

Эффективная эксплуатация АМС

Как повысить эффективность
эксплуатации антенных
сооружений с помощью
мониторинга технического
состояния несущих конструкций



Что такое эксплуатация?

- Стадия жизненного цикла сооружения, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество (работоспособное состояние)
- Эксплуатация включает в себя, в общем случае,
 - использование по назначению,
 - техническое обслуживание и ремонт (ТОиР),
 - транспортирование и хранение
- Эффективная эксплуатация антенно-мачтовых сооружений (АМС) – ключевая задача любой башенной компании или инфраструктурного оператора

Как повысить эффективность эксплуатации? А, В, С

- А. Повышение эффективности эксплуатации АМС прежде всего связано с их использованием по назначению как опор:
 - больше оборудования → больше клиентов/арендаторов,
 - больше клиентов/арендаторов → больше платежей
- В. Не в последнюю очередь на эффективность влияет сокращение расходов на техническое обслуживание и ремонт за счет ранней диагностики и упреждающего ТОиР
- С. Сохранение условий безопасной и безаварийной эксплуатации также напрямую влияет на эффективность эксплуатации АМС

Как добиться выполнения А, В, С?

- Использование в рамках эксплуатации АМС и внедрения цифровых технологий информации, полученной с помощью **системы мониторинга технического состояния несущих конструкций** и **машинных методов анализа остаточной несущей способности**, позволяет добиться выполнения условий А, В, С
- Ключевая особенность решения – сбор и обработка данных *в реальном времени*, когда скорость получения информации о процессах, связанных с изменением технического состояния сооружения, соизмерима со скоростью протекания этих процессов



Авария не оснащенной средствами мониторинга башни

В ночь на воскресенье 7 декабря 2014 года на вершине горы Белая близ Нижнего Тагила обрушилась башня сотовой связи. В момент обрушения в районе горы наблюдались осадки и сильный ветер. Башня была введена в эксплуатацию в декабре 2003 года.

Специалистами отмечалось, что проектная организация учла все особенности, включая ветровой район. Профилактические и планово-предупредительные работы по техническому обслуживанию проводились в соответствии с регламентом. В том числе, плановое обслуживание было проведено в 2014 году.

В чем причина?

- Причина многих аварий, даже в случае выполнения регламента ТОиР как на горе Белая, в несвоевременности реагирования на изменение технического состояния
- Применительно к антенным сооружениям плановое техническое обслуживание, включающее обследование объекта, проводится два раза в год – ТО-1 и ТО-2, весной и осенью соответственно – что сопоставимо с процессами изменения технического состояния длительностью полгода, год и более
- В тоже время реальные процессы изменения технического состояния несущих конструкций могут иметь время, измеряемое минутами и часами (к примеру, реакция опоры на шквал, обледенение), и тенденции, проявляющиеся в течение дней, недель и месяцев
- Очевидно, что служба эксплуатации не в состоянии без специализированных средств измерений и автоматизации процессов собрать, обработать и проанализировать весь объем информации, учитывающий изменение технического состояния объекта в реальном времени, а также принять верное решение в рамках ТОиР

Пример технического аудита средствами мониторинга

В рамках технического аудита мачта технологической связи в районе Ноябрьска (ЯНАО) была оснащена измерительными средствами системы мониторинга. Несмотря на имеющуюся у заказчика отчетность о выполнении всех регламентных работ и соответствии нормативам, система мониторинга сигнализировала о неудовлетворительном ограниченно-работоспособном состоянии мачты связи после проведения регламентных работ по тяжению оттяжек силами подрядчика.

Новое обследование подтвердило отклонение в усилиях натяжения оттяжек ниже допустимого проектом значения и необходимость в проведении повторного ТО и работ по тяжению оттяжек.

Сравнение двух кейсов

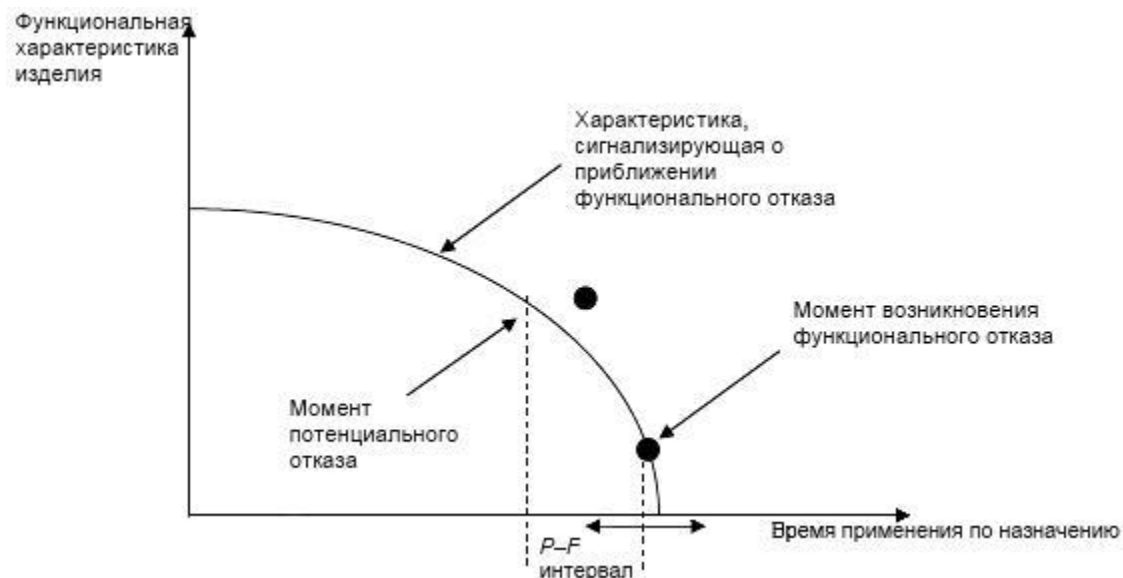
Башня на горе Белая

- Профилактические и планово-предупредительные работы проведены в соответствии с регламентом, отчетность в наличии
- Сооружение **не было оснащено** средствами мониторинга технического состояния несущих конструкций
- Функциональный отказ, авария антенного сооружения, уничтожение дорогостоящего оборудования

Мачта в районе Ноябрьска

- Профилактические и планово-предупредительные работы проведены в соответствии с регламентом, отчетность в наличии
- Сооружение **было оснащено** средствами мониторинга технического состояния несущих конструкций
- Обнаружение возможного отказа, проведение повторных работ, восстановление работоспособности

Обслуживание по состоянию



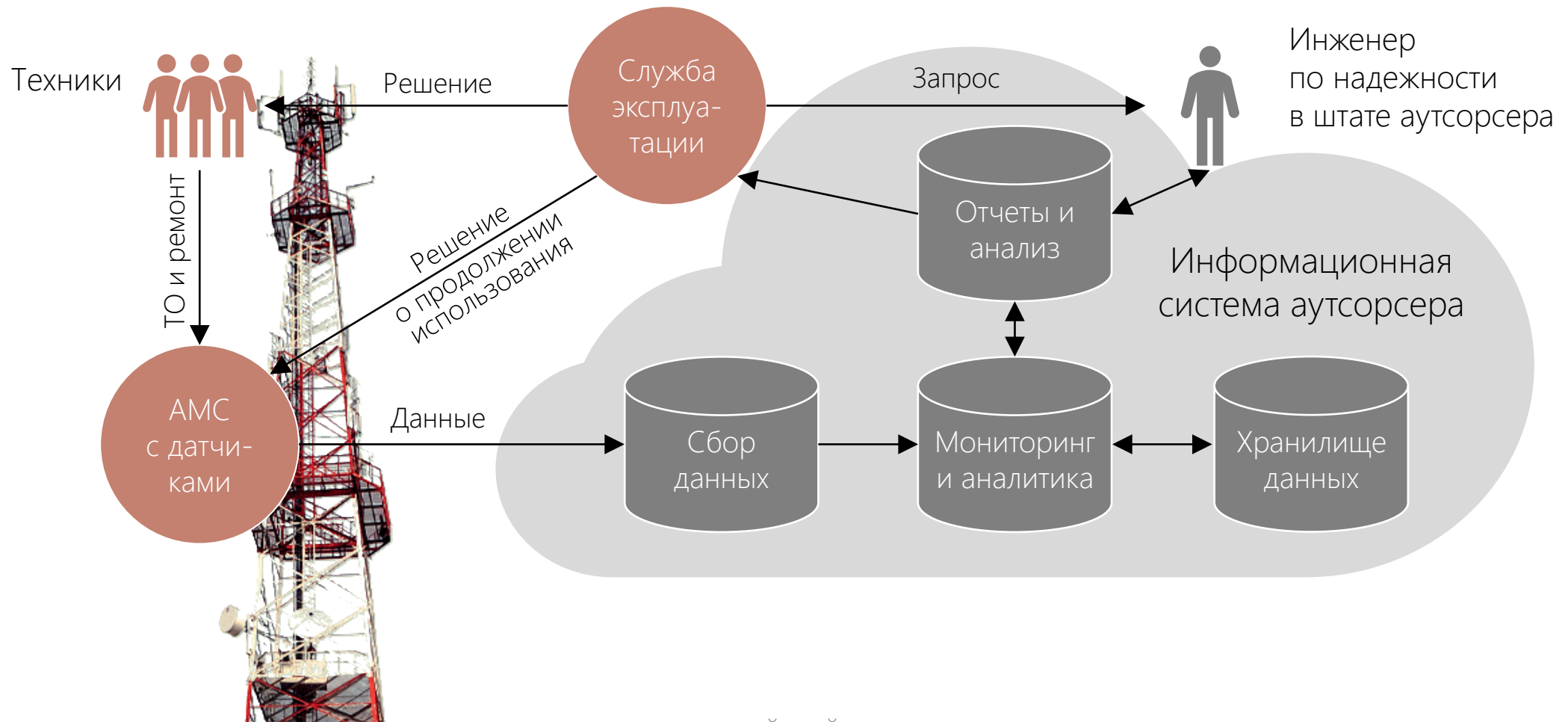
Обслуживание по состоянию и мониторинг технического состояния несущих конструкций сооружения в реальном времени – две составляющие, способные снизить аварийность и затраты на работы в случае использования информационных систем и цифровизации ТОиР АМС.

Задача мониторинга состоит в выявлении изменений технического состояния конструкций, сигнализирующих о приближении функционального отказа (F); при этом потенциально-возможный отказ (P) принято определять как состояние, указывающее на то, что можно ожидать функционального отказа, если не предпринять никаких действий.

Внедрение

- Внедрение новых технологий – задача обременительная, связанная с затратами на приобретение и освоение нового оборудования и программного обеспечения, поддержания его работоспособности, квалифицированного обслуживания и использования
- Предприятие подчас не может сразу выполнять все функции самостоятельно и передача отдельных задач специализированным подрядчикам является вполне целесообразной
- Упростить внедрение обслуживания по состоянию можно с помощью **аутсорсинга мониторинга технического состояния**

Обслуживание по состоянию с помощью аутсорсинга мониторинга несущих конструкций



Описание системы мониторинга

- Система предназначена для дистанционного мониторинга технического состояния несущих конструкций антенных и других высотных сооружений
- Измерения параметров мониторинга проводятся с помощью инклинометров, акселерометров, тензометров, датчиков температуры и ветра
- Сбор данных осуществляется программным способом с помощью стандартных протоколов и доступных каналов связи
- Система осуществляет
 - Мониторинг параметров и обнаружение событий в реальном времени
 - Аналитическую обработку исторических данных
 - Хранение информации в базе данных
 - Создание отчетов в виде таблиц, графиков, диаграмм
 - Выдачу сигналов оповещения
- Система поддерживает
 - Интерпретацию параметров мониторинга в терминах технического состояния
 - Анализ остаточной несущей способности с помощью машинных методов и дашборда инженера по эксплуатационной надежности



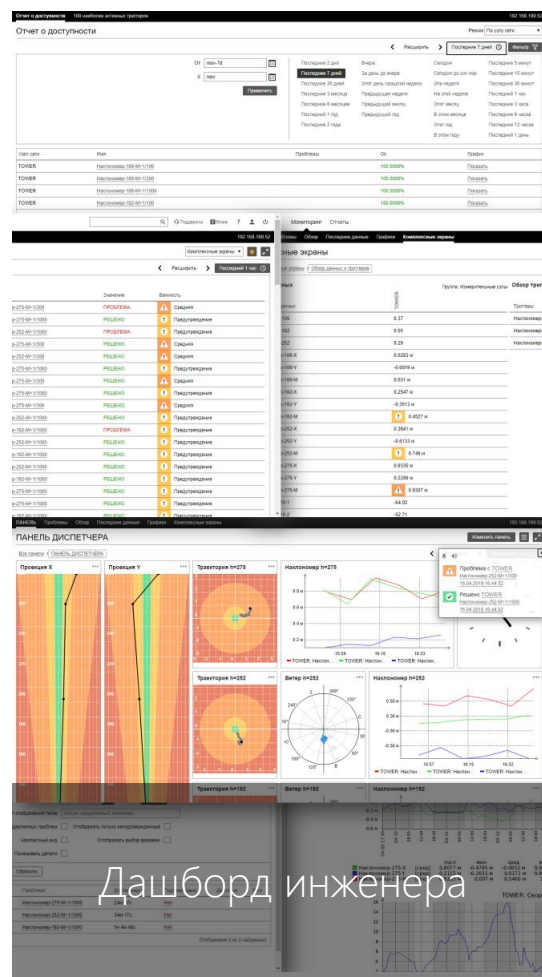
Измерители



Сбор данных



Мониторинг и аналитика



Дашборд инженера

Внешний вид инсталляции

Общее описание услуги

- Услуга оказывается компаниям, владеющим антенными и другими высотными сооружениями, заинтересованным в их эффективной эксплуатации, что влечет за собой организацию обслуживания по состоянию
- В целях оказания услуги используется информационная система мониторинга технического состояния несущих конструкций, находящаяся на балансе аутсорсера
- Средства измерений (СИ) приобретаются заказчиком по отдельному договору поставки или берутся в аренду
- Монтаж СИ оплачивается отдельно
- Подключение СИ, пуско-наладочные работы проводятся в рамках договора аутсорсинга
- Предмет договора аутсорсинга заключается в проведении внутреннего технико-технологического аудита технического состояния несущих конструкций АМС заказчика средствами и штатными сотрудниками аутсорсера
- В рамках договора аутсорсинга за заказчиком закрепляется инженер по эксплуатационной надежности (возможно несколько штатных единиц)
- Рекомендованный срок договора – 12 месяцев и более
- Взаимодействие сторон определяется техническим заданием (ТЗ), предшествующим договору аутсорсинга, и в последующем осуществляется с помощью периодически предоставляемых отчетов, срочных оповещений о внештатных ситуациях, выдачей рекомендаций по техническому обслуживанию и ремонту АМС, а также с помощью программного интерфейса информационной системы заказчика с системой мониторинга исполнителя

Пример ТЗ на аутсорсинг (основные моменты)

- Определение внутреннего технико-технологического аудита технического состояния несущих конструкций опор двойного назначения (ОДН), эксплуатируемых заказчиком, средствами и штатными сотрудниками исполнителя
- Общее количество ОДН
- Места установки и характеристики опор
- Документация, предоставляемая заказчиком
- Параметры мониторинга технического состояния несущих конструкций опор
- Требования к составу средств измерений
- Содержание и периодичность отчетов, предоставляемых Исполнителем
- Уровень тревоги и срочность оповещений о внештатных ситуациях
- Требования к программному интерфейсу между информационной системой заказчика и системой мониторинга исполнителя
- Требования к квалификации исполнителя

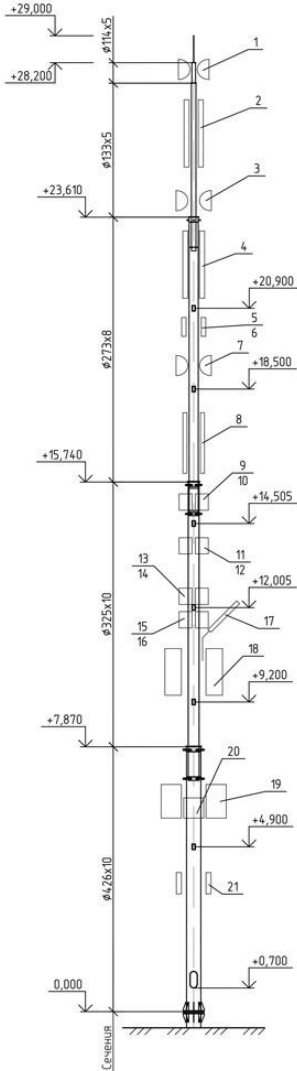
Схема размещения оборудования (на примере башни)



Обозначения:

- ДВ датчик ветра (анеморумбометр)
- АН акселерометр-наклономер
- ТС тензостанция с 4 тензодатчиками
- ПИ преобразователь интерфейсов/сетевой шлюз

Схема размещения оборудования (на примере ОДН)



АН

Обозначения:

АН акселерометр-наклономер

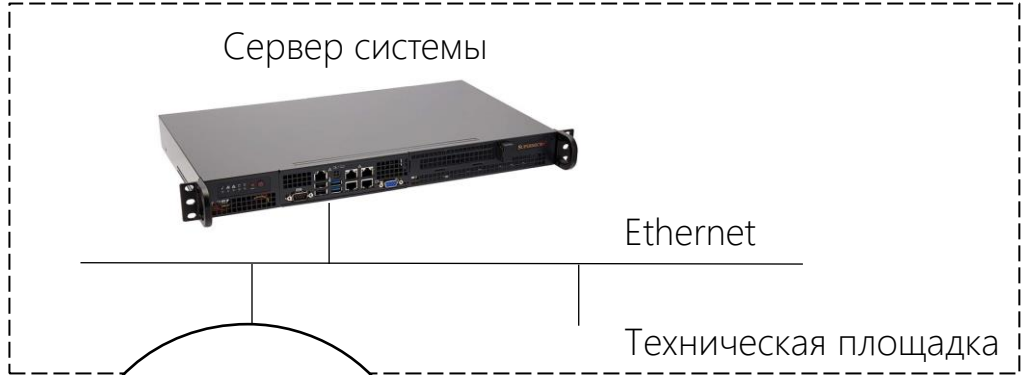
ПИ преобразователь интерфейсов/сетевой шлюз

Витая пара RS-485



ПИ

Питание

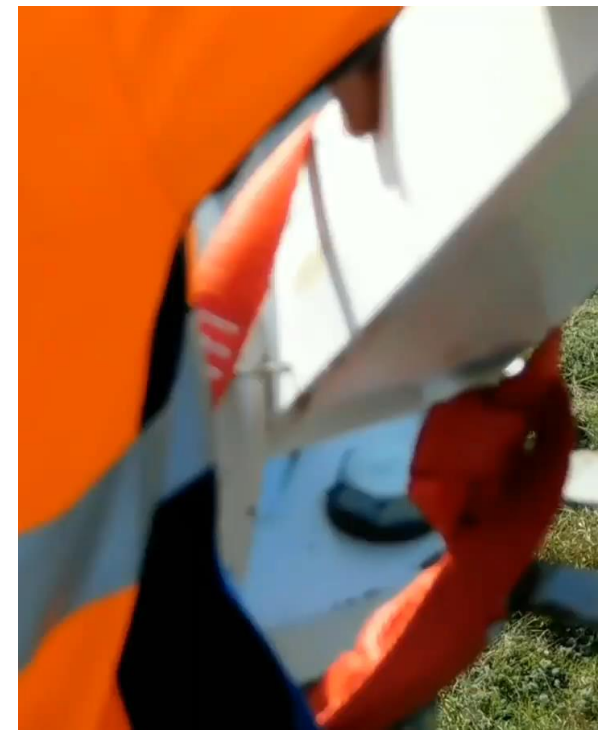
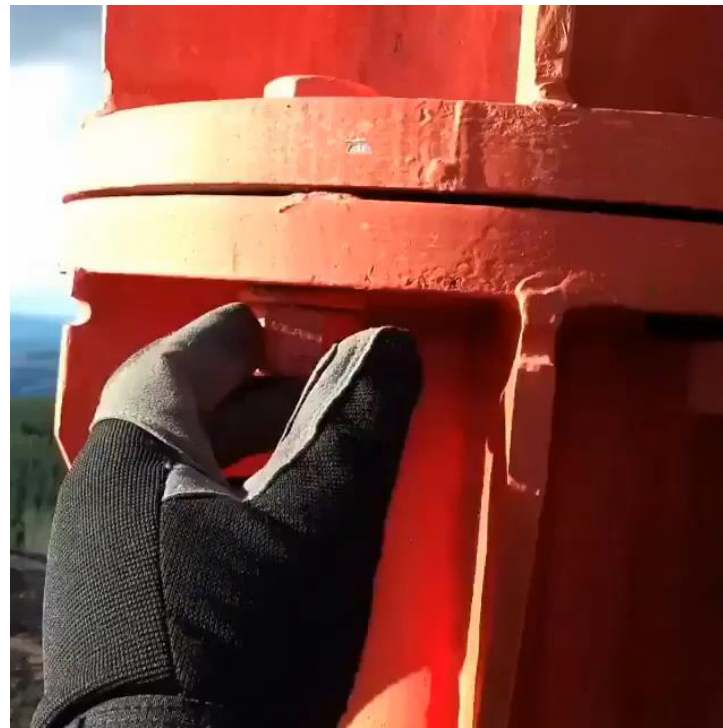


Ethernet

Сеть

Примеры ситуаций и повреждений, выявляемых с помощью мониторинга

Видео ситуаций и повреждений конструкций, *дистанционно* выявляемых с помощью системы мониторинга в межсервисном интервале, приводящих к снижению несущей способности и аварийному состоянию антенных сооружений.



Повреждения мачт, влияющие на несущую способность и выявляемые с помощью системы

Повреждение	Влияние на несущую способность и эксплуатационную пригодность
Отклонение оси оттяжек от проектного положения в плане	Возникают дополнительные усилия в элементах ствола от кручения и изменяется величина натяжения
Переломы поясов и искривление элементов решетки ствола	Возникают дополнительные моменты в элементах и, как следствие, происходит снижение их несущей способности
Эксцентриситет крепления элементов решетки к поясам и стыковки элементов решетки между собой	Возникают дополнительные узловые моменты, которые должны учитываться при расчете
Закручивание ствола мачты по высоте	Происходит смещение осей оттяжек от оси ствола мачты, что приводит к возникновению крутящего момента
Применение прямошовных труб для поясов, отсутствие герметизации внутренних поверхностей	Появление продольных трещин вследствие расширения при замерзании попавшей во внутренне пространство воды; снижается несущая способность и срок службы мачты
Некачественные фланцевые соединения	Возникают дополнительные напряжения во фланцах
Несоответствие типа каната требованиям проекта	Значительно снижается долговечность
Отклонение в усилиях монтажного натяжения оттяжек	Происходит увеличение усилий в элементах ствола, увеличиваются деформации

По данным исследования Института архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета

Свидетельства о допуске к работам, выданные «НПЦ Дэйтлайн»



Приложения

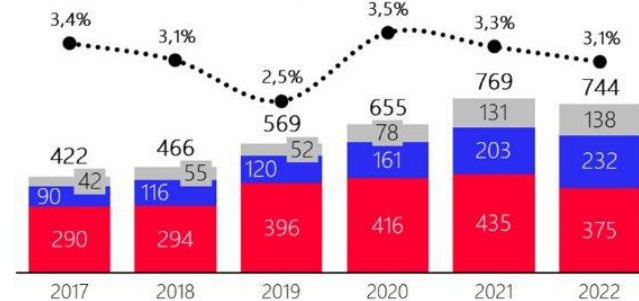
Дополнительные материалы

Износ основных фондов

По данным Росстата РФ износ основных фондов в сфере телекоммуникаций в 2022 году составил более 60%

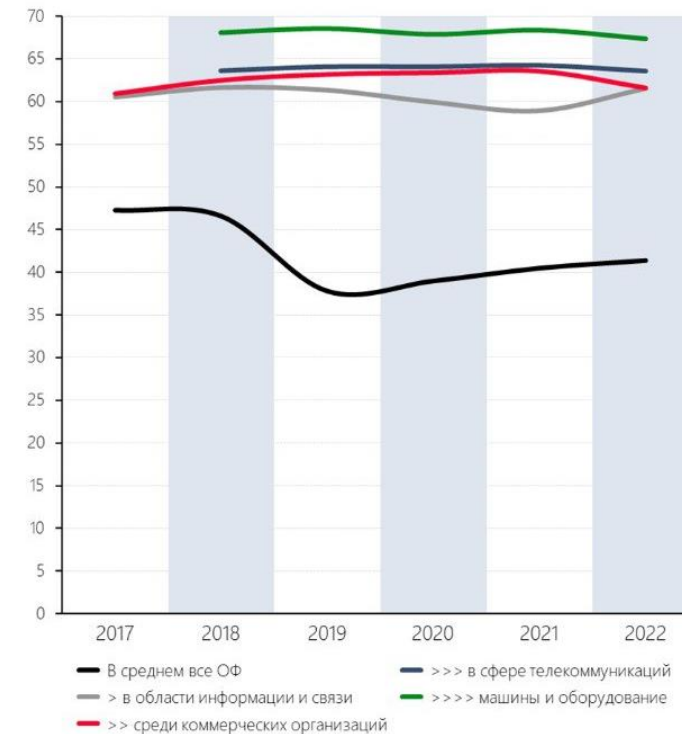
ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ В ТЕЛЕКОМЕ

Ввод в действие основных фондов в Российской Федерации в области информации и связи, млн Р



По данным Росстат РФ <https://rosstat.gov.ru/folder/14304>

Износ основных фондов, %



Наблюдаемая повреждаемость мачт и башен связи в процессе эксплуатации*

Описание повреждения/дефекта	Мачты	Башни
Отклонение от вертикальности и искривление ствола опоры	59%	64%
Скручивание ствола опоры вокруг вертикальной оси	13%	32%
Нарушения регулировок мачтовых оттяжек	70%	0%
Отсутствие или замена сечения элементов несущей конструкции	85%	80%
Нарушение и дефекты лакокрасочного или защитного покрытия	91%	76%
Коррозия элементов конструкции	89%	64%
Коррозия элементов системы мачтовых оттяжек	78%	0%
Недостаточная гидроизоляция и коррозия анкеров (шпилек, гаек), опорных плит	28%	12%
Разрушение и дефекты гидроизоляции и бетонных конструкций фундаментов	41%	72%

*В %% от общего количества. По результатам обследования антенных сооружений специалистами Vodafone.

Оптимизация ТОиР и снижение затрат

По данным Deloitte Analytics Institute, основанное на мониторинге состояния прогностическое техническое обслуживание (PdM) в среднем

- ✓ повышает производительность труда на 25%,
- ✓ снижает количество аварий на 70%,
- ✓ снижает затраты на техническое обслуживание на 25%.

Для справки. Группа компаний Deloitte оказывает услуги в области консалтинга и аудита, входит в «большую четвёрку» и является самой крупной сетью профессионалов по количеству сотрудников.

