



Самооптимизирующееся предприятие:  
новая эра Умного предприятия,  
основанная на промышленном ИИ

Антонио Пьетри, президент и генеральный директор  
компании *Aspen Technology, Inc.*

AI





## Введение

По мере того, как мы привыкаем к «новой реальности» масштабной волатильности, неопределенности, сложности и неоднозначности (ВНСН), компании по всему миру признают необходимость более устойчивого, гибкого и оперативного управления активами и цепочками создания добавленной стоимости, для возможности реагирования на меняющиеся условия на рынке. В этой связи цифровизация промышленных объектов приобретает критическую важность на самых высоких уровнях организаций. Она представляет собой путь к достижению максимального уровня безопасности, устойчивости и прибыльности.

В частности, чтобы преуспеть в текущих условиях, необходимо развитие автономных и полуавтономных процессов, дополняемых передовыми достижениями в области искусственного интеллекта (ИИ). Подобная трансформация стремительными темпами становится возможной для ресурсоемких компаний.

Системы автоматизации замкнутого контура, дополняемые различными системами онлайн-мониторинга, анализа и прогнозирования, становятся все более распространенными и эффективными. Все они должны работать в связке друг с другом для того, чтобы обеспечить работу на пределе технологических ограничений и быстро реагировать на сбои. Ключом к этому является появление технологии, сочетающей аналитическую обработку данных, которую осуществляет ИИ, с отраслевыми моделями первых принципов и экспертными знаниями, что будет способствовать достижению бизнес целей и проложит путь к созданию **Самооптимизирующихся предприятий**.

В текущих экстремальных условиях волатильности, неопределённости, сложности и неоднозначности (ВНСН), организации ищут способы повысить конкурентоспособность посредством более тесной связи между структурными подразделениями, оптимизируя все более сложные активы для достижения нескольких целей одновременно и предоставляя работникам возможность принимать обоснованные и стратегические решения. Самооптимизирующееся предприятие обеспечит подобные возможности, что позволит компаниям достичь устойчивой производственной эффективности даже в неблагоприятной рыночной конъюнктуре.

Каждый шаг на пути к автоматизации будет создавать дополнительную ценность, так как компании рассматривают данную технологию для удовлетворения конкретных производственных потребностей на этапе эксплуатации. К примеру, компании, внедрившие методы прогнозной аналитики с использованием искусственного интеллекта на сотнях активов и множестве площадок, уже получают прибыль и окупают соответствующие инвестиции всего за несколько месяцев. Кроме того, ряд компаний синхронизируют динамическую оптимизацию в замкнутом цикле с усовершенствованным управлением технологическими процессами нескольких установок, что позволяет получить миллионы долларов маржинальной прибыли.



Ниже описаны преимущества создания Самооптимизирующегося предприятия:

- **Большая гибкость для успешной деятельности в экстремальных условиях** волатильности, неопределённости, сложности и неоднозначности (ВНСН). Компании получают возможность удовлетворять изменяющиеся требования клиентов к продукции, обеспечить более высокое качество выпускаемой продукции, реагировать на важные изменения в цепочках поставок, оперативно удовлетворять производственные запросы и обеспечивать прозрачность статуса заказа. Они также получают возможность быстро оптимизировать производство для различных условий ведения бизнеса.
- **Технология, позволяющая сформировать рабочую силу следующего поколения.** Демократизация информации позволит работникам принимать оптимальные решения и быстрее повышать квалификацию. Это также позволит сотрудникам, работающим удаленно, беспрепятственно выполнять свои задачи.
- **Способность достигать целей в области безопасности и устойчивого развития.** Так как работники должны работать в максимально безопасных условиях, самооптимизирующееся предприятие способно существенно повысить безопасность рабочих условий и перепрофилировать задачи персонала на производстве или в цеху. Более того, это поможет компаниям избегать выбросов парниковых газов, связанных с переоями технологических процессов или незапланированными остановками и пусками для снижения производства и объемов выбросов CO<sub>2</sub>.
- **На пути к более высоким финансовым показателям.** Достижение

новых уровней производственной эффективности поможет компаниям в перерабатывающих и других отраслях найти и открыть для себя новые и ранее неиспользованные области для повышения маржинальности и достижения максимальной надежности даже в период уменьшения спроса.

«Промышленный ИИ» позволяет воплотить в жизнь синхронизацию первых принципов инженерных дисциплин (физика, химия и математика) с возможностями искусственного интеллекта и знаниями в области передовых программных решений. Данная гибридная технология предназначена исключительно для обеспечения комплексных бизнес-результатов для конкретных потребностей капиталоемких отраслей промышленности, которая позволит ускорить трансформацию компаний по всему миру.

Самооптимизирующееся предприятие - это важный шаг на пути цифровизации ведущих компаний в данной отрасли. Это самый сильный инструмент, доступный компаниям для извлечения большей ценности из своих производственных активов путем повышения их безопасности, конкурентоспособности, гибкости и прибыльности независимо от внешних условий.





## Самооптимизирующееся предприятие: определение

Самооптимизирующееся предприятие - это самоадаптирующийся, самообучающийся и самоподдерживающийся комплекс программных технологий, которые работают в совокупности для прогнозирования будущих условий и принятия соответствующих решений и коррекции производственных операций на предприятии.

Предприятие добивается этого благодаря повсеместному доступу в реальном времени к данным и информации, сочетая инженерные основы и искусственный интеллект, а также использование знаний для оптимизации на нескольких уровнях, предоставления рекомендаций и безопасной автоматизации действий в замкнутом контуре обратной связи.

- **Самообучающиеся предприятия** используют данные и всю доступную информацию в целях обучения и повышения точности и контура предиктивной аналитики.
- **Самоадаптирующиеся предприятия** реагируют в режиме реального времени на изменяющиеся условия, внося коррективы для достижения поставленных целей.
- **Самоподдерживающиеся предприятия** обнаруживают аномалии поведения и инициируют необходимые шаги для увеличения доступности активов.

AI



## На пути к Умному Заводу: реализация Самооптимизирующегося предприятия

Для того, чтобы положить начало созданию Самооптимизирующегося предприятия, многие компании стремятся расширить и интегрировать существующие бизнес-процессы с целью сокращения расхождения между плановыми и фактическими показателями. В частности, они стремятся выполнять свои экономические задачи более эффективно и быстро, тем самым повышая маржинальность производства.

Это означает, что ключевые функции, такие как объемное и календарное планирование, могут быть интегрированными и согласованными с системами автоматизации замкнутого контура, такими, как усовершенствованное управление технологическим процессом (АРС) и динамическая оптимизация, на чем сосредоточено следующее поколение решений по оптимизации производства. Интеграция результатов технологического моделирования, управления надежностью активов и цепочек поставок предоставляет компаниям целостное видение, которое необходимо для достижения более высоких уровней показателей эффективности и наилучших результатов деятельности.

Ведущие организации уже начали изучать подход к оптимизации производства с использованием промышленного ИИ, так как они признают, что переход на более автономное производство потребует последовательного внедрения в течение продолжительного времени.

Представьте путь развития, в котором процессы объемного и календарного планирования являются полуавтономными, а в конечном счете, становятся автономными. Это некая ускоренная версия многомерной трансформации управления процессами за последние 30 лет и трансформации, происходящей сегодня с беспилотными автомобилями. Роль специалистов по объемному и календарному планированию продолжит расти и будет включать в себя стратегический анализ и принятие решений вместо ручного процесса планирования и .

**Тем не менее, переход к автономному производству, скорее всего, произойдет более быстро и стремительно, нежели другие достижения в области цифровизации, которые мы видели ранее.** Функции автоматизированного принятия решений и принятия решений человеком с течением времени будут меняться, а знания, накапливаемые на предприятии, а также действия персонала, будут использоваться для достижения нового уровня интеллектуальной обработки и автоматизации.

Представьте себе, что сама система могла бы «учиться» на том, что произошло в прошлом, чтобы предсказать, что произойдет в будущем, и, что более важно, понимать, какие действия будут необходимы




и каковы будут результаты этих действий. Все это уже стало реальностью в решениях по управлению эффективностью и надежностью активов. Растущая интеграция технологий позволит «агентам» ИИ одного и того же типа охватывать области инжиниринга и эксплуатации и контролировать их работу, что позволит получать еще более глубокие знания по всему предприятию.

А теперь представьте себе решения, которые можно принять при наличии более широкого доступа к точным данным и информации в режиме реального времени из всех структурных подразделений. Это позволит предприятию адаптироваться к более высокому уровню автоматизации, а контроль со стороны персонала будет использоваться только по мере необходимости. Это изменение не только откроет возможности для достижения новых уровней безопасности, надежности и финансовых показателей, но также позволит новому поколению работников, привыкшим работать с цифровыми технологиями, возглавить трансформацию своих предприятий.

Для достижения такого уровня автоматизации, Самооптимизирующееся предприятие должно полагаться на передовые технологии, использующие:

- **Искусственный интеллект и методы анализа данных** для создания более интеллектуальных систем, мгновенно использующих данные со всего предприятия для реагирования на изменяющиеся условия и события
- **Передовые функциональные парадигмы**, включая дополненную реальность и визуализацию данных, для демократизации искусственного интеллекта и создания интеллектуальных приложений, адаптированных к конкретным условиям работы персонала, при этом не требуя знаний о теории и методах анализа данных
- **Координация передовых моделей**, сочетающих в себе искусственный интеллект с первыми принципами физики и химии, чтобы обеспечить всестороннее и точное представление о производстве и обеспечить точность и надежность контуров оптимизации
- **Высокопроизводительные вычисления** для применения сложных моделей, доступа ко всем актуальным данным, получения информации о производственных целях и ограничениях, а также быстрого отображения текущего состояния и будущих прогнозов
- **Встроенные в передовые системы моделирования десятилетия знаний в предметной области** обеспечивают поддержку искусственного интеллекта и технологий, основанных на данных, тем самым гарантируя постоянную безопасную работу предприятия, достижение желаемых показателей, информирование персонала в случае необходимости принятия комплексных решений, и достижение оптимального качества продукции, производительности и устойчивости результатов





В случае эффективной интеграции эксплуатационных технологий предприятия, контуры обратной связи в реальном времени будут информировать производство о возможностях улучшения производительности в дополнение к повышению надежности работы предприятия и возможностям самосовершенствования системы в области безопасности, устойчивости и производительности. Возможно непрерывное отслеживание производительности и работоспособности активов, а также их одновременная оптимизация в отличие от оптимизации отдельных контуров.

**При наличии таких возможностей компании смогут не только увеличить время непрерывной эксплуатации предприятия, но также и максимально повысить безопасность работы персонала и минимизировать выбросы парниковых газов, избегая перебоев технологических процессов или незапланированных остановов, в результате которых увеличиваются выбросы.** Интеграция технологий представляет собой способ одновременной оптимизации экономики и ведения технологических процессов, что делает предприятия более безопасными, экологичными, надежными и прибыльными.

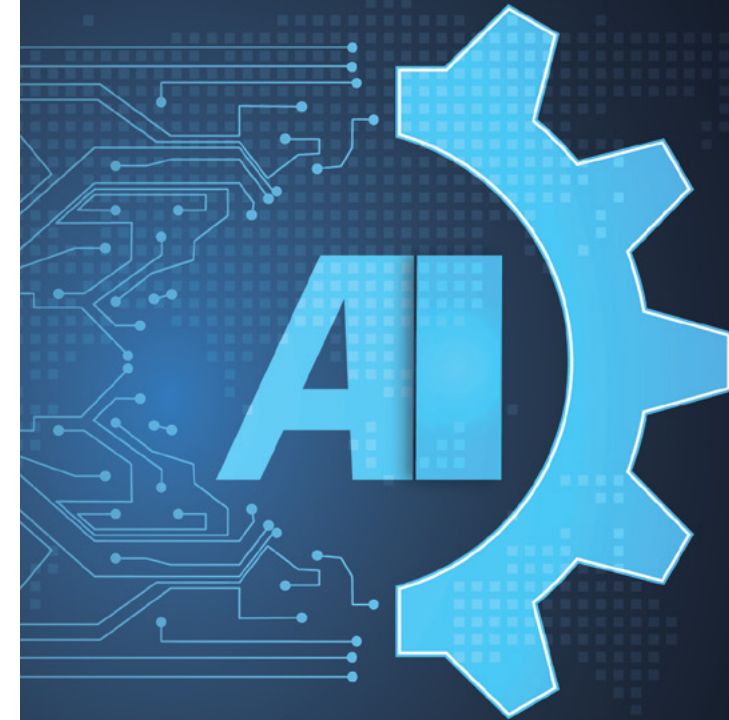
## Технология: какие возможности обеспечат стремительное развитие Самооптимизирующихся предприятий?

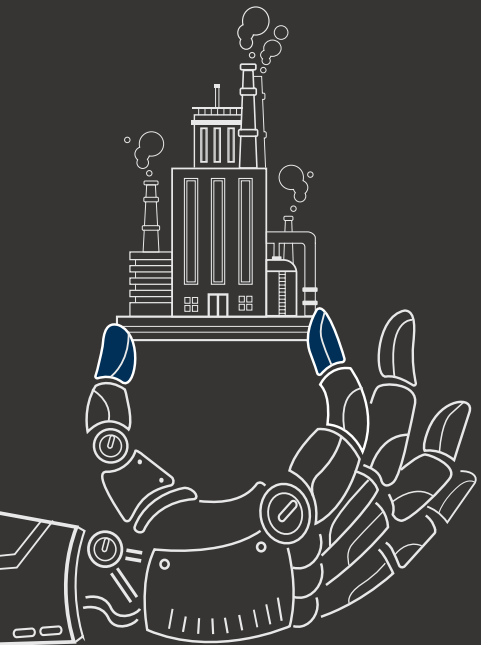
Самооптимизирующиеся предприятия когда-то казались недостижимой целью, но последние достижения в области технологий делают их реальностью. Ниже представлены компоненты и возможности, которые компании могут начать внедрять для создания промышленного объекта будущего:

- **Объемное и календарное планирование** в замкнутом контуре тесно объединяет усовершенствованное управление технологическими процессами, оптимизацию цепочек технологических процессов, а также объемное и календарное планирование. Интеграция технологий с применением многопользовательских рабочих процессов позволяет автономно синхронизировать объемные планы, календарные план-графики, исполнение, оптимизацию и контроль производства с целью минимизации расхождения между фактическими и плановыми показателями.
- **Мониторинг ведения процессов** трансформируется в набор онлайн - моделей (первые принципы, ИИ и гибридные модели), которые контролируют желаемые производственные показатели и ключевые показатели эффективности. Данный набор моделей представит текущее состояние производственных процессов в режиме онлайн 24x7 и предложит корректировки на основе работоспособности и эффективности промышленной технологии ИИ.



- **Мониторинг работоспособности активов** использует предписывающую аналитику на основе промышленного ИИ для отслеживания производительности оборудования и прогнозирования поломок, чтобы компании могли максимизировать время безотказной работы и обеспечить безопасную эксплуатацию. Данные и анализ в режиме реального времени в формате обратной связи могут передаваться в различные системы, что позволяет быстро и эффективно реагировать на неожиданные изменения (например, сбои или погодные явления).
- **Технологии персонального развития**, такие как когнитивное управление для принятия решений и интерактивное обучение операторов, могут дать персоналу возможность в полной мере использовать технологии оптимизации производства, чтобы обеспечить предприятию стратегическое преимущество. Работники умственного труда получают поддержку с помощью управляемых рабочих процессов и непосредственного доступа к знаниям, накопленным на предприятии, и новым знаниям для ускорения получения дополнительного опыта.
- Технология **Digital Twin** (Цифровой двойник) использует данные в режиме реального времени для создания расширяемого цифрового профиля исторического, текущего и будущего поведения определенного актива или процесса. Персонал, работающий с данной системой, получает четкое представление о текущем ведении процесса, получает возможность оптимизировать технологический процесс, прогнозировать производительность того или иного актива, а также получает целостное видение о том, как достичь наиболее высокой производительности.
- **Унификация моделей** позволяет обмениваться ключевыми мастер-данными и компонентами моделей в различных сферах для максимизации синергии по всей организации, объединяя задачи обособленных структурных подразделений, таких, как инжиниринг, эксплуатация, цепочка поставок и управление надежностью и оптимизируя развертывание различных приложений и их поддержку.
- **Передовые решения по моделированию** позволяют инженерам оперативно создавать модели для оптимизации работы различных установок онлайн и офлайн в одной единой среде.
- **Визуализация данных** поможет создать совместную, адаптируемую рабочую среду нового поколения, которая позволит организации быстро адаптировать свою деятельность к новым рыночным условиям, экологической устойчивости и бизнес-целям.





## Ценность, создаваемая промышленным ИИ, растет

Недавний отчет о рынке промышленного ИИ на период 2020-2025 гг., составленный «IoT Analytics» выявил в общей сложности **33 различных вариантов применения для промышленных предприятий**, использующих инструменты и методы ИИ. В соответствии с исследованием, глобальный объем промышленного рынка ИИ достигнет **\$72,5 млрд. долл. США к 2025 году**. Для сравнения, данная цифра в 2018 году чуть превышала \$11 млрд. долл. США.

Ниже представлены бизнес-инициативы, на которые может положительно повлиять создание Самооптимизирующегося предприятия:

- **Оптимизация энергопотребления**  
(включая решение проблемы выбросов парниковых газов)
- **Отчетность и соблюдение требований**  
(повышение прозрачности, а также наглядность показателей устойчивой производительности)
- **Инновации** (НИОКР, масштабирование и внедрение различных рабочих процессов)
- **Интеллектуальная рабочая сила** (когнитивное управление, дополненная реальность и тренажеры)
- **Производительность и эксплуатационные качества**
- **Качество продукции**
- **Qualidade do produto**

## Заключение

Самооптимизирующееся предприятие обеспечит скорость, оперативность, безопасность, устойчивость и новые возможности для развития персонала, необходимые компаниям для сохранения конкурентоспособности в ближайшие годы.

Предприятие будущего будет интегрировано с корпоративной цепочкой создания добавленной стоимости в рамках более масштабного «умного предприятия». Технология оптимизации цепочки создания добавленной стоимости, основанная на промышленном ИИ, обеспечит тесную интеграцию между несколькими Самооптимизирующимися предприятиями и приведет к ряду ключевых достижений:

- **Двустороннее взаимодействие** между предприятием и управляющими компаниями для своевременной реализации перспективных направлений деятельности и преодоления ограничений
- **Тесная интеграция** Самооптимизирующегося предприятия с системами цепочки создания добавленной стоимости и базами корпоративных данных
- **Выстроенный процесс синхронизации задач** на уровень Самооптимизирующихся предприятий, а также обратная связь и отчетность о производстве, устойчивости, безопасности и экономическом состоянии, представляемая управляющим компаниям через корпоративные системы
- **Автономное управление и взаимодействие** между системами промышленного ИИ в цепочке создания добавленной стоимости и на Самооптимизирующихся предприятиях

Благодарю выстроенному процессу синхронизации Самооптимизирующиеся предприятия смогут функционировать в соответствии с экономическими целями всего Умного предприятия и позволят компаниям:

- **Предоставить возможность следующему поколению работников** сосредоточиться на видах деятельности, имеющих более высокую ценность, постепенно переучиваться и уходить от трудоемких непроизводительных областей и опасных производств
- **Управлять безопасностью и надежностью** путем прогнозирования снижения работоспособности и отказов в будущем и устранения причин подобных событий
- **Максимизировать эффективность и производительность**, обеспечивая работу активов на пределе технологических ограничений и оптимизируя использование всей цепочки создания добавленной стоимости
- **Достигать целей устойчивого экологического развития** путем сокращения потребления энергии, оптимизации повторного использования ресурсов и материалов, предотвращения выбросов парниковых газов и максимального использования возобновляемых источников топлива
- **Оперативно реагировать с целью** изучения новых рынков и новых бизнес-моделей

Именно таким образом организации смогут выдержать проверку временем благодаря эффективным, интегрированным и интеллектуальным технологиям, которые позволят им достичь самооптимизации и добиться максимальной эффективности производства в экстремальных условиях волатильности, неопределённости, сложности и неоднозначности (ВНСН), независимо от рыночной конъюнктуры.

### О компании Aspen Technology

Aspen Technology (AspenTech) - ведущий поставщик программного обеспечения для оптимизации производительности активов. Наши продукты разработаны для использования в сложных промышленных средах, где важную роль играет оптимизация проектирования, эксплуатации и обслуживания производственных активов. AspenTech уникально сочетает десятилетия опыта в области моделирования производственных процессов с технологиями машинного обучения. Наша цель - создание программной платформы для автоматизации работы с производственными данными и обеспечение устойчивого конкурентного преимущества, сохраняя высокую доходность на протяжении всего жизненного цикла производственного актива. Как следствие, предприятия капиталоемких отраслей промышленности могут максимально увеличить время безотказной работы оборудования и расширить границы производительности, эксплуатируя свои активы безопаснее, экологичнее, дольше и быстрее. Чтобы узнать больше, посетите сайт [AspenTech.com](https://www.aspentech.com)

