

Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский  
государственный  
нефтяной технический университет» в г.  
Салавате

# РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПЕРЕХОДА НА СИСТЕМУ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ

Инновационные технологии 21 века в области электроники,  
электротехники, приборостроения, электроснабжении и  
энергосбережении

Исполнитель:

студент гр. АП-09-21  
Вазирович

Зайнуллин Денис

Научные руководители:

ассистенты  
Фатихович

Юмагузин Урал

Миронова Ирина

Сергеевна

# Введение

Большая часть насосно-компрессорного оборудования (НКО) производственных объектов в нефтегазовой отрасли эксплуатируется в напряженных условиях в составе технологических линий с длительным циклом непрерывной работы, и в значительной степени определяет их эффективность.

Износ оборудования нефтегазовой отрасли и сохраняющийся уровень аварийности требует совершенствования методов оценки технического состояния, а также системы обслуживания и ремонта.

# Существующая на данном момент система планово-предупредительного ремонта

## ДОСТОИНСТВА

Система хорошо  
развита

Имеет отработанную  
методологическую

Позволяет поддерживать  
заданный уровень  
исправности и  
работоспособности  
оборудования

## НЕДОСТАТКИ

Нет возможности выявлять  
повреждения оборудования на  
ранней стадии их возникновения

Обслуживание и ремонт  
выполняются без фактической их  
необходимости

Надежность работы после  
обслуживания с разборкой и  
заменой деталей часто

Не обоснованная техническим  
состоянием замена узлов и  
деталей с большим остаточным  
ресурсом

# Актуальность

Внедрение методики перехода на систему обслуживания и ремонта электрооборудования по техническому состоянию направлено на повышение надежности и эффективности работы НКО.

Применение системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) по техническому состоянию на предприятии повышает производительность, эффективность и надежность эксплуатационных параметров оборудования, приводит к снижению материальных затрат на обслуживание и ремонт.

# Система технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию

## ДОСТОИНСТВА

Исключает вероятность аварийных отказов и связанных с ними внеплановых простоев

Возможность прогнозировать объемы технического обслуживания и ремонта

Позволяет производить ремонт исключительно дефектного оборудования

## НЕДОСТАТКИ

Может быть осуществлена только посредством постепенного перехода от системы ППР

Требует полного пересмотра организационной структуры

Требует первоначально больших финансовых вложений для подготовки специалистов и технического оснащения службы ТОиР

# Нормативно-техническая база

Методика разработана на основании требований действующих нормативно-технических документов по ремонту и эксплуатации, накопленного опыта диагностики технического состояния НКО на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, рекомендаций специальной технической литературы.



# Основные задачи

Основными задачами системы технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию НКО являются:

- определение технического состояния НКО при эксплуатации;
- сокращение и предупреждение аварий НКО;
- продление срока непрерывной эксплуатации, сокращение времени и затрат на ремонты НКО;
- определение возможных сроков безостановочной эксплуатации НКО по результатам технической диагностики;
- прогнозирование и планирование объемов технического обслуживания и ремонта НКО;
- обеспечение эффективности (качества) ремонта за счет послеремонтного обследования технического состояния НКО методами технической диагностики

# Переход планируется проводить в три этапа



3

Этап

Происходит полный переход на систему технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию



2

Этап

Система также действует совместно с существующей системой ППР, но уже с возможностью сдвигать сроки ремонта по результатам контроля и обследования технического состояния НКО.



1

Этап

Система действует совместно с существующей системой ППР в роли вспомогательного инструмента в обеспечении надежности и безаварийности производства.

# Экономический эффект от внедрения



Предупреждение аварий и  
исключение unplanned  
простоев

Значительное сокращение  
издержек на техническое  
обслуживание и ремонт  
НКО

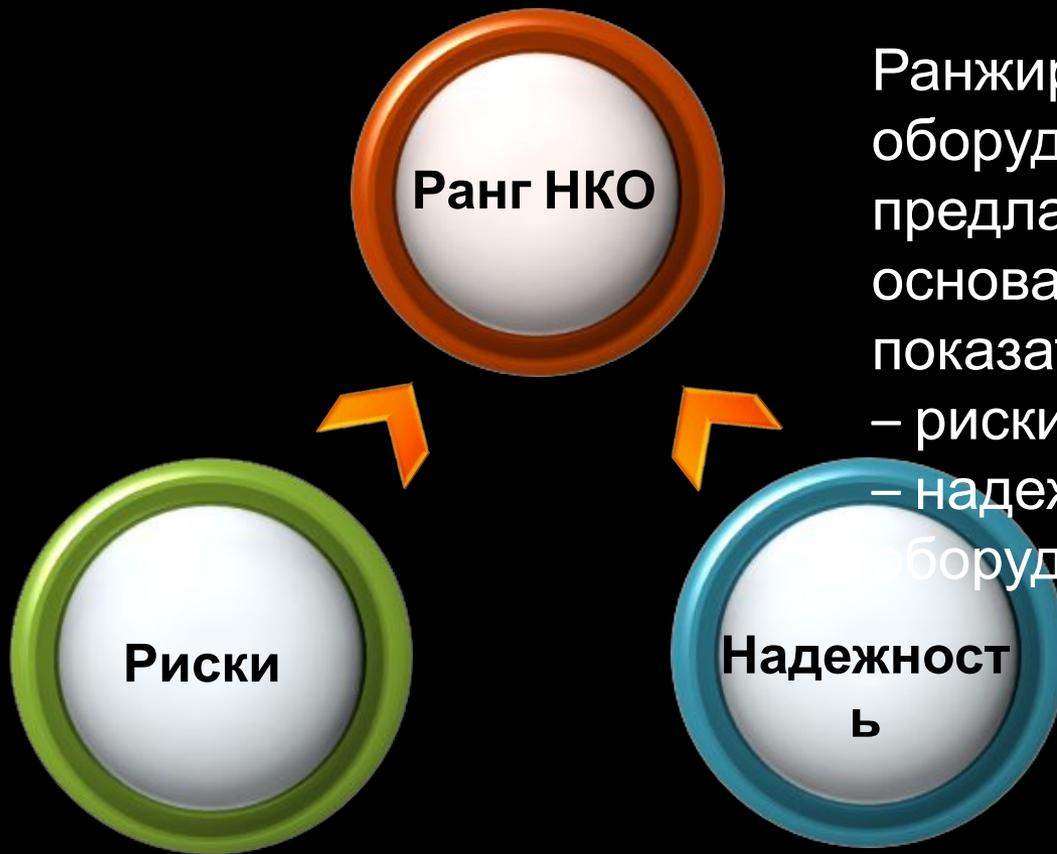
Увеличение  
межремонтного и  
уменьшение ремонтного  
периодов

# Частичный и полный переход

Являясь дорогостоящим мероприятием, в начальный период планируется переводить на систему технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию только часть наиболее приоритетного НКО, требующего повышенного контроля.

В дальнейшем, постепенно будет произведен переход на систему технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию всего НКО предприятия.

# Ранжирование оборудования



Ранжирование оборудования предлагается проводить на основании двух показателей:

- риски ущербов при отказе;
- надежность оборудования.

# Риски ущербов при отказе

ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность» содержит методику расчета вероятности возникновения пожара и взрыва НКО. Данная методика позволяет оценить риски на первом этапе комплексной оценки состояния оборудования. Показатель рисков ущербов при отказе оборудования рассчитывается по формуле

$$R_s = Q \cdot$$

где  $Q$  – вероятность возникновения события, способного привести к аварийной ситуации;

$S$  – уровень тяжести последствий, принимающий значения от 0 до 1.

# Надежность оборудования

Чаще всего отказы оборудования происходят на этапе приработки и износа. Наибольший практический интерес представляет последний из них. Для определения вероятности отказа детали используется выражение

$$P(\tau) = 1 - e^{-\lambda \cdot \tau},$$

Где  $\tau$  – время эксплуатации.

Вероятность отказа всей системы вычисляется по формулам

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i),$$

$$P = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_j),$$

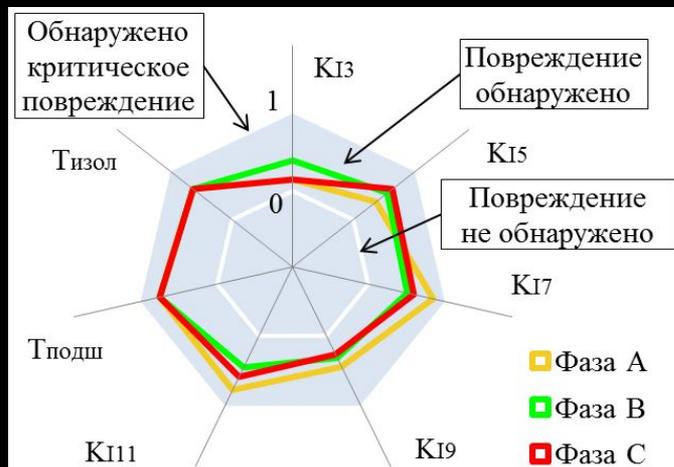
где  $P_i$  – вероятность отказа  $n$  деталей, имеющих логическое условие соединения «ИЛИ»;  $P_j$  – вероятность отказа  $m$  деталей, имеющих логическое условие соединения «И».

# Интегральные критерия для количественной оценки технического состояния

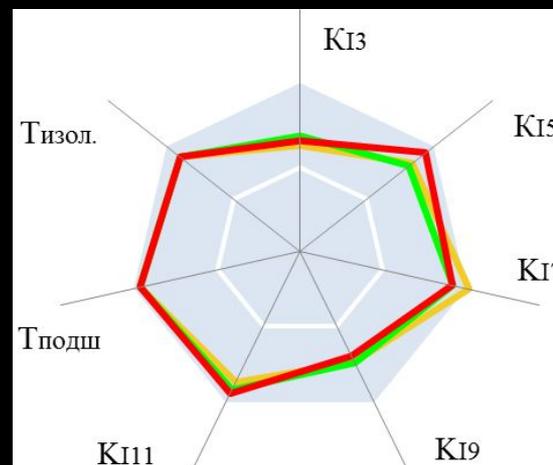
Проведение мониторинга гармонического состава токов и напряжений двигателя электропривода может быть выполнено без какого-либо нарушения режима работы НКО, поэтому этот метод может быть положен в основу перевода оборудования на эксплуатацию по техническому состоянию.

Экспериментально установлено, что для количественной оценки технического состояния машинных агрегатов наиболее информативными основными диагностическими параметрами являются амплитуды нечетных гармонических составляющих токов и напряжений с 3 по 11 включительно и соответствующие им углы сдвига по фазе, температура подшипников агрегата и изоляции обмотки статора двигателя.

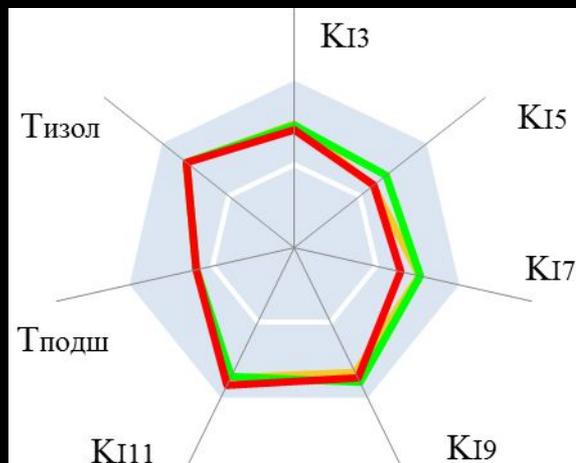
# Диаграммы взаимосвязи технического состояния насосного агрегата К80-50-200 и значений диагностических параметров



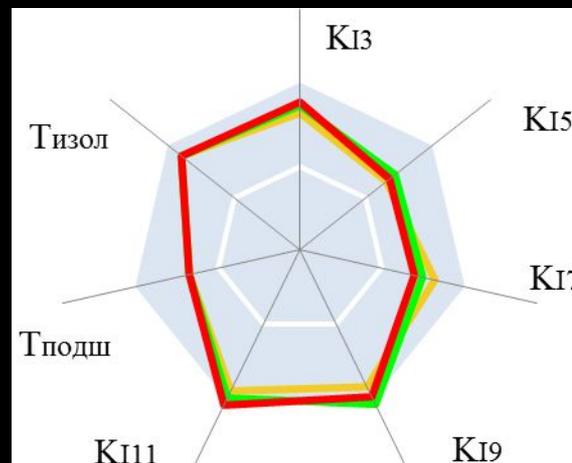
состояние подшипника агрегата «Неисправное»



состояние подшипника агрегата «Предельное»

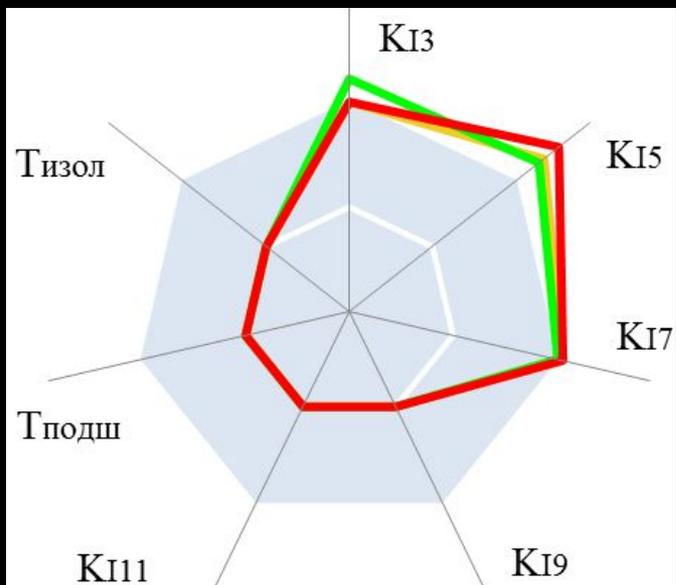


состояние изоляции обмотки статора «Неисправное»

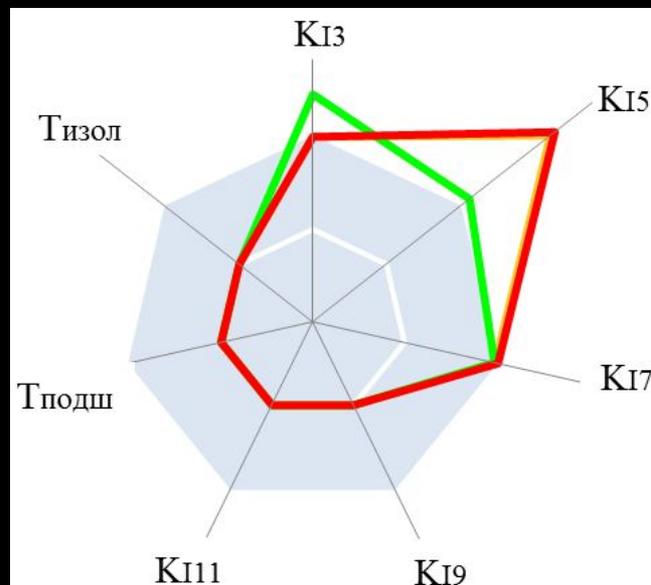


состояние изоляции обмотки статора «Предельное»

# Диаграммы взаимосвязи технического состояния насосного агрегата К80-50-200 и значений диагностических параметров



состояние рабочего колеса агрегата «Предельное» (повреждена 1 лопатка)



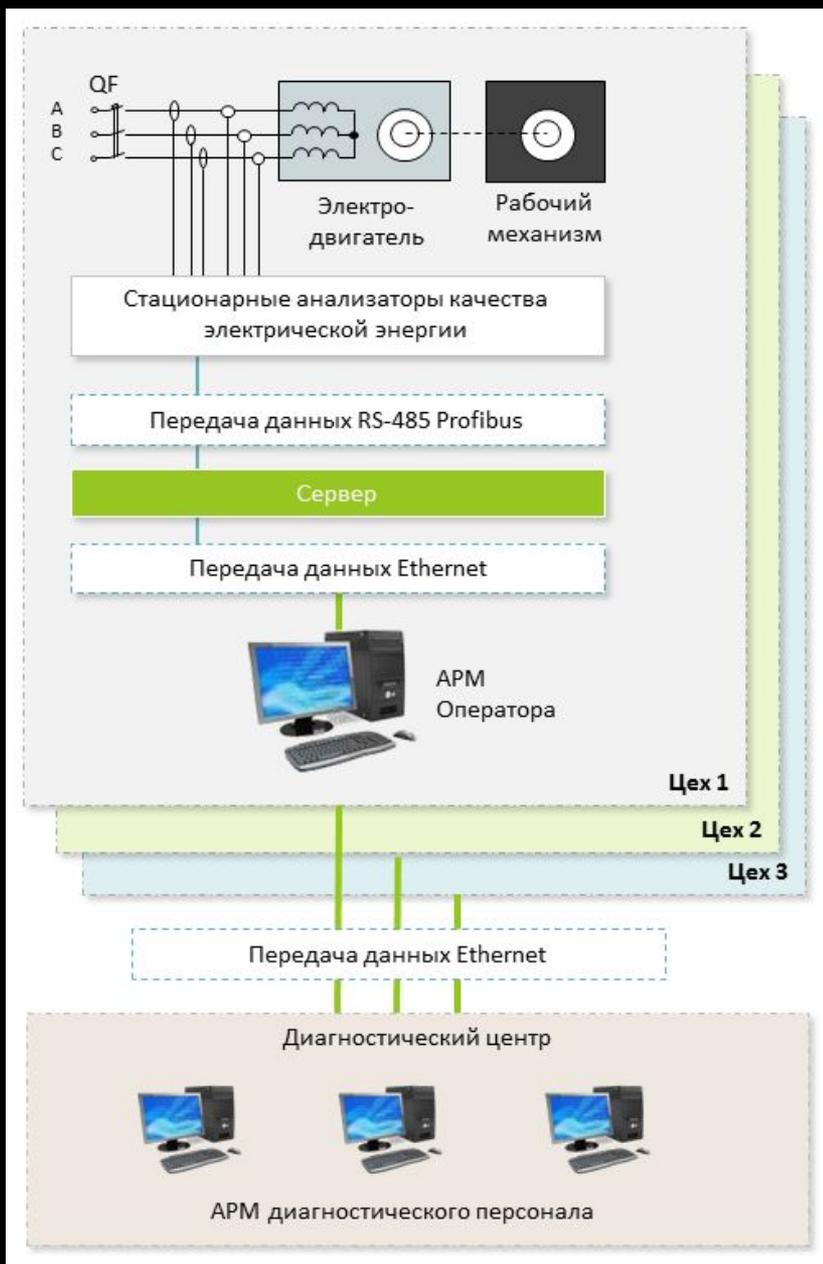
состояние рабочего колеса агрегата «Предельное» (повреждены 3 лопатки)

# Интегральный критерий оценки технического состояния

Оценка технического состояния насосно-компрессорного оборудования может быть осуществлена путем использования совокупности диагностических параметров, представленных в виде интегрального критерия оценки технического состояния

$$\delta = \sum_{j=1}^N (g^j \cdot \sum_{\substack{r=1 \\ r \neq j}}^r q^j \cdot K_{\text{пв}}^j);$$

где  $r$  – показатель весомости рекомендации по эксплуатационным мероприятиям, учитывающий трудоемкость операции технического обслуживания и ее категорию (дополнительный контроль без/с отключением агрегата, ремонт/замена узла или всего агрегата);  $K_{\text{пв}}$  – коэффициент значимости пожаро- и взрывоопасности оборудования;  $\delta^j$  – весовой коэффициент учета важности  $D_{\Sigma}$  для машинного агрегата  $J$ -го вида;  $g^j$  – весовой коэффициент учета важности рекомендации для агрегата  $J$ -го вида;  $q^j$  – весовой коэффициент учета важности  $K_{\text{пв}}$  для агрегата  $J$ -го вида.



# Архитектура комплексной автоматизированной системы технического диагностирования оборудования

# Заключение

Износ оборудования и текущая аварийность на предприятиях нефтегазовой отрасли требуют совершенствования технического обслуживания и ремонта насосно-компрессорного оборудования.

В данной работе был предложен план постепенного перехода на систему технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию и приведены интегральные критерия для количественной оценки технического состояния.

Переход на новую систему обеспечит повышение надежности и безопасности производства, сократит издержки на техническое обслуживание и ремонт оборудования, увеличит межремонтный период, что в совокупности принесет существенный экономический эффект.

**Спасибо за внимание**