

## БРОШЮРА

# APM 4.0 с предиктивной и прескриптивной аналитикой

Использование данных от сенсорных датчиков для получения максимальной окупаемости инвестиций

**Автор**

—

**Вернер Мейер (Werner Meyer)**

Развитие стратегии APM – Руководитель направления по прескриптивной аналитике

**Краткий обзор**

В основе стратегии Asset Performance Management 4.0 (APM 4.0) лежит проактивное управление эффективностью активов с помощью системы предиктивных оповещений и прескриптивной аналитики. Оно позволяет снизить затраты, сократить незапланированные простои, а также оптимизировать использование рабочей силы и производительность оборудования. С помощью предиктивной и прескриптивной аналитики компании могут реализовать стратегии для управления активами, чтобы избежать незапланированных простоев своих наиболее важных активов, а также решить, какая превентивная или корректирующая стратегия лучше всего подходит для оборудования второстепенной важности.

Настоящая цифровая трансформация требует перехода от управления эффективностью активов (APM), ориентированного только на активы, к комплексному подходу, который объединяет проектирование, эксплуатацию и производительность, тем самым обеспечивая качественный скачок эффективности активов. APM 4.0 создает единое интегрированное цифровое решение для всего жизненного цикла актива. Главную роль в успешной работе этого нового цифрового решения играют два ключевых фактора. Во-первых, необходима связь между активами и человеческими ресурсами. Во-вторых, решения, принимаемые на основе показаний датчиков и интеллектуальных данных, должны исполняться в режиме реального времени. Стратегия APM 4.0 не только поддерживает подход, ориентированный на активы, но и нацелена на достижение критически важных для бизнеса результатов. Она позволит достичь совершенной работы активов за счет повышения безопасности, прибыльности и устойчивости.

# Введение

Поскольку автоматизация получает все более широкое распространение во всех отраслях, в производственных и промышленных средах механические устройства заменяются электронными компонентами. Эта эволюция означает, что для сбора дополнительных типов данных используется больше датчиков. Чем более подробные данные могут получать эти датчики, тем выше прозрачность и ценность информации для владельцев-операторов.

Важной частью APM 4.0 является **принятие решений на основе датчиков с опережающими показателями эффективности**: различные датчики и мобильные устройства предоставляют лицам, принимающим решения, данные о состоянии, производительности и безопасности их активов в режиме реального времени, что позволяет принимать более точные решения. В отличие от широко используемых запаздывающих индикаторов, которые информируют о сбоях только после того, как они произошли, мониторинг состояния, искусственный интеллект и инженерные экспертные системы используют данные датчиков для прогнозирования снижения производительности и отказов компонентов еще до их возникновения.

Для успешной работы промышленного оборудования требуются плановые остановки производства и плановое техническое обслуживание. По этой причине задачей APM 4.0 не является поддержание постоянного подключения активов к сети. Вместо этого APM 4.0 дает возможность максимизировать рентабельность инвестиций (ROI), позволяя в полной мере использовать данные датчиков. Вы будете точно знать, как следует управлять каждым отдельным активом — от самого важного до наименее важного — и как его обслуживать, чтобы снизить риски и использовать возможности.

В этой брошюре мы расскажем вам о том, как совместная работа предиктивных оповещений и прескриптивных действий полностью раскрывает потенциал APM 4.0. Мы объясним, как они функционируют вместе, чтобы вы могли эффективнее управлять своими активами, каких потенциальных проблем следует избегать при их внедрении и какую роль они должны играть в процессе принятия решений. Мы покажем, как создать подход к принятию решений на основе датчиков с опережающими показателями эффективности в вашей организации, который окажет непосредственное положительное влияние на рентабельность инвестиций в ваши активы. Вам как владельцу-оператору этот интегрированный и всеобъемлющий метод принесет очевидные преимущества.

Ведущая цементная компания смогла получить аналитические данные об ухудшении активов и улучшить стратегию технического обслуживания. Это привело к снижению затрат на корректирующее техобслуживание за счет профилактического обслуживания. В результате рентабельность инвестиций составила 1:19.

Энергетическая компания избежала катастрофических отказов оборудования, которые могли привести к ущербу на сумму более 10 млн долларов США, устранив пробел между проверками и проектированием с помощью непрерывного онлайн-мониторинга для получения ранних уведомлений.

# Полная картина: аналитика и управление рисками

Предиктивная и прескриптивная аналитика, использующая данные датчиков для принятия более обоснованных решений, предлагает огромные возможности повышения эффективности ваших активов. Однако важно понимать, что не во всех случаях можно реализовать стратегии прогнозирования для актива с целью снижения рисков и оптимизации его производительности. Во-первых, с инженерной точки зрения, современные датчики иногда не позволяют определить возникающий отказ актива или конкретный тип механизма отказа, чтобы заранее спрогнозировать проблему. Во-вторых, для некоторых активов финансово нецелесообразно применять стратегии прогнозирования, поскольку стоимость реализации (датчики, инфраструктура, аналитика, непредвиденные обстоятельства) может быть выше, чем выгода (например, запланированное время простоя вместо поломки).

Чтобы создать комплексное решение АРМ, владелец-оператор должен дополнить свою предиктивную и прескриптивную аналитику надежным подходом к управлению рисками активов, как показано на рисунке ниже. Кроме того, владельцу-оператору нужно оценить контекст актива и определить его критичность, исходя из воздействия на контекст в случае отказа. Для важнейших активов компании (с уровнем критичности А) все будет просто. Владелец-оператор будет максимально использовать все возможности для мониторинга и контроля их состояния и производительности. Но для активов с уровнями критичности В и С потребуются более структурированный подход к оптимизации стратегии.



# Asset Performance Management 4.0

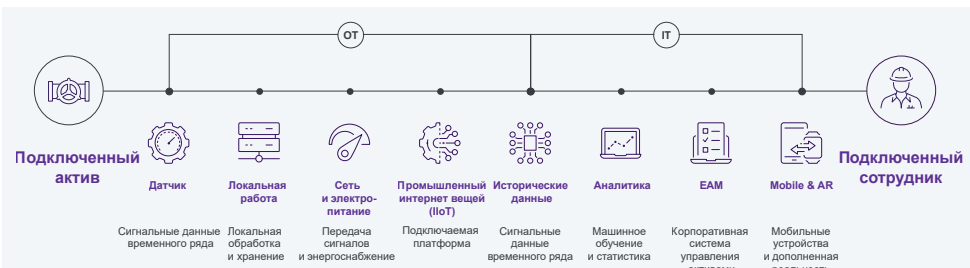
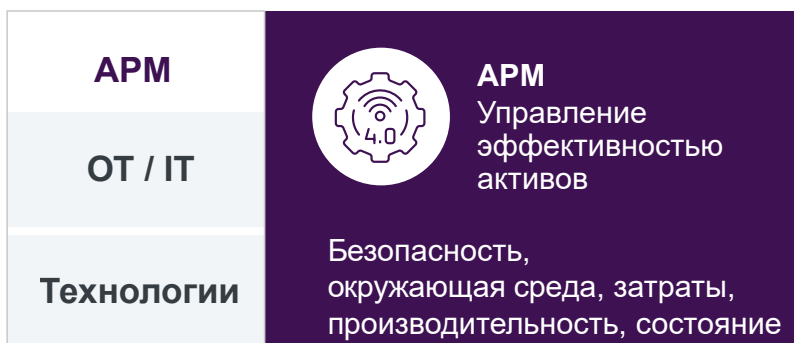
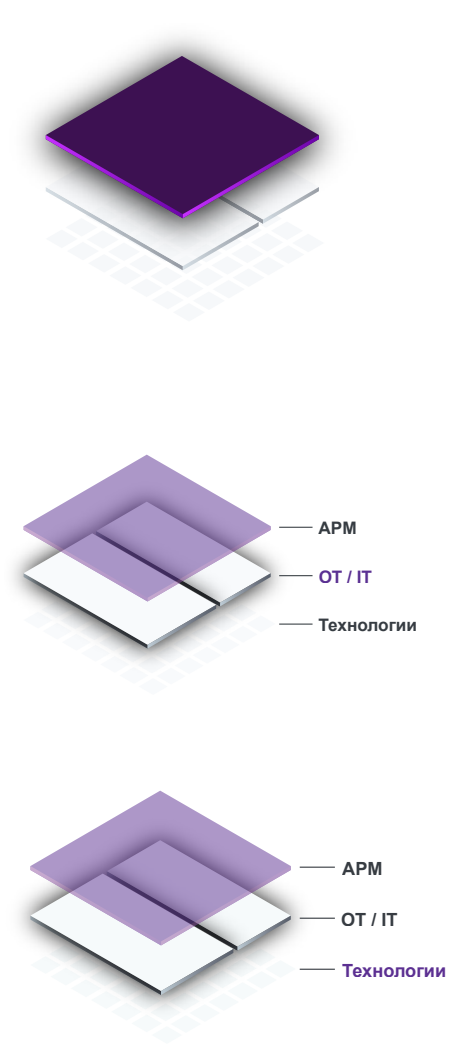
Необходим переход от управления эффективностью активов, ориентированного на сами активы, к системе, которая создает целостную структуру проектирования, эксплуатации и производительности.

Традиционный подход к APM фокусируется на методах обеспечения надежности на стадии проектирования: ориентированное на надежность техобслуживание (RCM), анализ основной причины (RCA), анализ последствий и критичности отказов (FMECA), а также информационные технологии, такие как компьютеризированная система управления техническим обслуживанием (CMMS), корпоративная система управления активами (EAM), планирование ресурсов предприятия (ERP) и бизнес-аналитика (BI).

Между тем, APM 4.0 объединяет информационные и эксплуатационные технологии, и связывает актив с сотрудником на различных этапах жизненного цикла актива (проектирование, эксплуатация и производительность) посредством нескольких линеек функциональных технологий.

APM 4.0 закладывает фундамент для предиктивной аналитики и науки о данных, превращая данные временного ряда в мощные прогнозные показатели. Это позволяет владельцам-операторам избегать отказов активов и оптимизировать их производительность.

В тандеме с APM 4.0 работают следующие линейки технологий.



# Использование данных от датчиков для получения максимальной окупаемости инвестиций

Акционеры инвестируют в активы, потому что ожидают получить рациональную рентабельность инвестиций (ROI). ROI определяется, в первую очередь, операционной прибылью, которую можно получить от актива. Однако ROI также зависит от лицензирования владельца-оператора. Если целостность актива поставлена под сомнение и не соответствует требованиям к безопасности, качеству или охране окружающей среды, для владельца-оператора возникает риск остановки актива ответственными органами.

Подход APM 4.0 устанавливает непосредственную связь между датчиком и ROI. Он создает значимые ключевые показатели эффективности из данных, получаемых от датчиков, и позволяет лицам, принимающим решения, оптимизировать производительность актива. Впервые в истории эти показатели действительно являются «опережающими», поскольку они могут изменить эффективность в лучшую сторону еще до возникновения проблемы.

С APM 4.0 опережающие показатели позволяют корректировать и улучшать производительность в режиме реального времени.

Сегодня системы управления эффективностью как правило основаны на «запаздывающих» показателях (например, стоимости, эксплуатационной готовности, количестве инцидентов, связанных с нарушением безопасности). Эти показатели информируют о проблемах только постфактум.

Подход APM 4.0 с механизмом принятия решений на основе данных, получаемых от датчиков, углубляет наше понимание эффективности активов. Прибыль — это оборот, генерируемый активом, за вычетом конверсионных затрат на производство продукта в результате эксплуатации оборудования. Оборот напрямую связан с показателем общей эффективности оборудования (OEE) актива, а затраты состоят из конверсионных/производственных издержек и расходов на техобслуживание оборудования. Решения по управлению эффективностью активов напрямую влияют на OEE и затраты на эксплуатацию этого оборудования, а следовательно, на конечную прибыльность актива.

APM 4.0 использует датчики и показатели для мониторинга и оптимизации производственного процесса и оборудования. В APM 4.0 опережающие показатели позволяют корректировать и улучшать производительность в режиме реального времени.





# Совершенство активов и процессов

Управление эффективностью активов (APM) направлено на достижение совершенства активов и процессов в пяти ключевых областях.

- 1. Безопасность** Обеспечение безопасности сотрудников, работающих с активом, и соблюдения нормативных требований к конкретному оборудованию. Зачастую это локальные требования, определяемые страной и отраслью. Нарушение требований несет серьезный риск лишения лицензии на осуществление деятельности.
- 2. Окружающая среда** Соблюдение нормативных требований в отношении воздействия на окружающую среду (например, выбросов, влияния на природные ресурсы) в результате эксплуатации актива. Сюда же относятся все цели устойчивого развития.
- 3. Затраты** Совокупные затраты на эксплуатацию и техобслуживание актива. Эти два элемента затрат в значительной степени взаимосвязаны, и ими необходимо управлять комплексно (например, запуск оборудования вне диапазона рабочих режимов усилит механизм деградации и ухудшит состояние актива). Затраты напрямую влияют на операционную прибыль актива.
- 4. Производительность** Насколько эффективно и продуктивно работает актив для получения желаемого результата. Это в большой степени зависит от типа отрасли. Как правило, в основе производительности лежит пропускная способность оборудования, количество и качество производимого продукта. Производительность напрямую влияет на доход, генерируемый активом.
- 5. Состояние** Традиционная область APM с акцентом на достижение высокого уровня надежности и эксплуатационной готовности активов. Состояние актива зависит от состояния его обслуживаемых элементов, а инвестиции, необходимые для замены актива, во многом зависят от того, насколько хорошо это состояние может поддерживаться. Эксплуатационная готовность напрямую влияет на доход от актива.



# Обзор: APM 4.0 с предиктивными оповещениями и прескриптивными действиями

Ниже приведен краткий обзор APM 4.0 с предиктивной и прескриптивной аналитикой. Во-первых, создается фундамент на основе данных временных рядов, которые консолидируются и централизуются с помощью инструмента для работы с историческими данными. Во-вторых, предиктивная аналитика использует такие данные для создания значимых показателей и оповещений, которые прогнозируют риски или неоптимальную производительность активов.

В-третьих, каждое оповещение должно содержать заранее определенные прескриптивные действия. После срабатывания уведомления эти действия позволяют сотруднику управлять уведомлениями и решить проблему до того, как отказ актива начнет оказывать негативное влияние.



## Данные временного ряда и исторические данные

Машины и их датчики обычно подключаются к платформе, которая обеспечивает эффективное соединение и передачу данных временного ряда в исторические данные. Данные каждого датчика хранятся в отдельном тэге или точке в исторических данных. Как правило, существует три источника тэгов для данных временного ряда.

- **Стандартные датчики управления процессом**  
Это датчики, которые необходимы для автоматизации работы актива. Они помогают убедиться в том, что определенный компонент оборудования работает в желаемом диапазоне. Например, датчик температуры отслеживает, поддерживает ли морозильная камера достаточно холодную среду, чтобы ее содержимое оставалось замороженным.
- **Специальные датчики мониторинга состояния**  
Эти датчики не требуются для автоматизации и контроля работы актива. Вместо этого они собирают данные, дающие представление о работоспособности актива (например, измерение вибрации подшипника).
- **Мобильные инспекционные измерения**  
Это не данные, которые непрерывно фиксируются с помощью датчика, а данные измерения активов, которые фиксирует и вводит в мобильное устройство сотрудник во время инспекционных обходов.

## Прогнозные уведомления

APM 4.0 применяет предиктивную аналитику к данным временного ряда для создания значимых, точных и конкретных показателей и предупреждений, которые позволяют лицам, принимающим решения, влиять на производительность актива до того, как произойдет отказ.

Предиктивная аналитика включает в себя следующие три стратегии создания уведомлений.

### Мониторинг состояния

Эта стратегия требует самой простой реализации. Она подразумевает использование одного или нескольких датчиков, определение значимого показателя как четкой функции входных данных и установку фиксированного порога. Если показатель выходит за установленный порог, это считается признаком проблемы или отказа, после чего срабатывает оповещение. При мониторинге состояния показатель обычно определяется и рассчитывается в исторических данных. Кроме того, большинство систем DCS будут содержать

стандартные оповещения с фиксированным порогом как часть решения для мониторинга и управления.

### Обнаружение аномалий

Для этой стратегии необходим искусственный интеллект или, точнее, технология машинного обучения. Алгоритм изучает набор обучающих данных временного ряда, отражающий «нормальную» работу актива. Затем точность алгоритма проверяется путем запуска его на новом наборе данных, чтобы проверить, может ли он надежно обнаруживать какие-либо аномалии. У этой стратегии два основных преимущества. Во-первых, вам не нужно определять математическую функцию между показателем и датчиками. Во-вторых, она позволяет одновременно отслеживать множество различных датчиков.

### Прогнозирование отказа

Конечная цель предиктивной и прескриптивной аналитики — точное и надежное прогнозирование конкретных отказов. Ведь она обеспечивает точность подготовки (например, наличие запасных частей) и высокую скорость принятия последующих мер для решения проблемы. Иногда эта цель может быть достигнута с помощью мониторинга фиксированных пороговых значений датчиков (например, разности давлений на фильтре, которая указывает на засорение фильтра), но для большинства отказов эта цель требует более продвинутого подхода. Все зависит от типа отказа и от технической возможности его измерить, смоделировать и спрогнозировать.

Этот продвинутый метод дополняет алгоритм машинного обучения, используемого для обнаружения аномалий. Он привносит принципы инжиниринга и систему экспертных правил, которая контролирует несколько датчиков и отслеживает их относительное поведение. Он также определяет правила и условия, указывающие на диагностику конкретной неисправности. В идеале такая диагностика позволяет прогнозировать конкретный отказ. Однако с текущими датчиками, которые доступны в полевых условиях (чаще всего это стандартные датчики управления процессом) не всегда возможно создавать такие конкретные оповещения. В этом случае вы пытаетесь извлечь из датчиков максимум пользы.

Оповещение указывает на несколько потенциальных причин проблемы и требует продуманной последовательности диагностических действий (DA), чтобы сначала точно определить отказ, а уже затем санкционировать и выполнить ремонт или упреждающее действие по техобслуживанию (MA).



Прескриптивные диагностические действия аналогичны походу к врачу.

У врача есть средства для измерения вашей температуры и анализа крови или проведения визуального осмотра, который можно автоматизировать с помощью распознавания изображений. Но в некоторых случаях врач также прибегает к методам, которые не являются обязательными для постановки диагноза: например, задает вопросы о недавних поездках за границу, прежде чем отправить вашу кровь для анализа на малярию. Разумеется, вам хотелось бы наиболее точно знать причину и источник вашего недуга, прежде чем позволять кому-либо оперировать вас.

Следует отметить, что точные прогнозы могут быть сделаны только на основе количества и качества доступных данных, а эта возможность связана с ограничениями технологии датчиков. По мере совершенствования датчиков возможности прогнозирования отказа также будут расширяться.

## Управление оповещениями

Системы, которые занимаются мониторингом, прогнозируют и создают оповещения, чтобы помочь вам оптимизировать эффективность активов, — это отличная идея. Однако у вас должна быть возможность действовать в соответствии с этими оповещениями.

При отсутствии эффективного управления оповещениями вы можете столкнуться с одной из следующих проблем.

- **Отказ актива** Произойдет спрогнозированный отказ, который приведет к выходу актива из строя. Это означает, что вы не можете реагировать на все прогнозные оповещения и выполнять прескриптивные действия, чтобы диагностировать и устранить отказ до его возникновения.
- **Игнорирование предупреждений** Если вашим сотрудникам не хватает времени и ресурсов для эффективного реагирования на все возникающие оповещения, они могут просто игнорировать и отменять их (особенно те, которые считаются низкоприоритетными). Со временем это приведет к нечувствительности к оповещениям, что окажет серьезное влияние на безопасность и производительность активов.
- **Незапланированные расходы на мониторинг предупреждений** Неэффективные инструменты управления оповещениями вызовут ненужные накладные расходы, поскольку сотрудники будут непродуктивно тратить время на обсуждение того, что нужно сделать, вместо того, чтобы сосредоточиться на решении проблем.
- **Уменьшение выгоды от реализации предиктивной аналитики** Неспособность быстро реагировать на оповещения в первую очередь приведет к потере преимуществ от внедрения технологии APM 4.0.

### Прескриптивная аналитика для предиктивных оповещений

Всеобъемлющая система APM 4.0 позволяет оперативно принимать решения по расстановке приоритетов и планированию уведомлений, чтобы вы могли подготовить задачи и обеспечить наличие запасных частей. Добавив к предиктивным оповещениям прескриптивную аналитику, вы воспользуетесь максимальными преимуществами APM 4.0 и сможете успешно выполнять действия, повышающие эффективность активов.

Для этого каждое инициируемое оповещение должно быть связано с прескриптивными действиями, которые состоят из четырех атрибутов.

- **Критичность** Каково финансовое воздействие прогнозируемого отказа? Воздействие — совокупный эффект в случае наступления прогнозируемого отказа, как это определено в терминах финансовых потерь. Важно отметить, что в данном отношении воздействие — это только фактор эффекта, а не фактор риска, который включает элемент вероятности.
- **Срочность** Сколько у вас есть времени? Срочность — это надежное прогнозирование того, когда возникнет отказ после срабатывания уведомления. Традиционно в области мониторинга состояния это называется «интервалом PF», где «P» обозначает «потенциальный» (potential), а «F» обозначает «отказ» (failure). Этот атрибут присущ механизму прогнозируемого отказа.
- **Действие** Какое действие вы предпримете? Этот атрибут определяет вашу способность подготовиться к сработавшему оповещению и среагировать на него. Он определяет задачи, которые вам нужно выполнить, и включает в себя необходимые навыки, инструменты, разрешения, рабочие инструкции, а также средства блокировки / маркировки (например, LOTO).

- **Управление запчастями** Наличие подходящей детали определяет, можно ли избежать предполагаемого отказа до его возникновения. Будет крайне неприятно, если вы спрогнозировали отказ, но не смогли вовремя пополнить запас необходимых деталей на складе, чтобы решить проблему.

## Задачи внедрения APM 4.0: сравнение подходов к АРМ на основе событий и на основе планов

APM 4.0 с прогнозной и предписывающей аналитикой инициирует оповещения, которые создают события. Эти события распределяются по приоритетам, планируются, а затем выполняются действия по устранению отказа, вызвавшего срабатывание уведомления. Это резко контрастирует с традиционным подходом к АРМ, в котором используются стратегии техобслуживания активов на основе времени (TBM) и на основе использования (UBM). В традиционных стратегиях TBM и UBM действия можно планировать. TBM определяет фиксированный интервал или цикл, который устанавливает, когда именно должны выполняться действия по техническому обслуживанию. Между тем, в UBM используется счетчик для измерения интенсивности использования (например, машинных часов, пропускной способности в тоннах) и определяются фиксированные интервалы.

Преимущество традиционного подхода к АРМ на основе планов заключается в том, что события можно планировать и готовить заранее. Могут быть согласованы бюджеты и контракты, объем работ может быть фиксированным, а запасные части могут приобретаться точно в срок. Благодаря стратегиям прогнозирования активов на основе событий в АРМ 4.0 требования к рабочим часам и запасным частям отличаются и должны быть оценены заранее.

Для прогнозных уведомлений и предписывающих действий с задачами, основанными на событиях, требуется реализация подхода «пит-стоп», а для его успешного выполнения необходимо следующее:

- тщательная подготовка задач и доступность запасных частей в исполнительных системах АРМ (например, в корпоративной системе управления активами, или EAM, и компьютеризированной системе управления техническим обслуживанием, или CMMS);
- гибкость, адаптивность и дисциплина;
- высокий уровень зрелости исполнения в процессах и организации;
- расширенные инструменты для приоритизации, планирования и отслеживания уведомлений, обращений и заказов на выполнение работ.

## Оптимизация стратегии актива

Предиктивная и прескриптивная аналитика предлагает множество возможностей для улучшения управления эффективностью активов. Однако важно оставаться реалистами в своих ожиданиях.

Не все виды отказов можно или нужно предотвращать с помощью предиктивных стратегий. Иногда в силу технических, финансовых или организационных причин невозможно реализовать стратегии прогнозирования для всех видов отказов. Затраты на стратегию должны соответствовать снижаемому риску. Риск зависит от эффекта, который может быть вызван отказом актива, который, в свою очередь, зависит от функции актива и контекста местоположения актива в производственном процессе.

Структурированный метод определения оптимальной стратегии для каждого контекста и отказа называется оптимизацией стратегии актива (Asset Strategy Optimization, ASO). В брошюре «Почему одной предиктивной аналитики недостаточно для успешного управления активами» мы подробно рассмотрим все эти стратегии и объясним, как их оптимизировать и эффективно развертывать, используя концепции классов активов (Asset Classes) и библиотеки стратегий активов (Asset Strategy Library).

Важно отметить, что возможности прескриптивной аналитики применимы ко всем типам стратегий в отношении активов. Важно обладать информацией о критичности, срочности, действиях и наличии запасных частей, связанных с каждым отказом, независимо от того, является ли стратегия для данного актива плановой, прогнозной или корректирующей.

Следует также отметить, что одна отдельно взятая стратегия не всегда лучше другой. Все зависит от контекста. Для ваших критически важных активов потребуются предиктивные уведомления. Если это технически возможно, вы, вероятно, захотите извлечь максимум пользы из своих ресурсов для прогнозирования сбоев. Для других активов может оказаться приемлемой стратегия эксплуатации до отказа, особенно если она сочетается с агрессивной стратегией в отношении запасных частей, сводящей к минимуму время простоя из-за поломки.

Предиктивное управление эффективностью активов требует подхода «пит-стоп» для выполнения задач в пределах PF-интервала уведомления.

# Заключение

Благодаря предиктивным оповещениям и прескриптивной аналитике в APM 4.0 стало возможным проактивное управление активами: снижение затрат, сокращение незапланированных простоев, оптимизация использования рабочей силы и производительности оборудования.

С помощью предиктивных оповещений и прескриптивной аналитики компании могут реализовать превентивные стратегии, чтобы избежать незапланированных простоев своих наиболее важных активов, а также решить, какая превентивная или корректирующая стратегия лучше всего подходит для оборудования второстепенной важности.

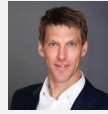
Некоторые компании близки к достижению стратегии APM 4.0.

Другие могут быть не совсем уверены, с чего следует начать внедрение.

Пройдите бесплатную 15-минутную оценку и сравнение с конкурентами, чтобы точно знать, в каком направлении вести разработку вашей стратегии APM:

<https://sw.aveva.com/campaigns/apm-maturity-assessment>

## Об авторе



### Вернер Мейер (Werner Meyer)

Вернер Мейер – приверженец технологических трансформаций и инноваций. Но трансформации и инновации никогда не были

его конечной целью. Скорее, они служат для него средством качественного наращивания эффективности. Сегодня Вернер Мейер отвечает за развитие инициативы AVEVA по предиктивной и прескриптивной аналитике и является частью команды по реализации APM стратегии. Уже 23 года он помогает владельцам активов достигать значимых результатов в таких областях, как оптимизация операций и цепочек поставок, инвестиции, проектирование, поставки и строительство, управление эффективностью активов. Он опытный эксперт по внедрению проектирования, эксплуатации, обслуживания и наращивания эффективности на протяжении всего жизненного цикла активов и реализации того колоссального потенциала, который может дать стратегия APM 4.0. Вернер уверен, что успешные технологические решения предусматривают полное вовлечение сотрудников на всех уровнях организации.

Дополнительная информация о портфолио решений AVEVA APM представлена на сайте:  
[aveva.com/asset-performance](https://aveva.com/asset-performance)

Золотой

Партнер Microsoft



AVEVA

© AVEVA Group plc и ее дочерние компании, 2020. Все права защищены.  
AVEVA и логотип AVEVA являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками AVEVA Group plc в США и других странах.  
Все названия продукции, упомянутые в настоящей публикации, являются товарными знаками соответствующих владельцев.