



СТЕПЕНЬ
СВОБОДЫ
Р Б Т

Внедрение коллаборативных роботов на производстве

Част 3: Расширение возможностей робототехники

к.т.н. Карлов Кирилл Рудольфович

Бережливая робототехника: упрощение внедрения роботизированных ячеек

Что такое бережливая робототехника и для чего нужны роботы?

Если вы спросите экспертов в робототехнике, могут ли роботы работать на вашем предприятии, ответом, который вы получите, вероятно, будет неуверенное "Это зависит". Это зависит от вашего завода, вашей команды, какого робота вы выберете, что вы хотите, чтобы он должен делать... и от многого другого.

Итак, если вы впервые хотите использовать роботов, с чего вы можете начать? Как перейти от вашей первоначальной идеи к продуктивному, работающему роботу? И если у вас за плечами уже есть несколько внедрений робототехники, как вы можете расширить масштабы своих усилий по внедрению на нескольких заводах?

Ответы можно найти в концепции бережливой робототехники: методология упрощения развертывания роботизированных ячеек. Бережливая робототехника - это систематический способ создания роботизированных ячеек, от проектирования до интеграции и эксплуатации. Это позволит вашей команде внедрять роботов быстрее и эффективнее, чем когда-либо прежде.

Бережливая робототехника делит развертывание роботизированных ячеек на три этапа: проектирование, интеграция и эксплуатация.

Роботы могут стать эффективным инструментом для повышения производительности и качества продукции на вашем предприятии. Однако внедрение робототехники требует тщательного планирования и подготовки.

Подготовка к внедрению робототехники начинается с определения объема проекта, привлечения команды и представления проекта руководству и сотрудникам. Важно иметь четкое представление о том, что именно нужно автоматизировать, и заручиться поддержкой компании и команды энтузиастов, которые возглавят внедрение роботизированных комплексов.

Введение

На основании нашего опыта можем отметить, что после внедрения первого робота предприятия часто стремятся к дальнейшему расширению робототехнических систем. Если вы уже запустили первого робота, то, вероятно, находитесь на этапе планирования следующего шага.

Данное пособие является третьим в серии материалов, посвящённых внедрению коллаборативных роботов на производстве. Цель этой серии — предоставить необходимую информацию и рекомендации для быстрого и эффективного запуска роботов, предназначенных для совместной работы с человеком (коботов).

Структура серии пособий:

1. Запуск первого проекта: в первом пособии были рассмотрены методы настройки робототехнического проекта для обеспечения успеха с самого начала.
2. Покупка робота: во втором пособии были представлены рекомендации по выбору кобота и проектированию производственной ячейки.
3. Расширение возможностей робототехники: в данном пособии будут рассмотрены стратегии развития успешного первого проекта и дальнейшего развития бизнеса. Также будут представлены рекомендации, основанные на опыте наших клиентов, по оптимизации последующих внедрений роботов.

Давайте начнем!!!

Масштабирование использования роботов: от одного до десяти

Существуют два основных метода для расширения применения робототехники на производстве:

1. Репликация первоначальной производственной ячейки.
2. Поиск новых областей применения роботов в бизнесе.

Оба метода имеют право на существование, и выбор между ними зависит от целей, которые вы ставите перед собой при внедрении последующих роботов. Ключевой вопрос заключается в следующем: намерены ли вы воспроизводить один и тот же проект автоматизации или искать новые возможности для применения роботов?

Хотя репликация существующей производственной ячейки является более простым решением, необходимо учитывать потенциальные преимущества, которые могут быть получены при реализации новых проектов автоматизации.

Два предприятия применили различные стратегии для расширения успешного использования своих первых роботов.

Руководитель производства 1го предприятия принял решение о расширении применения робототехники, добавив идентичного робота для обслуживания всех станков с числовым программным управлением (ЧПУ) в компании. Его подход заключался в том, чтобы при покупке нового станка одновременно заказывать робота для его обслуживания. Интеграция прошла быстро, поскольку ячейки уже были спроектированы. В результате каждый работник теперь может обслуживать восемь машин, что является значительным прогрессом по сравнению с тремя машинами до внедрения роботов.

Начав с одного станка и одного робота, директор по производству 2го предприятия после первого успешного опыта добавил ещё три робота на остальные станки с ЧПУ. Позже, когда команда полностью осознала возможности робота, они внедрили четвёртое приложение для лазерной маркировки. Кроме того, они начали искать новые способы применения роботов, например, для повышения стабильности производственных процессов.

«Первый робот на нашем заводе» был для нас действительно только первым шагом. Существует множество других возможностей для автоматизации различных задач, будь то извлечение деталей, их очистка, проверка качества или упаковка и отгрузка. Мы действительно рады начать использовать робототехнику для множества различных задач ».

Как использовать опыт, полученный при работе с первым роботом

Может показаться заманчивым сразу приступить к разработке новой роботизированной ячейки, как только у вас появится новая идея. Однако это не оптимальный способ начать. Прежде всего, стоит проанализировать своё первое приложение:

- Какие выводы можно сделать на основе первого развёртывания?
- Что можно было бы улучшить?
- Какие данные можно было бы собрать из ячейки для помощи в следующем проекте?

Учитывая полученные уроки, вы можете быть уверены, что следующее внедрение будет не менее успешным, чем предыдущее.

Также стоит оценить рентабельность инвестиций (ROI) вашей первой роботизированной ячейки. Когда вы только начали использовать роботов, было неясно, когда и получите ли вообще отдачу от своих инвестиций. Теперь, имея данные из предыдущего проекта, вы можете более точно спрогнозировать рентабельность будущих проектов. Если вы ещё этого не сделали, рассчитайте ROI для вашей первой ячейки, используя, например, специальный калькулятор рентабельности инвестиций.

!!!

Рентабельность инвестиций зависит от конкретного применения роботов. Один из самых коротких сроков окупаемости роботов был зафиксирован у производителя оборудования для пожаротушения. Они внедрились трёх коллаборативных роботов для обслуживания машин. Особенность их установки заключалась в том, что роботы могли работать автономно в течение 21 часа. Это привело к впечатляющему сроку окупаемости — всего 34 дня.

Часто коллаборативные роботы возвращают инвестиции в течение полугода — года. Однако даже если для достижения рентабельности требуется больше времени, другие преимущества коботов обычно становятся очевидными быстрее.

Каковы были другие преимущества вашей первой ячейки?

Помимо быстрой окупаемости инвестиций, внедрение коллаборативных роботов может принести и другие преимущества. Ваша первая роботизированная ячейка могла способствовать:

- повышению удовлетворённости сотрудников, поскольку их перевели на более интересную и разнообразную работу;
- снижению количества больничных дней из-за уменьшения числа повторяющихся задач, которые могут приводить к нарушениям опорно-двигательного аппарата;
- повышению гибкости производства, так как работники могут переключаться на работу с новыми проблемными участками.

Опишите все дополнительные преимущества и успехи, которые вы заметили после первой интеграции коботов. Хотя их не всегда можно выразить в цифрах, как базовую рентабельность инвестиций, они всё равно оказывают влияние на общий результат вашего бизнеса и в конечном итоге также сказываются на рентабельности инвестиций.

Какие данные можно получить из анализа работы первой роботизированной ячейки?

Данные, полученные при анализе работы первой ячейки, имеют высокую ценность при планировании следующих проектов с использованием коботов. Без достоверной информации невозможно определить, насколько эффективно работает текущая ячейка.

На производстве часто используются ключевые показатели эффективности (KPI), такие как пропускная способность, время выполнения заказа и объём выпускаемой продукции. Однако для измерения эффективности работы ячейки с коботами рекомендуются следующие пять ключевых показателей:

1. количество завершённых циклов;
2. использование;
3. эффективность;
4. время ожидания;
5. отключения.

Подробнее о них можно узнать в нашей дополнительной литературе.

Для контроля за работой мобильной системы можно использовать облачные сервисы, которые автоматически регистрирует все эти показатели.

Какие навыки приобрела ваша команда после первой интеграции?

До первого использования коботов эта технология могла показаться сложной и непривычной. Однако по мере увеличения опыта работы с коботами технология становилась более понятной. Знания, полученные во время первой интеграции, будут полезны при масштабировании.

Если при создании первого кобота вы использовали фреймворк бережливой робототехники и заполнили электронную таблицу «Командные навыки», то сейчас

самое время обновить её или заполнить впервые. Это поможет оценить навыки в вашей команде, способствующие успешному внедрению коботов.

Подумайте, какие навыки ваша команда приобрела при первом внедрении. Если вам показалось, что что-то работало не так гладко, как хотелось бы, сейчас самое подходящее время внести изменения, чтобы упростить себе задачу в будущем.

Как спланировать ваше следующее приложение

После анализа опыта, полученного при работе с предыдущей ячейкой, можно приступить к планированию следующего проекта с использованием коботов. Возможно, вы даже будете планировать несколько ячеек одновременно.

Основные этапы внедрения нового кобота остаются такими же, как и в концепции бережливой робототехники, описанной в первой книге этой серии. Однако есть ещё три аспекта, которые стоит учесть:

1. Наблюдается ли устойчивый рост спроса?

Многие компании инвестируют в автоматизацию, чтобы справиться с увеличением спроса на свою продукцию. Коботы могут быть полезны для этой цели, но важно понимать разницу между временным ростом продаж и постоянным трендом.

Прежде чем масштабировать свою деятельность с помощью коботов, необходимо ответить на вопрос: вероятно ли, что увеличение продаж будет иметь разовый характер или это повторится в будущем? В зависимости от ответа выбор стратегии автоматизации может различаться.

Например, если необходимо автоматизировать процесс для удовлетворения спроса, который возникает раз в шесть месяцев, подход будет одним. Если же прогнозируется устойчивый рост производства в течение следующих четырёх лет, стратегия автоматизации будет другой.

Пример: Компания столкнулся с проблемой. Раз в год ей необходимо было производить около 7000 одинаковых деталей. Директор объяснил, что нанимать сотрудников только на три месяца нецелесообразно с точки зрения затрат, так как к моменту их обучения работа будет почти выполнена. Он решил эту проблему, используя робота для механической обработки в течение 15–20 часов в день. Это позволило удвоить ежедневное производство и удовлетворить спрос.

С другой стороны, если ожидается только временный пик производства, внедрение робота, который будет полезен лишь несколько дней в году, может быть не самой лучшей идеей. Вместо этого целесообразно поддерживать кобота в рабочем состоянии как можно чаще, чтобы получить максимальную отдачу от инвестиций.

Помните, что коботов легко перепрограммировать и повторно развернуть в другом месте. Если у вас регулярный, но нечастый всплеск спроса, вы можете использовать робота для решения других задач в бизнесе, как только повышенный спрос будет удовлетворён.

Для более точного прогноза продаж рекомендуется работать напрямую с торговыми представителями. Спросите их о прогнозах относительно вероятного спроса в ближайшем будущем. Спрос легче предсказать, когда клиенты пользуются вашими услугами в течение длительного времени, поэтому важно выстраивать с ними прочные отношения. Покажите клиентам, как вы увеличиваете производственные мощности для повышения качества, сокращения сроков поставки и снижения цен.

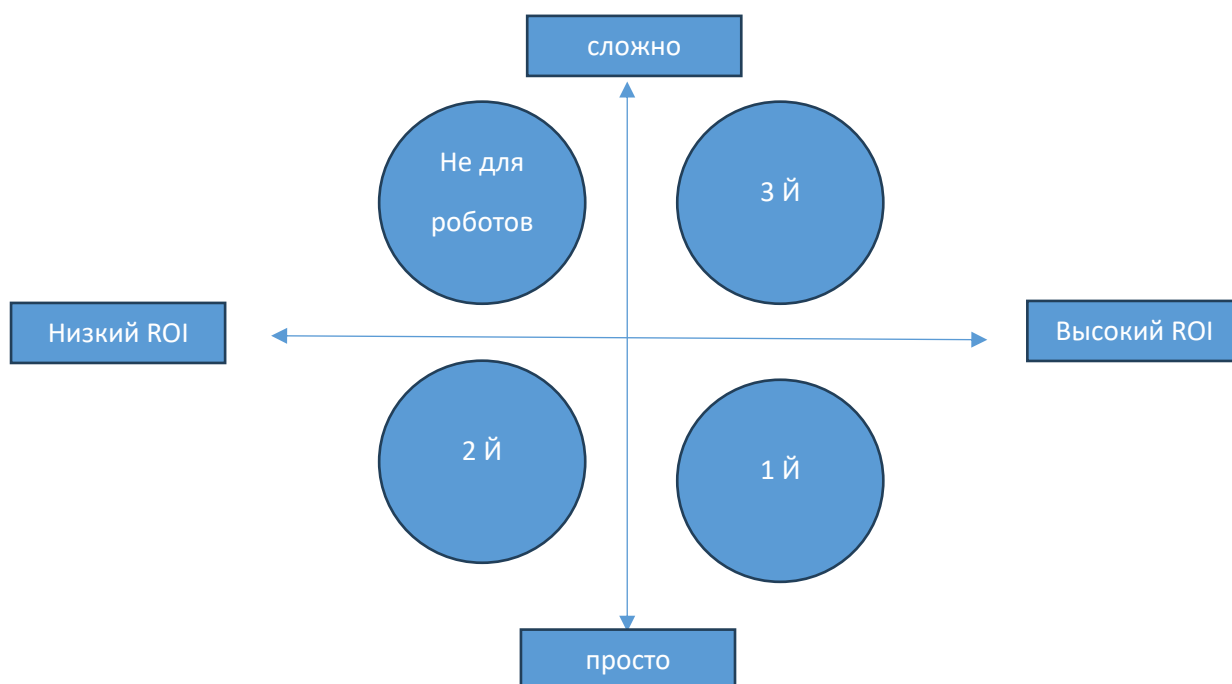
2. Каков баланс между сложностью проекта и получаемыми выгодами?

При выборе проекта для внедрения робота всегда необходимо учитывать компромисс между простотой реализации и рентабельностью инвестиций, а также другими улучшениями.

Вероятно, ваша первая производственная ячейка с роботом была относительно простой в реализации и приносила высокую рентабельность инвестиций. Это рекомендуемый подход для начинающих пользователей роботов. Однако не все задачи будут соответствовать таким требованиям.

Ваше второе, третье и последующие внедрения роботов могут включать более сложные проекты. Они могут иметь более длительный срок окупаемости или оказывать менее заметное влияние на ключевые показатели эффективности вашего бизнеса.

Если вы выбираете между несколькими проектами для внедрения роботов, можно представить их на графике, отображающем сложность реализации и ожидаемые выгоды. Это поможет наглядно сравнить проекты и принять обоснованное решение.



При выборе задачи для второго внедрения робота по возможности следует отдавать предпочтение проектам с более низкой сложностью, как показано на графике. Однако с каждым последующим внедрением можно постепенно увеличивать сложность задач.

3. Какую роль может сыграть ваша команда в процессе выбора нового приложения для робота?

Ваша команда — это главный актив при выборе нового проекта для внедрения кобота. Если вы использовали таблицу «Роли команды и обязанности» при первом внедрении кобота, то уже собрали команду с хорошим опытом работы в этой области.

Проведите совещание с вашей командой и другими сотрудниками, особенно с теми, кто работал бок о бок с роботом с момента его запуска. Попросите их поделиться идеями о том, как сделать следующее внедрение успешным.

Для вашей следующей ячейки может быть полезно привлечь одного или двух новых сотрудников в команду по внедрению кобота. Они получат возможность развить свои навыки и предложить свежий взгляд на процесс развёртывания.

Как достичь непрерывного улучшения

Коботы могут оптимизировать производственные процессы практически сразу после внедрения. Однако возможности для улучшений не заканчиваются на этапе эксплуатации робота. Каждое незначительное усовершенствование, внесённое в работу кобота, потенциально может ещё больше оптимизировать процесс.

Постоянное совершенствование — одно из основных понятий бережливой робототехники. Необходимо всегда быть готовым к небольшим изменениям, которые могут повлиять на эксплуатацию робота.

Независимо от того, выбираете ли вы следующее приложение для кобота или стараетесь улучшить существующее, путь к успеху лежит через постоянное устранение существующих узких мест и повышение эффективности ваших ячеек с коботами.

Устранение узких мест

Как гласит старая пословица, «цепь настолько прочна, насколько прочно её самое слабое звено». То же самое верно и для вашего бизнеса. Узким местом в бизнесе является его самое слабое звено. Выявление и устранение узких мест — ключ к развитию компании.

У каждого бизнеса, от маленького магазина с одним сотрудником до крупнейшей международной компании, есть своё узкое место. Одновременно может существовать только одно самое узкое место, но потенциальных узких мест множество. Чтобы устранить узкое место с помощью вашей следующей ячейки с коботами, задайте себе три важных вопроса:

Где находятся потенциальные узкие места?

Выявите все возможные узкие места в вашем бизнесе, задав вопрос: какие этапы процесса постоянно задерживают выполнение последующих этапов?

Где находится реальное узкое место?

Определить реальное узкое место может быть непросто. Существует множество методов для его обнаружения, включая использование специализированного программного обеспечения. Один из самых простых методов — обратить внимание на места, где регулярно накапливаются запасы незавершённого производства.

Может ли кобот решить эту проблему?

Коботы обладают широкими возможностями, но они не могут устранить все узкие места. Используйте шаги, описанные в первой книге этой серии, чтобы определить, может ли кобот помочь.

Если робот поможет устранить узкое место, вы сможете увидеть значительные улучшения в производстве. Однако это не обязательно означает, что робот должен сам выполнять задачу, связанную с узким местом. Например, если узким местом

является конкретная задача проверки качества, робот может не справиться с ней. Однако, переведя робота на задачу упаковки, не связанную с добавленной стоимостью, вы сможете задействовать двух дополнительных работников на этапе проверки качества.

Повышение эффективности ячеек с коботами

Помимо добавления новых коботов, важно повышать эффективность уже существующих ячеек. Это гарантирует максимальную отдачу от инвестиций.

Вот три стратегии повышения эффективности ячеек с коботами:

1. Отслеживайте ключевые показатели эффективности, чтобы выявить области, требующие улучшения.
2. Оптимизируйте организацию ячейки с коботом для сокращения отходов.
3. Стремитесь к непрерывному совершенствованию процессов.

Отслеживание ключевых показателей эффективности коботов

Мониторинг показателей — это единственный надёжный способ определить, работают ли ваши ячейки с коботами максимально эффективно. Ключевые показатели эффективности (KPI) представляют собой метрики, наиболее важные для оптимизации работы ячейки.

При работе над первым разделом этой книги вы собрали данные о KPI вашей предыдущей ячейки с коботом. Рекомендуется продолжать отслеживать эти показатели для новых ячеек, чтобы своевременно выявлять неоптимальную работу и определять возможности для улучшения.

Мониторинг может стать сложным, если у вас несколько коботов. Для упрощения процесса рекомендуется использовать специализированное программное обеспечение. Оно облегчает отслеживание множества коботов, сравнение исторических данных и получение автоматических уведомлений.

Систематизация ячейки с коботом

Чистая и аккуратная ячейка с коботом — залог её эффективности. Это основополагающий принцип методологии 6S, которая является одной из основ концепции бережливой робототехники.

Методология 6S развивает принципы 5S — системы организации рабочего места, составляющей часть бережливого производства. Она включает пять пунктов, начинающихся с буквы «С» (на японском языке): сортировка, порядок, блеск, стандартизация и поддержание. Мы добавляем шестой пункт — безопасность, что крайне важно при работе с автоматизацией.

При разработке новых ячеек с коботами рекомендуется с самого начала внедрить эти принципы. Это потребует гораздо меньше усилий, чем попытка реализовать их позже.

Далее мы рассмотрим, как методология 6S применима к двум аспектам роботизированных ячеек: физической ячейке и программированию робота.

1. Сортировка (от японского «сейри», что означает подавление бесполезного)

Цель этого шага — удалить ненужные объекты и мусор из рабочей области.

Действия по сортировке:

- Уберите ненужные предметы (и утилизируйте их надлежащим образом).
- Устраните препятствия для выполнения задачи.
- Уменьшите вероятность повреждения объектов.
- Предотвратите накопление ненужных предметов.
- Оцените предметы с учётом стоимости и факторов окружающей среды.

Чтобы отсортировать роботизированную ячейку, определите необходимое и удалите всё остальное. Этот процесс может включать ремонт. Например, если в ячейке хранится гаечный ключ, потому что на станке с ЧПУ постоянно откручивается болт, то вместо того, чтобы затягивать болт через смену, лучше отремонтировать машину должным образом.

Чтобы разобраться в программировании робота, избавьтесь от устаревших программных функций, сбивающих с толку номеров версий и бесполезных комментариев.

2. Упорядочивание (от японского «сейтон», что означает навести порядок)

На этом этапе необходимо правильно организовать хранение каждого элемента.

Действия по упорядочиванию:

- Разместите все элементы рабочей станции таким образом, чтобы их можно было легко выбрать для использования.
- Располагайте инструменты и оборудование в непосредственной близости от оператора.

При создании роботизированной ячейки стремитесь к достижению принципа «место для всего, и всё на своём месте». Редко используемые предметы следует убирать с дороги, а регулярно используемые держать под рукой и на виду. Разместите вокруг робота индикаторы, показывающие, где оставить или забрать детали. Держите поблизости инструменты для рутинных операций, таких как наладка или проверка качества.

Чтобы настроить программирование робота, определите чёткую структуру для ваших программ с последовательной нумерацией версий, наименованием переменных и стандартами форматирования комментариев.

3. Систематизация (от японского «сэйсо», что означает заставить сиять)

Цель этого шага — поддерживать чистоту рабочей среды. Это способствует созданию безопасного и эффективного рабочего места, поскольку в чистой среде легче выявлять и решать проблемы.

Действия по систематизации:

- Используйте регулярную очистку как возможность осмотреть оборудование.
- Выполняйте техническое обслуживание, чтобы предотвратить повреждение машин и оборудования.
- Организуйте рабочее место так, чтобы любой человек, даже незнакомый с окружающей средой, мог обнаружить проблему с расстояния 15 метров в течение 5 секунд.

Чтобы обеспечить чистоту роботизированной ячейки, проведите тщательную очистку ячейки и окружающей среды. Привлеките команду к ознакомлению с процедурой. Обязательно приведите в порядок всю проводку и кабели. Избегайте чрезмерной затяжки ослабленных проводов, так как это может привести к преждевременному износу.

Чтобы упростить программирование робота, реализуйте структуру и соглашения об именах, установленные на предыдущем шаге. Удалите избыточный код и оптимизируйте программу там, где это возможно. Понятное программирование с информативными аннотациями может избавить вас от многочасового выяснения того, что пытается сделать ваш кобот, когда что-то пойдёт не так.

4. Стандартизация (от японского «сэйкетсу», что означает стандартизацию правил)

Если на предыдущем этапе была проведена разовая уборка, то на этом этапе необходимо поддерживать постоянный стандарт чистоты. Это подразумевает планирование ежедневных задач по сортировке и уборке, а также распределение работы между всеми членами команды. Этот шаг имеет жизненно важное значение при внедрении дополнительных коботов.

Действия по стандартизации:

Опишите свои лучшие практики.

Поддерживайте высокие стандарты организации рабочего места.

Поддерживайте порядок, расставляя вещи по своим местам.

Чтобы стандартизировать роботизированную ячейку, укажите рабочие процедуры, чтобы все знали, как её чистить. Для этого может потребоваться держать поблизости папку или ламинированный плакат с объяснением процедуры уборки.

Чтобы стандартизировать программирование робота, запишите выбранную вами структуру программы и соглашения об именовании и разместите информацию там, где её сможет увидеть каждый. Ламинированная «шпаргалка по

программированию» — хороший способ поддерживать порядок в программировании. Разместите блок-схему программирования рядом с роботом. Этот простой шаг поможет вам увидеть, где у робота возникли проблемы, и точно

Для поддержания эффективной работы системы необходимо:

Запланировать регулярное техническое обслуживание, чтобы все компоненты оставались в надлежащем рабочем состоянии.

Периодически проводить повторное обучение персонала, чтобы все сотрудники были в курсе последних изменений и обновлений.

Учитывать, что обучение — это целенаправленный процесс, который наиболее эффективен, когда основан на обратной связи.

определить, где робот остановился во время операции.

5. Поддержание порядка (от японского «шицукэ», что означает следовать и прогрессировать)

Этот заключительный этап полностью посвящён дисциплине. Речь идёт об обучении вашей команды поддерживать стандарт порядка и чистоты, о которых вы все договорились. Убедитесь, что вся документация актуальна. Таким образом, когда придёт время добавить третьего или четвёртого робота, вся необходимая информация будет легко доступна.

Чтобы поддерживать работоспособность роботизированной ячейки, регулярно повторяйте предыдущие этапы методологии 6S и устраняйте ненужные предметы. Обучайте новых членов команды процедурам уборки.

Чтобы поддерживать программирование робота, используйте согласованное управление версиями, резервное копирование кода, управление пользователями и процедуры тестирования кода. Программисты должны быть обучены выбранным стандартам кодирования, которые следует улучшать и обновлять там, где это необходимо.

Важно привлекать сотрудников и заинтересованные стороны к этому процессу. Подчеркните, насколько важно поддерживать работоспособность ячейки при внедрении роботов. Обеспечьте сотрудников необходимыми инструментами для выполнения этих обязанностей, включая:

1. План технического обслуживания. Остановка производства из-за отключения робота может стать серьёзной проблемой. Профилактика снижает количество неожиданных отключений. Убедитесь, что план понятен и ему легко следовать.
2. Быстрые исправления распространённых ошибок. Если вы столкнулись с проблемами при настройке существующей ячейки робота, запишите, как вы их решили и что вы узнали. Это сэкономит время на отладку в будущем.

3. Блок-схема программирования. Чтобы понять, что делает ваш кобот и где могут быть ошибки, мы рекомендуем создать блок-схему программы робота. Если неисправен датчик или был пропущен шаг, блок-схема программирования поможет вам быстро найти ошибку.
4. Показатели производительности. Ключевые показатели эффективности, упомянутые в предыдущем разделе, также являются частью этапа поддержания. Убедитесь, что все знают, какие показатели вы отслеживаете и что они означают для производительности робота.

Действия по поддержанию порядка и безопасности:

- Запланируйте регулярное техническое обслуживание, чтобы поддерживать всё оборудование в надлежащем рабочем состоянии.
- Периодически проводите повторное обучение сотрудников, чтобы держать всех в курсе последних изменений и стандартов.
- Помните, что обучение — это целенаправленный процесс, который наиболее эффективен, когда основан на обратной связи.

6. Безопасность

Безопасность не входит в число первоначальных шагов методологии 5S, поэтому у неё нет японского названия. Однако это важный компонент любого хорошо отлаженного решения для автоматизации. Необходимо провести оценку рисков для любой производственной ячейки.

Как и стандартные операционные процедуры, определённые на предыдущих этапах, документ об оценке рисков следует часто пересматривать и обновлять. Даже если вы используете одного и того же робота и одно и то же оборудование в каждой ячейке, необходимо выполнить оценку рисков для каждой ячейки (или для каждого приложения, если вы используете одного и того же робота для разных приложений).

Для упрощения этого процесса мы создали шаблон для оценки рисков. Также рекомендуем ознакомиться со стандартами роботов для совместной работы, применимыми к вашему региону.

Стремление к постоянному совершенствованию

Концепция кайдзен (непрерывного совершенствования) является основополагающим принципом системы бережливой робототехники. Это настолько важно, что мы рекомендуем назначить одного члена команды ответственным за управление непрерывным совершенствованием внедрения коботов. (Подробнее о роли см. в таблице «Роли и обязанности в команде».)

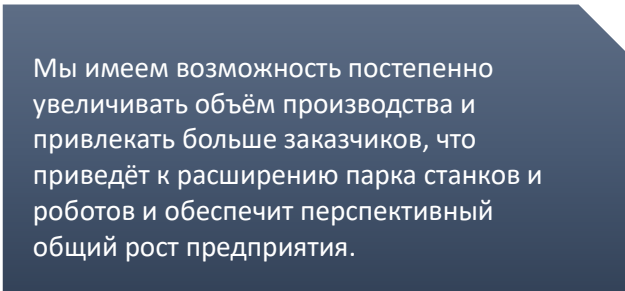
Однако постоянное совершенствование не может быть работой только одного человека. Каждый должен стремиться искать потенциальные способы улучшения ячейки с коботами. Один из лучших способов вовлечь всех в процесс непрерывного совершенствования — провести мероприятие по кайдзен.

Заключение

С каждым новым коботом, который вы внедряете, процесс развёртывания становится проще. Вспомните, как поначалу технология коботов могла показаться сложной и незнакомой. Однако с первым внедрением вы и ваша команда приобрели ценные навыки, которые облегчат последующие проекты.

В этом пособии мы обсудили, как анализировать опыт первого внедрения кобота, планировать следующие проекты и стремиться к непрерывному совершенствованию. Дальнейшие шаги зависят от вас и вашей команды. Мы уверены, что вы сможете успешно масштабировать операции с коботами и способствовать процветанию вашего бизнеса.

Несмотря на то что у вас могут быть навыки для решения любых проблем, связанных с коботами, помните, что вы не одиноки. Если у вас возникнут вопросы, не стесняйтесь обращаться к нам. Также рекомендуем присоединиться к Сообществу профессиональных робототехников «Степень Свободы», чтобы делиться опытом и учиться у других.



Мы имеем возможность постепенно увеличивать объём производства и привлекать больше заказчиков, что приведёт к расширению парка станков и роботов и обеспечит перспективный общий рост предприятия.

Оглавление

Бережливая робототехника: упрощение внедрения роботизированных ячеек	2
Введение	3
Масштабирование использования роботов: от одного до десяти	4
Как использовать опыт, полученный при работе с первым роботом	5
Как спланировать ваше следующее приложение	8
Как достичь непрерывного улучшения.....	11
Заключение	18