аналогичных процессах других блоков с указанием особых причин отклонений



1. Процесс цикличен: циклы явно связанные с отключением МВ (в т.ч. с целью балансировки).
2. Есть тренды: растущие, снижающиеся,  $y = \text{const}$ . После каждой балансировки снижается МТВФ.
3. Степень прироста вибрации после очередной балансировки без наплавления увеличивается по экспоненциальному закону по мере увеличения вибрации. В пределах лавинообразное развитие вибрации.
4. Критических значений достигает только вибрация 4 подшипника: более 20% наблюдений лежат выше UCL.
5. Есть необходимость выяснить ключевые факторы развития вибрации в том числе сравнить с ситуацией на других блоках.

Ящичная диаграмма



**Пояснения**

- Максимум
- 3-ий квартиль
- Медиана
- Среднее значение
- 1-ый квартиль
- Минимум

Среднее	2,7	3,1	3,1	3,3
Ст.отклон	0,44	1,31	0,29	0,84

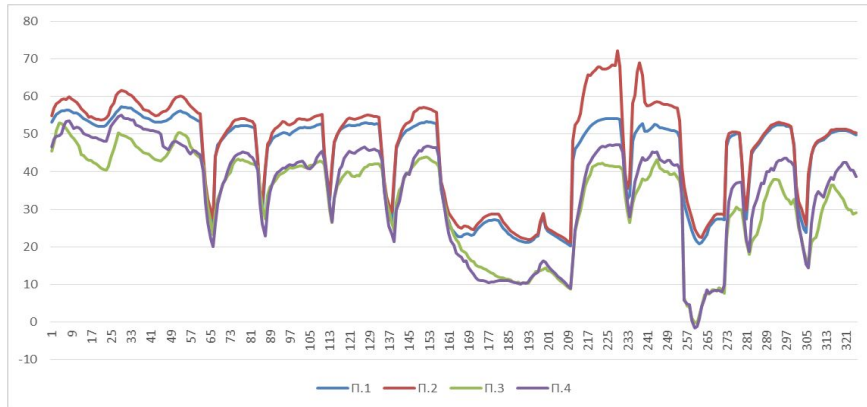
$$СП4Г = \text{НОРМРАСПР}(x;\mu;\sigma;\text{ИСТИНА}) = \text{НОРМРАСПР}(4;3,1;1,31;\text{ИСТИНА}) = 0,754$$

$$СП3Г = \text{НОРМРАСПР}(x;\mu;\sigma;\text{ИСТИНА}) = \text{НОРМРАСПР}(4;3,1;0,29;\text{ИСТИНА}) = 0,999$$

$$СП4Б = \text{НОРМРАСПР}(x;\mu;\sigma;\text{ИСТИНА}) = \text{НОРМРАСПР}(4;3,3;0,84;\text{ИСТИНА}) = 0,798$$

КРОМЕ ПРОЦЕНТА ДЕФЕКТОВ МОЖНО ВЫЧИСЛИТЬ И ДРУГИЕ МЕТРИКИ (СИГМА, ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЦЕССА)

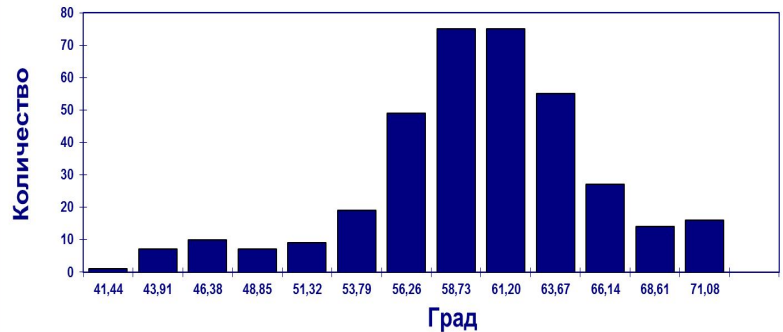
## Температура подшипников



## Вибрация подшипников



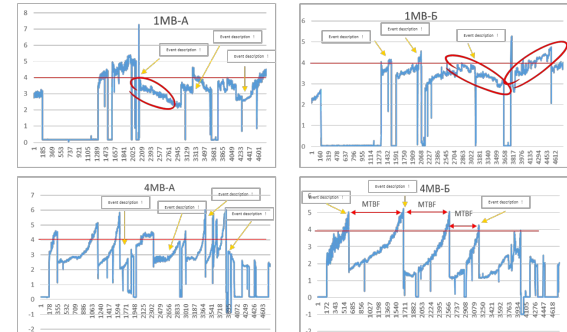
## Температура подшипника



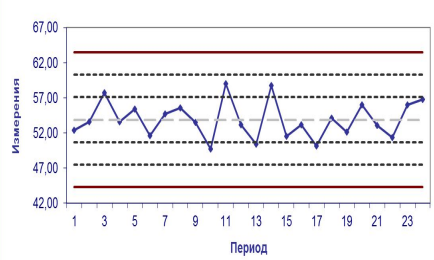
## Фото колес



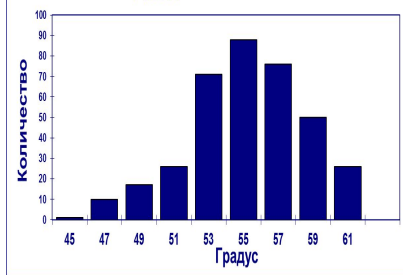
## Характер аналогичных процессов других блоков

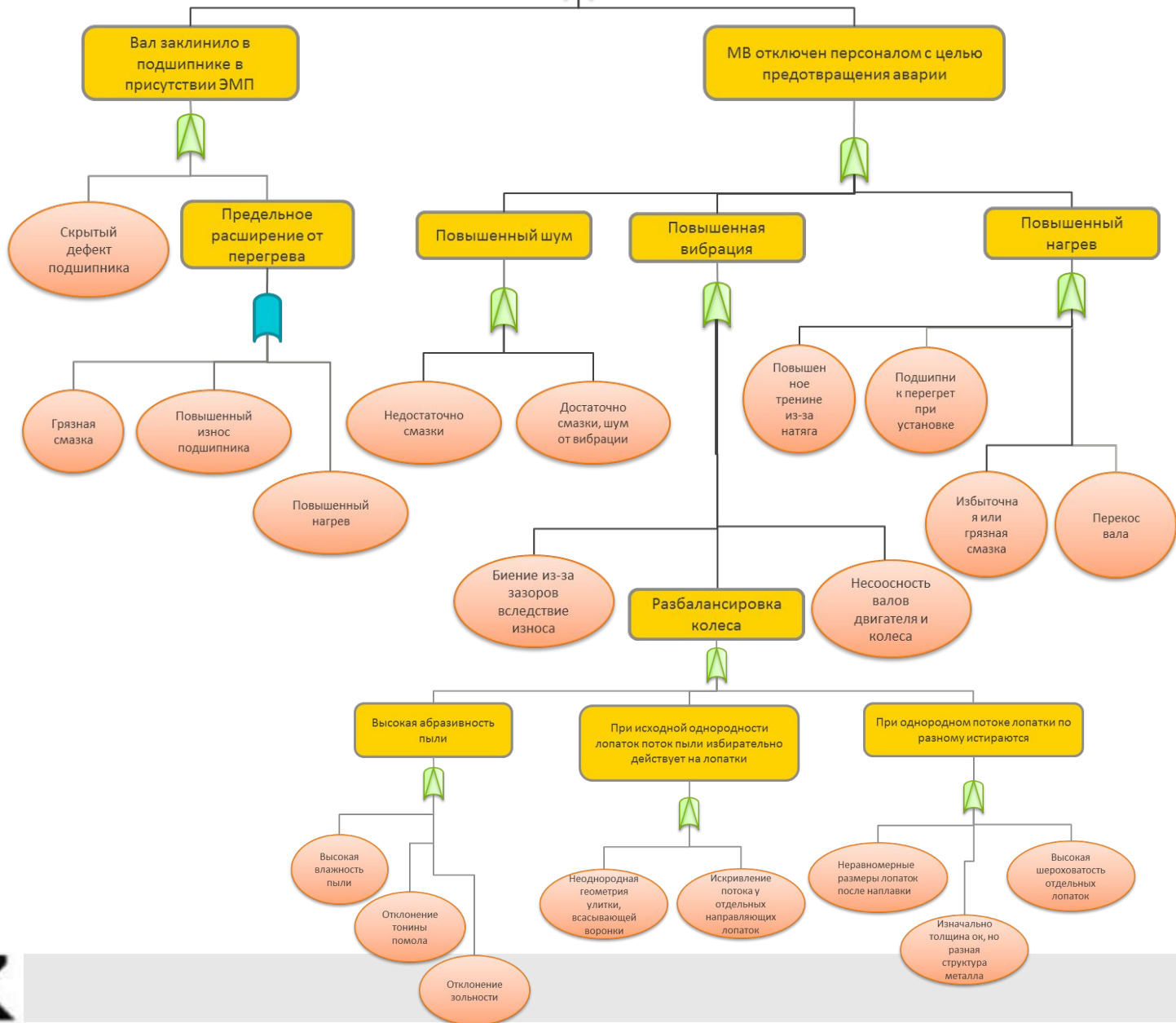


## X-карта



## ТМВ-А







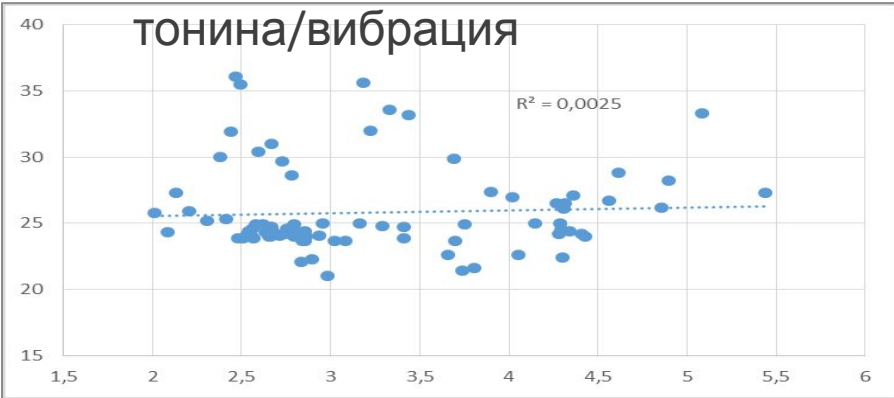
### ККШ по тонине помола



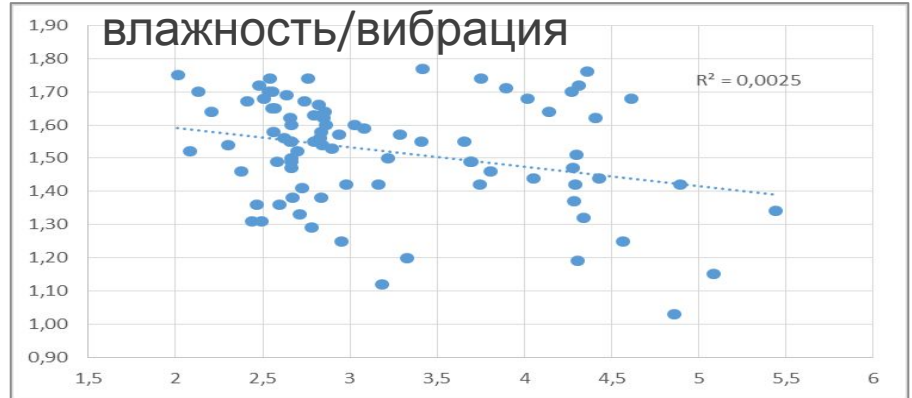
### ККШ по влажности пыли



### Поле корреляции тонина/вибрация



### Поле корреляции влажность/вибрация



Набор возможных базовых состояний	КДК-характеристики	Операционное определение	Факт
Высокая влажность пыли	Достаточная влажность	Влажность $W_a$ аналитическая не должна превышать 2%	Влажность статистически управляема, 100% соответствует допуску. Не коррелирует с вибрацией
Отклонение тонины помола	Тонина не выше необходимой	Тонина помола R90 не должна превышать 25%	Тонина статистически управляема, 100% соответствует допуску. Не коррелирует с вибрацией
Отклонение зольности	Зольность не выше паспортной (котел)	Зольность пыли не должна превышать 18%	.....
Неоднородная геометрия улитки, всасывающей воронки	Базовое значение параметров	Отклонение диаметра/эксцентриситет воронки не должен...	Произвести замеры по месту, сравнить с другими МВ, проанализировать силу связи геометрии и вибрации
Искривление потока у отдельных направляющих лопаток в связи с вариацией их геометрии	Базовое значение параметров	Длина, высота, угол и пр, как в паспорте	Произвести замеры по месту, сравнить с другими МВ, проанализировать силу связи геометрии и вибрации
Неравномерные размеры лопаток после наплавки	Базовое значение параметров	Д/Ш/Т должны быть 1000/200/15 +/-1	Произвести замеры, построить гистограмму
Изначально толщина ок, но разная структура металла	Однородность структуры металла	Лопатка должна выполняться из цельного куска металла, допускается наплавка металлом другой плотности но...	Проанализировать износ участков с более интенсивной наплавкой. Отметить как толщина наплавки коррелирует с интенсивностью износа.
Высокая шероховатость отдельных лопаток	Непревышение требований по шероховатости лопаток	Относительная шероховатость лопаток не должна превышать 0,5%	Произвести замеры, построить гистограмму



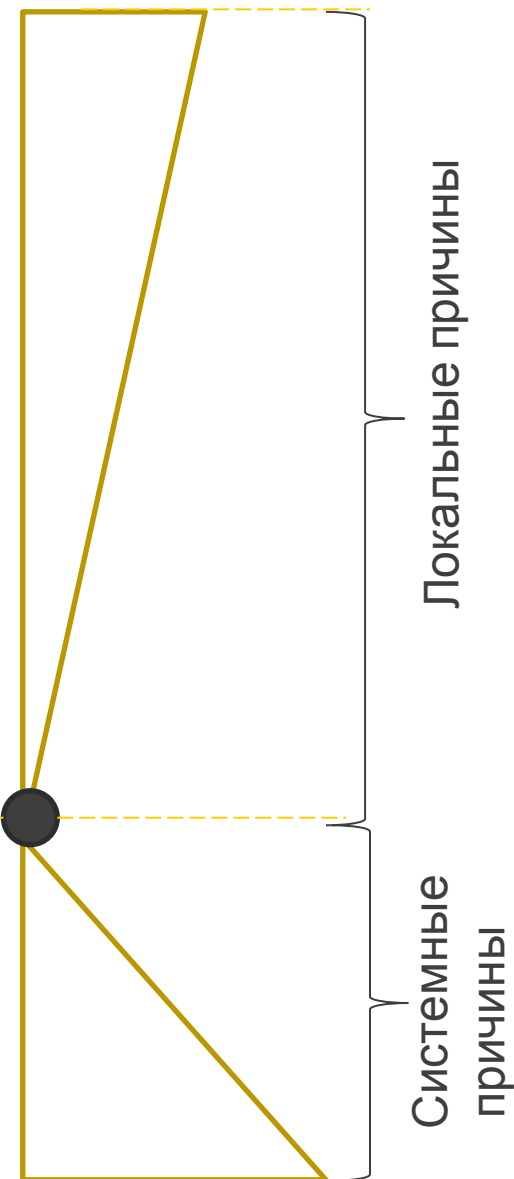
Центр масс колеса сместился от центра вращения. Почему?

Некоторые лопатки потеряли в моменте инерции больше других и стали «легче». Почему?

При наплавке не восстановлены хвостовые части рабочих лопаток, а момент компенсирован массивной наплавкой на переднюю часть. Почему?

Вариативность исполнения наплавки. Почему?

Нет стандарта выполнения работы. Почему?



# СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ПОТЕРЬ. КПП И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОДШИПНИКАМ

## АНАЛИЗ КОРНЕВЫХ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ. КАРТА ПОТЕРЬ

Название узла/процесса: борно МВ. Анализ корневых причин базовых событий, что согласно анализу FTA ведут к внеплановому отключению МВ персоналом.

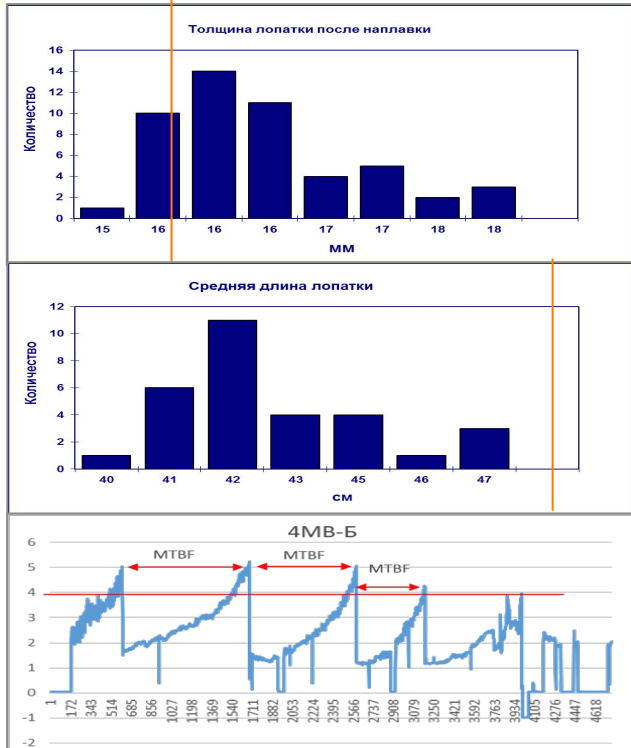
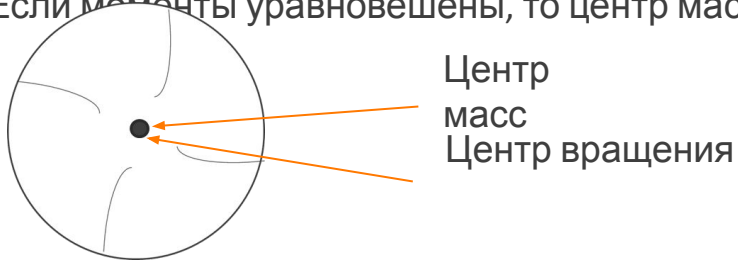
№	Описание отказа	Причина 1 порядка	Причина 2 порядка	Причина 3 порядка	Причина 4 порядка	Причина 5 порядка	Действия по улучшению	Ответственный	Сроки
1	Частые остановки МВ по причине возрастающей вибрации как следствие разбалансировки колеса	Центр масс колеса сместился от центра вращения.	Некоторые лопатки потеряли в моменте инерции больше других и стали «легче».	При наплавке не восстановлены хвостовые части рабочих лопаток, а момент компенсирован массивной наплавкой на переднюю часть.	Вариативность исполнения наплавки.	Нет стандарта			
2	Внеплановое или аварийное отключение МВ персоналом из-за проблем вызванных подшипниками	Заклинил вал	Процедура приемки деталей часто не соблюдается ввиду "загруженности" мастера	Процедура требует много времени	Основное время отводится на заполнение документов от руки	Так требует шаблон			
			На подшипниках пробы смазки не берутся, смазка оценивается категориями "новая" и "черная" уже после останова	Нет возможности оценить смазку на ходу					
			На кожухе температура 75 град, но персонал об этом не знал. Конкретную точку замера персонал выбирает по своему усмотрению.	Точка замера не визуализирована на кожухе. Замер осуществляется "рукой", потому часто ощупывания статора дело не идет	Не утвержден порядок "прощупывания". Щепание опасное, вахта порой боится туда совать руки.				
		Отключение МВ из-за шума в подшипнике	Недостаточно смазки	Вариативность набивки т.к. каждый понимает 1/3 по своему	Нет стандарта обслуживания подшипников				
		Отключение МВ из-за повышенного нагрева подшипника как следствие избыточного натяга	Вариативность методов и инструментов в бригаде	Нет под рукой единого стандарта установки натяга					
			Перегрев подшипника во время установки	Вариативность процедуры разогрева ввиду личного стиля каждого работника	Нет стандарта				

# Модель развития проблемы (гипотеза)

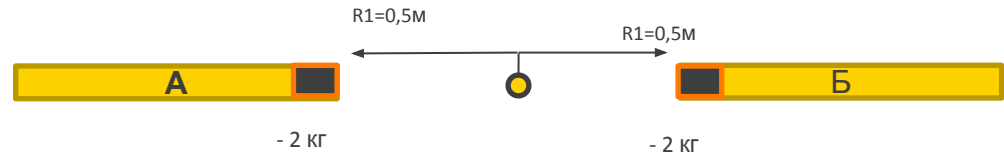
Момент инерции колеса есть векторная сумма моментов всех элементов колеса.

Если моменты уравновешены, то центр масс совпадает с центром вращения

$$M = \sum_{i=1}^n m_i \times r_i^2$$

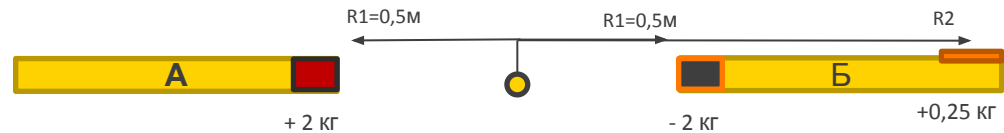


Истирание хвостовых частей лопаток. Равновесие

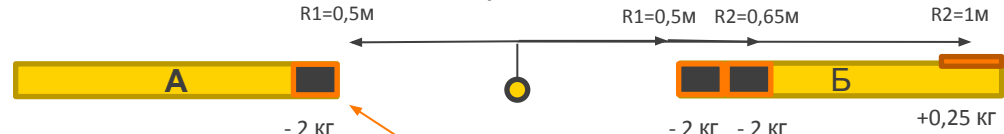


Во время ремонта хвост «А» наплавлен 2 кг, а на «Б» нет, но скомпенсировано наплавкой на передней части 0,25 кг.

Равновесие.



И опять произошло истирание хвостов «А» и «Б» на 2 кг, но теперь...



Одинаковая интенсивность истирания происходит на различных расстояниях от центра, что приводит к разбалансированию системы и смещению центра масс, что и вызывает вибрацию, которая прирастает

### Ситуация

- ТЭС теряет в год 1 млн.грн в связи с остановкой мельничного вентилятора из-за превышения гранично допустимого уровня вибрации.
- Вариативность наработки на отказ варьирует от 3 до 32 дней по разным блокам.

Какая информация актуальна в данном контексте?

### Осложнение

- Одной из существенных причин смещения центра масс колеса МВ является неравномерное снижение момента инерции отдельных лопаток в связи с тем, что после наплавки их длина варьирует +/- 120мм, а толщина +/-5 мм.

Для решения какой проблемы мы здесь?

### Ключевой вопрос

(Как предупредить?  
Как предотвратить?  
Как среагировать если уж?)

- Что может сделать ТЭС вообще и команда по улучшению в частности для
- обеспечения стандартного ремонта лопаток колеса МВ?
  - более раннего обнаружения развития вибрации?
  - обеспечения более качественного балансирования (при котором МТBF не увеличивается)

Можно ли представить, как будет выглядеть итоговое решение?

# СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ПОТЕРЬ. КПП И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОДШИПНИКАМ

## АНАЛИЗ КОРНЕВЫХ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ. КАРТА ПОТЕРЬ

Название узла/процесса: борно МВ. Анализ корневых причин базовых событий, что согласно анализу FTA ведут к внеплановому отключению МВ персоналом.

№	Описание отказа	Причина 1 порядка	Причина 2 порядка	Причина 3 порядка	Причина 4 порядка	Причина 5 порядка	Действия по улучшению	Ответственный	Сроки
1	Частые остановки МВ по причине возрастающей вибрации как следствие разбалансировки колеса	Центр масс колеса сместился от центра вращения.	Некоторые лопатки потеряли в моменте инерции больше других и стали «легче».	При наплавке не восстановлены хвостовые части рабочих лопаток, а момент компенсирован массивной наплавкой на переднюю часть.	Вариативность исполнения наплавки.	Нет стандарта	КНС. Разработать СОП по наплавке и балансировке колеса МВ. Внедрить ежедневный контроль вибрации оперативным персоналом с занесением на ККШ	Б.Анчоус	Вчера
2	Внеплановое или аварийное отключение МВ персоналом из-за проблем вызванных подшипниками	Заклинил вал	Процедура приемки деталей часто не соблюдается ввиду "загруженности" мастера	Процедура требует много времени	Основное время отводится на заполнение документов от руки	Так требует шаблон	Оптимизировать шаблоны документов. Запустить проект по ускорению процесса приемки	Е.Хрущ	Вчера
			На подшипниках пробы смазки не берутся, смазка оценивается категориями "новая" и "черная" уже после останова	Нет возможности оценить смазку на ходу			КНС. Разработать систему замены смазки подшипника на ходу	П.Бобер	Вчера
			На коже температура 75 град, но персонал об этом не знал. Конкретную точку замера персонал выбирает по своему усмотрению.	Точка замера не визуализирована на коже. Замер осуществляется "рукой", потому часто ощупывания статора дело не идет	Не утвержден порядок "прощупывания". Щепание опасное, вахта порой боится туда совать руки.		Разработать схему регулярного и бесконтактного измерения т-ры подшипников МВ.	С.Фазан	Вчера
		Отключение МВ из-за шума в подшипнике	Недостаточно смазки	Вариативность набивки т.к. каждый понимает 1/3 по своему	Нет стандарта обслуживания подшипников		Разработать СОП по установке подшипников включая процедуру смазки	О.Кабан	Вчера
		Отключение МВ из-за повышенного нагрева подшипника как следствие избыточного натяга	Вариативность методов и инструментов в бригаде	Нет под рукой единого стандарта установки натяга			Разработать СОП по установке подшипников включая процедуру выставления натяга	М.Лосось	Вчера
			Перегрев подшипника во время установки	Вариативность процедуры разогрева ввиду личного стиля каждого работника	Нет стандарта		Разработать СОП по установке подшипников включая процедуру разогрева	Л.Барсук	Вчера

## Матрица приоритизации инициатив будет использована для...



## ...формирования волн внедрения пилотных проектов

Отчетность и прозрачность данных

### Первая волна

Режимы работы КТЦ  
Потери в котле  
Собственные нужды

*Итого для I волны  
= 4,2 млн. грн.*

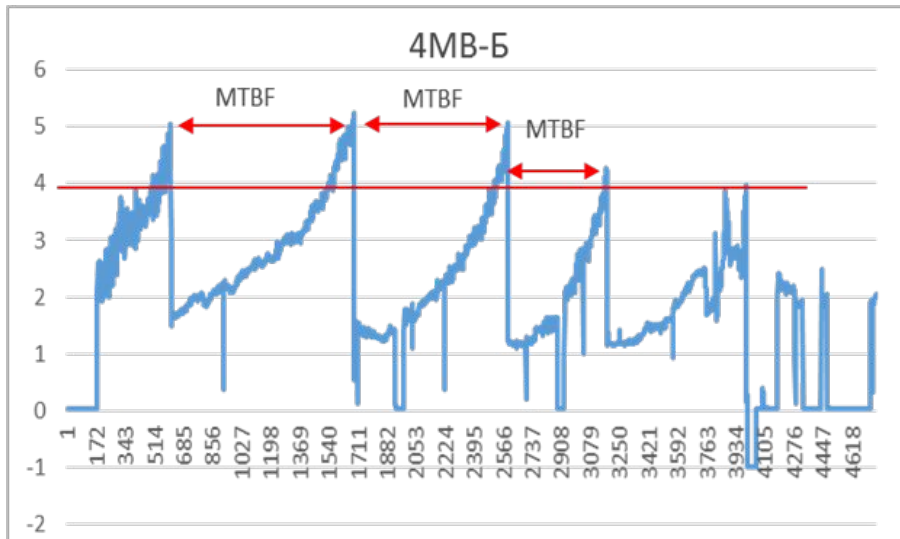
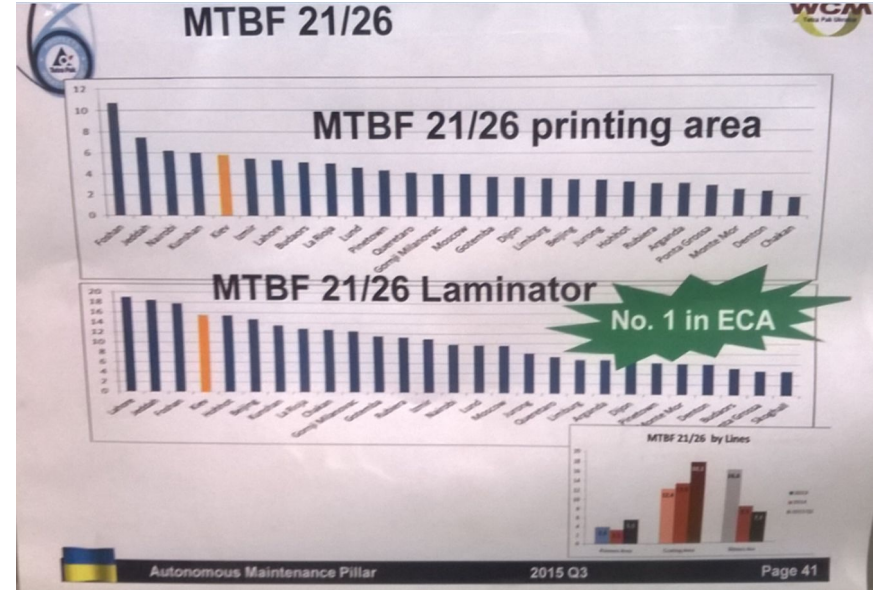
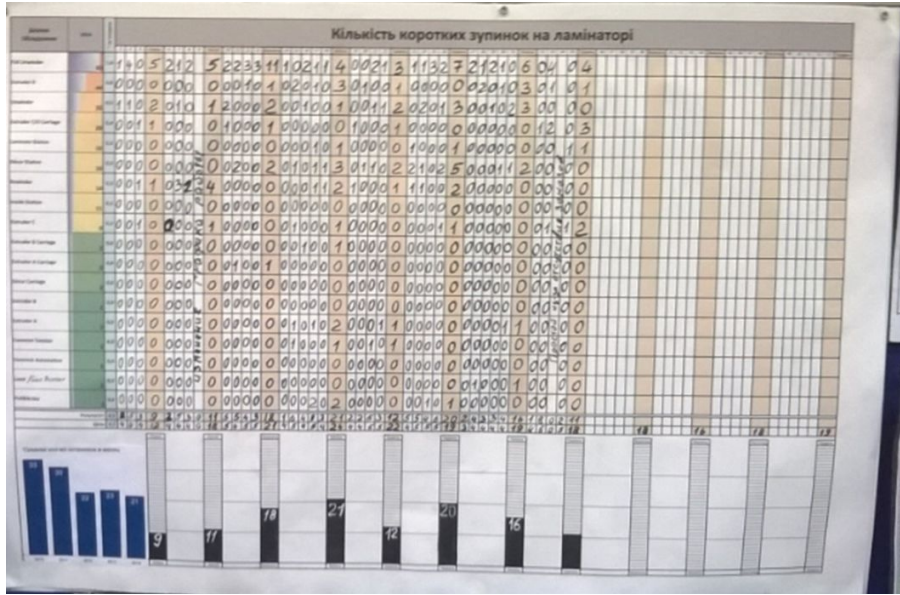
### Вторая волна

Ранжирование КВГМ  
Собственные нужды насосов. Ранжирование  
Оптимизация ТДМ КВГМ

### Дальнейшие волны

Склады  
Оптимизация системы отопления  
Регулирование лопаток ЦН  
Установка поузлового учета газа  
Установка необходимых приборов учета  
...





Время между балансировкой, дни



$$MTBF = \frac{10 + 12 + 36 + 19 + 24 + 26 + 17 + 7 + 3 + 8}{10} = 16 \text{ дней}$$



## НЕСЕНИЕ НАГРУЗКИ СОГЛАСНО ДИСПЕТЧЕРСКОГО ГРАФИКА В ДИАПАЗОНЕ +/-6% СТАНДАРТ ОПЕРАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



Стандартная операционная процедура Луганская ТЭС, ДТЭК

№ СОП	КТЦ-001/01-2013	Дата обновления	17.10.2013	Количество страниц	3
Разработал			Утверждаю		
Василюк Д.В.(Навигатор ДОУ)			Шевченко А.В. (Зам. гл. по эксплуатации)		
Согласовал					
Таранюк Р.М. (И.о. начальника КТЦ)					
Маслов А.Н. (Начальник ПТО)					
Христосенко А.В.(НСС)					
Место применения/расположения	БЩУ, ГЩУ ЛутЭС		Ответственный/исполнитель	НСС/МЭБ	
Предмет	Сокращение допустимого коридора до +/- 4%		Оборудование, инструмент, материалы		

- Критический шаг, неуклонительное выполнение
- Внимание к технике безопасности
- Точность соблюдения показателей
- Точность соблюдения времени
- Скорость действия

№	Действие	Фотография	Ожидаемый результат	Фокус внимания
1	В часы максимального нагружения, нести нагрузку не ниже -4% от заданной.		Увеличивается выработка, сокращается количество штрафов за выпадение из коридора	



## ИЗМЕНЕНИЕ НАГРУЗКИ ПО КОМАНДЕ ДИСПЕТЧЕРА СТАНДАРТ ОПЕРАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



Стандартная операционная процедура Луганская ТЭС, ДТЭК

№ СОП	КТЦ-002/01-2013	Дата обновления	17.10.2013	Количество страниц	6
Разработал			Утверждаю		
Василюк Д.В.(Навигатор ДОУ)			Шевченко А.В. (Зам. гл. по эксплуатации)		
Согласовал					
Таранюк Р.М. (И.о. начальника КТЦ)					
Маслов А.Н.(начальник ПТО)					
Христосенко А.В.(НСС)					
Место применения/расположения	БЩУ, ГЩУ ЛутЭС		Ответственный/исполнитель	НСС/МЭБ	
Предмет	Работа по команде диспетчера		Оборудование, инструмент, материалы		

- Критический шаг, неуклонительное выполнение
- Внимание к технике безопасности
- Точность соблюдения показателей
- Точность соблюдения времени
- Скорость действия

№	Действие	Иллюстрация	Ожидаемый результат	Фокус внимания
1	Рассчитать время полного набора заданной мощности с учетом полученного с ЦДС ДЭС времени и нагружения из расчета 2,5МВт/мин		Сокращается количество штрафов за выпадение из коридора	 



# ВОПРОСЫ НА ЗАЩИТУ ПО МОДУЛЮ №1 ББГ

1. DMAIC
2. Программа (устав) и требования к нему
3. Свойства надежности параллельных и последовательных процессов
4. Парето
5. Контрольные карты (XmR-карта) и критерии
6. КДК-дерево
7. Форма сбора данных
8. Карта серий
9. Расчет МТВФ
10. Карта процессов детальная (КПСЦ)
11. Гистограммы (кол-во интервалов)
12. Карта серий и критерии
13. Ящичная диаграмма
14. Типы данных
15. Операционное определение
16. Мозговой штурм
17. Поле корреляции, коэф. детерминации
18. Д-ма Ишикавы
19. Дерево потенциальных причин отказов (FTA)
20. 5 Почему
21. СОК
22. QCC расчет

1. Если захочется отойти от DMAIC и сделать «как надо» - остановитесь, позвоните мне
2. Если даже инструмент и не пригодился – просто попробуйте как он работает
3. Каждый постройте в шаблоне карту серий, XmR-карту, гистограмму, ящичную диаграмму, поле корреляции, рассчитайте базовые статистики
4. Задавайте вопросы по каждому инструменту, который не понятен
5. Не набрасывайте лишних слайдов, 15 слайдов максимум
6. Не используйте прошлые проекты
7. Для защиты нужно: презентация до 15 слайдов в логике DMAIC и текстовое описание проекта в Word (с указанием того какие инструменты использовались, какие этапы проходил проект, прочие детали)