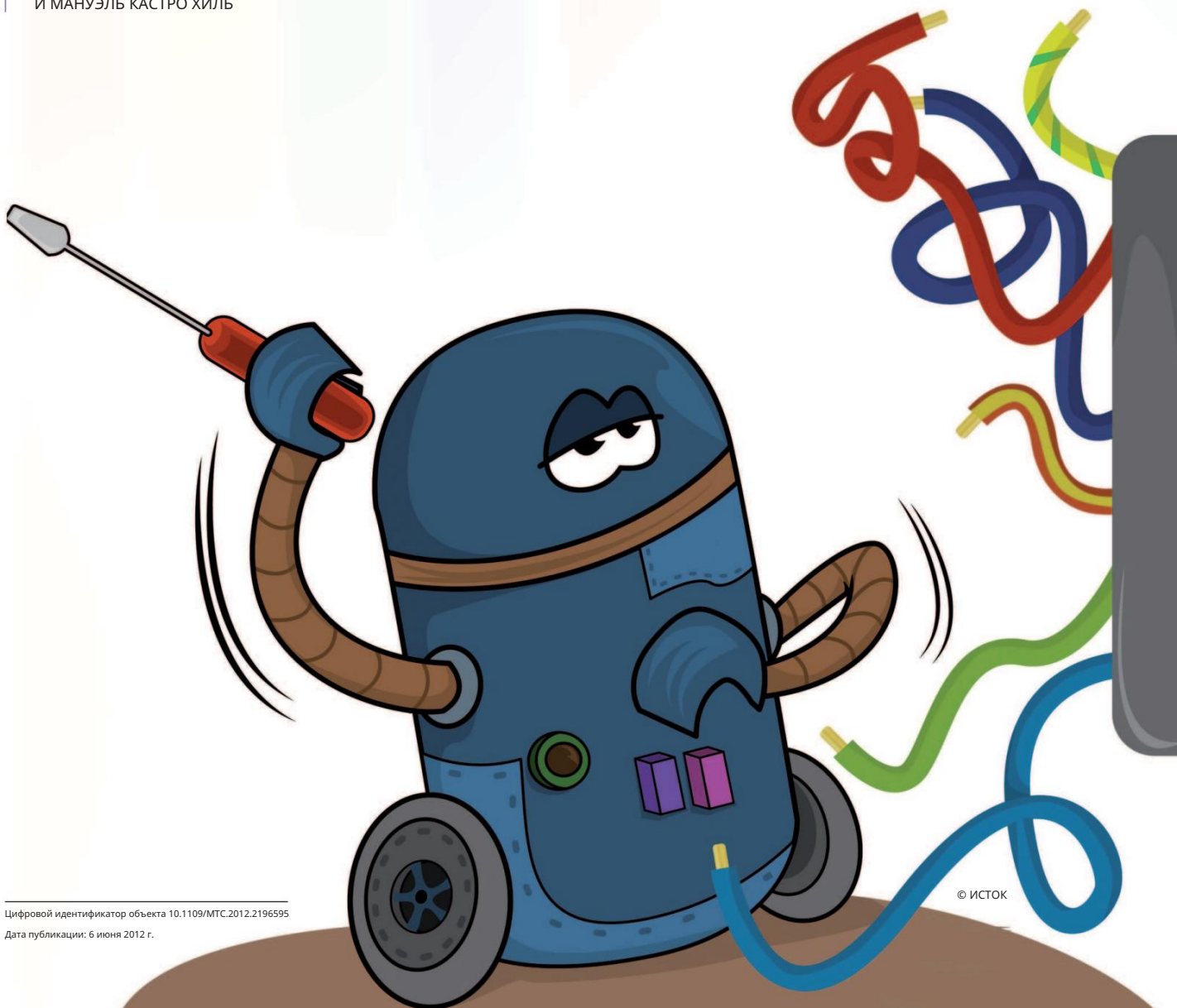


Robotics, the New Industrial Revolution

НЕМЕЦКИЙ КАРРО ФЕРНАНДЕС, СЕРДЖИО МАРТИН ГУТЬЕРРЕС,
ЭЛИО САНКРИСТОБАЛЬ РУИС, ФРАНЦИСКО МУР ПЕРЕС,
И МАНУЭЛЬ КАСТРО ХИЛЬ



© ИСТОК

Цифровой идентификатор объекта 10.1109/MTC.2012.2196595
Дата публикации: 6 июня 2012 г.

роботы становятся важная часть «новая социальная технология», определяемая Hirai [1], где нахождение

робота в любой среде становится все более распространенным явлением. Хотя мы привыкли находить роботов в различных средах, таких как супермаркеты, детские

сады (например, роботизированные домашние животные), больницы (например, для хирургии) или дома (например, роботы-пылесосы), среда, в которой по-прежнему

присутствует больше всего роботов, — это промышленность (например, автомобилестроение). По этой причине требуется много исследований, чтобы найти соответствующие механизмы для интеграции роботов на всех уровнях нашего общества.

Мы должны рассматривать вопросы со многих точек зрения, таких как история, литература, экономика, культура, технологические разработки, электроника, компьютеры или промышленность.

Полученные выводы помогут нам добиться максимально позитивной и выгодной интеграции роботов с людьми.

Научно-фантастическая литература усилила два основных аспекта взаимоотношений роботов и человека: деструктивный, предложенный Карелом Чапеком (фактически его братом Йозефом) в первом историческом появлении слова «робот» [2], [3], так и конструктивный, усиленный романами Айзека Азимова [4]. И то, и другое сегодня начинает использоваться в промышленности.

Такие аспекты, как безопасность и снижение риска, а также повышение производительности, эффективности и улучшение условий труда на рабочем месте, побудили компании к постепенному увеличению автоматизации и внедрению роботов на рабочем месте.

Этот процесс не всегда приветствуется рабочими. Страх быть уволенным, опасения по поводу изменения условий труда, страх перед переменами в целом или незнание того, что может повлечь за собой работа с роботами, — вот некоторые проблемы, которые могут помешать модернизации компании.

Автоматизация [5] — гораздо более широкое понятие, чем внедрение роботов на рабочем месте. На самом деле роботы

являются частью — во многих случаях наиболее заметной частью — процесса автоматизации. В этой статье при обсуждении автоматизации мы в основном имеем в виду роботов. Обычно сопротивление сотрудников вызывает внедрение роботизированного оборудования на рабочем месте. Эта угроза не обсуждается так открыто, когда вместо этого мы просто говорим об имплантации новых клапанов, датчиков, таймеров, механизмов, компьютеров, инфраструктуры водоснабжения, ирригации, электроснабжения или телекоммуникаций. Конфликт возникает

только в случае роботизированного оборудования, открыто имитирующего или развивающего работу, ранее выполнявшуюся человеком-работником. Такого конфликта следует избегать, если мы хотим облегчить установку роботов на рабочем месте и их принятие работниками.

В настоящее время компании оценивают риски внедрения робототехники в свою производственную деятельность [6], поскольку это может привести к сокращению рабочих мест и обусловливанию поведения рабочих и профсоюзов [7].

Наша цель — показать, что автоматизация сама по себе не во всех случаях гарантирует увеличение корпоративной прибыли. В то же время его запрет не гарантирует сохранения рабочих мест. Мы пройдемся по истории, взглянем на безопасность и производительность рабочих, использующих технологии автоматизации, изучим новые характеристики современной промышленности, представим два ключа: гибкость и приспособляемость; и, наконец, сделать выводы.

Промышленная революция и роботы

Внедрение машин было одним из важнейших событий промышленной революции. Среди других воздействий, положительных и отрицательных, внедрение машин привело к значительному увеличению производительности, что позволило промышленности удовлетворить растущие потребности общества в первые дни капитализма. Этот процесс способствовал широкому потреблению, снижению производственных издержек и росту мировой экономики.

Процесс автоматизации был быстрым и непрерывным по всему миру, потому что этого требовала конкуренция на быстро развивающемся международном рынке. На самом деле, выжить смогли только те компании, которые модернизировались раньше своих конкурентов. Процесс модернизации и автоматизации привел к созданию профсоюзов [8]. Появилась потребность в защите рабочих мест и поиск более благоприятного рабочего места и более высокой оплаты (или вообще любой оплаты, потому что иногда рабочие работали только за ежедневный прием пищи). Отрасли промышленности начали оценивать свою производительность и начали конкурировать с фундаментом растущего капитализма.

Точно так же положение рабочих стало улучшаться в результате автоматизации. Увеличилась производительность труда и заработная плата. В то время никто не сомневался, что это изменение было общим улучшением.

Сегодня, почти два века спустя, когда капитализм поставлен под вопрос глобальным экономическим кризисом, простое упоминание о внедрении новых роботов в автомобильную промышленность [9] или в строительство порождает недоверие среди рабочих и провоцирует профсоюзные протесты, потому что многие видят в роботах угрозу своей работе.

Однако лучшая интеграция человека и машины [10] требует облегчения повседневной работы и снижения несчастных случаев на производстве и несчастных случаев, вызванных чрезмерными физическими нагрузками или стрессом. Эти новые промышленные роботы должны рассматриваться как еще один инструмент, как отвертка, ручка, компьютер или лифт. Этот подход не направлен на снижение затрат за счет увольнений или замен. На самом деле оно преследует цель повышения производительности, повышения квалификации рабочих и, в конечном счете, увеличения добавленной стоимости отрасли, в которой они работают.

Безопасность, эффективность и производительность
Когда компании внедряют роботов в производственный процесс или промышленную деятельность, безопасность чаще всего

выделенная функция. Использование роботов в деятельности, сопряженной с высоким риском для человека (например, при добыче полезных ископаемых, поисково-спасательных работах [11], работе с определенными химическими или ядерными продуктами или даже в повседневной деятельности, такой как

парковка [12]), превращает эти машины в защитников человека. . Однако даже в этих ситуациях в большинстве случаев человек управляет роботом с помощью дистанционного управления, заставляя его выполнять задачи вместо человека-роботника.

Похожи ли случаи «эффективности» и «производительности»? Подкрепляются ли они использованием роботов? Ответ для этих переменных не так ясен.

Часть недоверия, порожденного роботами в обществе, вызвана рядом неверных предположений. Давайте рассмотрим здесь некоторые из этих заблуждений.

Внедрение роботов снижает производственные затраты [10]: это утверждение может быть верным в среднесрочной и долгосрочной перспективе, но неверно в краткосрочной перспективе. На самом деле внедрение робота в производственный процесс сопряжено с необычно высокими затратами на внедрение. Эти затраты на внедрение включают расходы, связанные с оборудованием, соответствием экологическим нормам, обучением сотрудников, первоначальными испытаниями и контролем качества. Затраты на ввод в эксплуатацию также будут включать в себя техническое обслуживание и обучение операторов — для того, чтобы рабочие освоили контроль и мониторинг, а также чтобы они могли поддерживать оборудование в идеальном рабочем состоянии.

Использование робототехники увеличивает производство и приносит пользу [10]: Когда компания внедряет робота и автоматизирует производственную систему, она стремится увеличить производство. Однако внедрение роботизированного оборудования не обязательно означает повышение производительности из-за высоких затрат на внедрение и эксплуатацию нового оборудования в краткосрочной перспективе. Это связано с

причинам, изложенным в первом пункте, а также потому, что увеличение производства и эффективности не означает, что спрос растет таким же образом. В условиях сокращающейся экономики, когда спрос падает, увеличение производства будет означать только насыщение магазинов и появление на складе новых товаров, что приведет к прямым убыткам для компании. Робот сокращает количество рабочих [10]: это утверждение не всегда верно. На самом деле это означает, что использование роботов повышает уровень подготовки рабочих. В процессе сборки может быть несколько сотрудников, работа которых связана с использованием только одной машины для сборки. Внедрение робота для выполнения непрерывных сборок требует обучения его использованию и контроля со стороны рабочих. Это не означает отказа от всех работников, кроме одного.

Хотя в некоторых случаях это может действительно происходить, так это модификация работы в производственном процессе от ручной и повторяющейся работы к работе по мониторингу с меньшей физической нагрузкой. Этот переход происходит без уменьшения заработной платы и во многих случаях фактически приводит к повышению заработной платы в связи с увеличением нагрузки

ответственности на новом рабочем месте. Роботу не нужны люди: В настоящее время это утверждение [13] неверно. Робот всегда зависим. Настройки, программное обеспечение, аппаратное обеспечение, механика, техническое обслуживание и контроль качества — это лишь некоторые из необходимых услуг, которые необходимы роботу для правильной работы и выполнения своих задач.

Делать конкретные заявления о положительных или отрицательных последствиях

Люди являются фундаментальной частью промышленности, и автоматизация должна осуществляться с их согласия.

работа. Фактически только человеческий опыт способен уловить промышленный процесс [14] и преобразовать его в программное обеспечение для улучшения поведения роботов. Роботу нужны человеческие существа, чтобы все работало должным образом.

Затраты на робота ниже, чем на работника: это может быть правдой в среднесрочной и долгосрочной перспективе, но на самом деле утилизация и обучение человека намного дешевле, чем модификация или замена промышленного робота из-за их высокой стоимости установки и адаптации к окружающей среде [15].

Робототехника повышает эффективность: поиск баланса между производством и затратами определяет эффективность. Внедрение робототехники в промышленность может помочь повысить эффективность, но для этого требуется хорошая интеграция роботов в производственный процесс, что может быть достигнуто только путем обучения рабочих для обеспечения успешной работы роботов. Если в компании есть квалифицированный персонал, знающий ограничения и возможности робота, с которым они работают, то они облегчат его использование и повысится эффективность. Если вместо этого сотрудники не знают свой новый рабочий инструмент или отвергают его, эффективность снизится, что поставит под угрозу безопасность и снизит производительность на рабочем месте.

Надлежащее обучение работников должно сопровождаться процессом интеграции используемых роботов. Обучение плюс интеграция помогут максимально использовать преимущества внедрения робототехники в промышленность.

Решение о внедрении робота в бизнес-процесс никоим образом не направлено на подавление активности человека в этом процессе.

внедрение робототехники в компании затруднено. Решение о покупке и установке новой машины не простое, а процесс, требующий интеграции. На самом деле «интеграция» — ключевое слово: интеграция на рабочем месте, интеграция рабочих и роботов, которые дополняют или помогают, и интеграция путем лучшего обучения существующих работников. Короче говоря, внедрение робота потребует детального изучения текущего состояния компании и последствий, которые будут вызваны происходящими изменениями. Внедрение должно быть продуманным процессом и должно включать оценку различных факторов: технических, экономических, психологических и социальных. Если все факторы будут оценены правильно, то шансы на успешную интеграцию и последующую эффективность производства увеличатся.

Решение о внедрении робота в бизнес-процесс требует баланса между безопасностью, эффективностью, производительностью и стоимостью и никоим образом не направлено на подавление человеческой деятельности в процессе, а адаптирует его к новому производственному процессу, повышая безопасность и производительность труда.

Новая промышленная революция

Мы сталкиваемся с новой парадигмой во главе с телематикой, робототехникой и устойчивым и эффективным использованием промышленных ресурсов [16]. Но где человек? Могут ли роботы устранить промышленного рабочего? Можно ли оттеснить рабочих на задний план в промышленности? Ранее мы указали причины, по которым компания может предложить внедрение робота в производственный процесс.

Далее мы изучим причины, по которым рабочий или профсоюз может сопротивляться этому введению.

Мы снова сталкиваемся с «деструктивным» или «конструктивным» отношением, о котором говорилось в начале этой статьи. В этом разделе более подробно рассматриваются и выделяются причины, приводящие к тому или иному мнению в каждом конкретном случае.

Культурные различия: образ роботов в восточных странах (например, в Японии или Корее) имеет тенденцию быть более «конструктивным» [17], дружелюбным и ориентированным на обслуживание, чем образ в западных странах, например, в США и других странах. Европа. В Восточной Азии детей знакомят с манга-комиксами [18], где роботы (меха) всегда имеют определенную роль с антропоморфной точки зрения и изображаются выполняющими работу, иногда граничащую с героической. Знакомство детей с этой точкой зрения очень полезно для того, чтобы привести их к этой конструктивной перспективе во взрослом возрасте. Напротив, западное видение роботов, частично отраженное в западной литературе (например, Герберт Уэллс [19]), традиционных комиксах (например, серия «Матрица») или фильмах (например, «Терминатор») [20], представляет роботов как деструктивная машина с негативной целью, результатом которой является не образ интеграции, а полная противоположность.

Экономические различия: Кол-во Люди с высоким доходом на душу населения, как правило, стремятся к улучшению производства, снижению экологических издержек, улучшению условий труда и совершенствованию производственных процессов [21]. Для достижения этих целей такие страны используют робототехнику. Напротив, развивающиеся страны с низкими доходами, стремящиеся к росту и выживанию с наименьшими затратами, обычно

использовать самую дешевую рабочую силу, которая существует на рынке: мужчин, женщин, а иногда и детей. Эти страны вообще не рассматривают возможность использования роботов.

Различия в дизайне или изображении: робот всегда будет пользоваться большим признанием, если его внешний образ кажется более дружелюбным [22]–[24]. Использование форм, имитирующих людей, животных, близких к нашей культуре (например, собак, лошадей и кошек), игрушек или даже округлых форм без острых углов и видимых поверхностей без складок, как правило, воспринимается лучше, чем другие формы. Проблемы, которые уже давно приняты в роботах для обслуживания и досуга, также должны широко применяться в промышленной робототехнике.

Хотя существует тенденция рассматривать промышленных роботов как еще один рабочий инструмент, мы должны помнить, что роботы будут работать в производственной команде, а люди являются фундаментальной частью правильной работы. Мы также должны понимать, что с учетом понятия «имидж» способ, которым рабочие знакомятся с использованием и миссией роботов, будет иметь решающее значение для их быстрого принятия. Мерчандайзинг также играет здесь ключевую роль. На самом деле существуют важные исследования аргументов за и против человекоподобных роботов. В таких отраслях, как туризм, услуги и развлечения, существует множество роботов службы поддержки с изображением человека. В этих случаях усилились опасения по поводу того, что роботы заменят людей на работе. Однако, в отличие от человека, робот может быть отключен или затронут неисправностью [25].

В целом, когда мы говорим о реакции профсоюзов на промышленную робототехнику, мы сталкиваемся с культурными и имиджевыми тенденциями. Мы предполагаем, что другие экономические вопросы уже обсуждались и согласовывались различными комитетами на соответствующих деловых встречах. Имея это в виду, мы

должны учитывать необходимые особенности предложения по внедрению робота на рабочее место. Мы должны решить, какую работу следует поручить сотруднику, а какую — роботу.

Где Человеческое Существо?

Робот будет выполнять повторяющуюся, неприятную или опасную работу или работу, требующую больших физических усилий. Люди должны контролировать или выполнять работу, требующую меньших физических усилий.

Внедрение робота в отрасль часто обходится дорого. Использование робота оправдано, поскольку он направлен на повышение безопасности определенных видов деятельности, что приводит к улучшению условий труда для рабочих. Робот может работать дольше и не имеет ограничений человека. Таким образом, будут созданы новые дополнительные смены, в результате чего возникнет потребность в новых кадрах для выполнения этих дополнительных смен, что в среднесрочной перспективе будет способствовать созданию новых рабочих мест [26].

Если сотрудники поймут новую ситуацию, то они научатся видеть в работе новый инструмент. Переход от гидромолота к джойстику или от определенной работы в составе сборочной линии к использованию консоли для наблюдения за роботом должен приветствоваться персоналом компании и облегчать процесс интеграции автоматизированного оборудования.

Могут ли роботы вытеснить промышленного рабочего?

Проблема возникает, когда рабочий верит, что робот заменит его навсегда, то есть опасается, что его сделают ненужным. Один из аргументов, используемых [10] профсоюзам для предотвращения или воспрепятствования внедрению роботов на предприятии, как раз и состоит в утверждении, что использование роботов приведет к увольнению многих работников. Эта вера укоренилась благодаря истории последствий старой промышленной революции. Но тот же принцип сегодня неприменим, если мы действительно хотим найти баланс между автоматизацией, эффективностью и производительностью.

Это парадигма новой промышленной революции. Целью внедрения роботов в промышленность является повышение квалификации рабочих и гарантирование их рабочих мест. Компания модернизируется не для повышения производительности (использование роботов не гарантирует этого [10]), а для повышения эффективности. Это увеличение не может быть достигнуто, если нет гарантии занятости; рабочие должны иметь опыт, чтобы понимать возможности, характеристики, ограничения, возможные отказы и потребности в обслуживании нового робота, с которым они работают.

Для получения более высокой квалификации требуется обучение, время для практики на новом месте работы. и время для оптимизации всего, что требует, чтобы работники оставались на работе в течение долгого времени. Такая квалификация была бы невозможна, если бы работники постоянно застре-

Иногда страх перед неизвестным тормозит модернизацию и совершенствование процесса.

Точно так же можно утверждать, что также можно заключить контракт на временное техническое обслуживание. Вполне возможно, что обслуживание большинства нового оборудования или периодические проверки могут следовать этой системе. Однако этого нельзя сказать о базовых исправлениях робота или присмотра за ним, или даже о возможных нуждах в срочном ремонте. В промышленности или на фабрике любая заминка в производственном процессе порождает миллионы денежных убытков. Компании не могут ждать, пока ремонтная компания устраним неисправность.

Гораздо выгоднее в среднесрочной и долгосрочной перспективе иметь сотрудников, обученных контролировать команду на протяжении всей ее работы. Персонал должен накапливать опыт и навыки для максимально быстрого решения проблем; это включает в себя персонал, чья работа заключается в том, чтобы просто наблюдать за работой робота, чтобы обнаруживать потенциальные сбои, которые могут

незамеченным, если его работу проверяли лишь изредка.

Эта необходимость поможет обеспечить стабильность контрактов, облегчит переподготовку работников и снимет страх быть замененным внедрением роботов в производственный процесс.

Иногда страх перед неизвестностью тормозит модернизацию и совершенствование процесса. Это часто происходит [17] при интеграции робототехники. Решением этой проблемы является четкое объяснение работникам того, что должно измениться, какая стадия процесса будет затронута и как, и особенно, как изменение повлияет как на работника, так и на компанию.

Недовольные или напуганные работники, которые видят, как их коллег увольняют из-за автоматизации, создают плохую рабочую среду.

и снизить эффективность. Чтобы избежать конфликта, работники должны иметь четкую информацию и понимать, что роботы — это инструменты для повышения эффективности. Рабочие не рассматривают отвертку или амперметр как угрозу своей работе. Чтобы избежать проблем с интеграцией, ту же концепцию следует применить к автоматизации.

Новая промышленная революция должны быть основаны на интеграции, а не замещении, на сотрудничестве, а не на конфронтации, и на прозрачности, а не на секретности.

Повышение лояльности работников достигается за счет повышения эффективности и интеграции, а предоставление четкой и правдивой информации поможет работникам воспринимать роботов как инструмент для использования. В результате рабочие осознают весь потенциал роботов и необходимость их защиты и обслуживания, как и любого другого инструмента в производственном процессе. Такое мышление поможет обеспечить рабочие места, поскольку повышает конкурентоспо-

в своем секторе, увеличивая вероятность получения выгоды от него и сохранения компании на рынке.

Можно ли оттеснить рабочих на задний план в промышленности?

Рабочие также боятся быть отодвинутыми на задний план в производственном процессе [10]. В данном случае главная проблема заключается не в потере рабочих мест, а в том, что, поскольку процесс становится централизованным на работе, рабочие становятся простыми слугами, чья работа заключается в обслуживании и ремонте роботов, чтобы они всегда были в хорошем состоянии. Однако это предположение неверно. Надзорная работа требует большего, чем просто навыки или техническая помощь. Понятие надзора должно включать следующие понятия:

- Анализ возможностей робота: мы должны проверить, соответствует ли роботизированное оборудование исходным спецификациям, и определить, сколько времени потребуется для достижения оптимальной производственной мощности. Мы должны знать ограничения, наложенные производителем, и время обработки в каждом из действий, выполняемых роботизированным оборудованием.
- Дополнительные подходящие инструменты для выполнения своей работы: некоторые этапы производства требуют добавления дополнительных инструментов. Что касается этих инструментов, важно убедиться, что затраты останутся прежними, проверить время, необходимое для добавления инструментов, и выполнить технический анализ эффективности инструментов, и все это с целью улучшения роботизированного оборудования.
- Проверка рабочего места команды: Рабочие должны убедиться, что рабочее место соответствует надлежащим условиям безопасности для роботизированного оборудования и для взаимодействия с человеком-руководителем. Эти условия могут включать чистоту, минимизацию статического заряда и т. д. и определяются производителем оборудования. Такие исследования условий могут иногда останавливать работу.

эксплуатации роботизированного оборудования, решение, которое должен принять супервайзер.

Технические ситуации, в которых компьютер используется вместе с роботом: рабочий должен следить за развитием команды и дополнять своевременные корректировки технического обслуживания ежедневными корректировками, чтобы уменьшить износ оборудования и позволить ему дольше оставаться в эксплуатации. Возможность замены или ремонта: При необходимости работник должен оценить стоимость ремонта и возможность его выполнения руководителем или другим внутренним специалистом внутри компании, или же необходимо направление извне. В последнем случае работники должны определить необходимость замены оборудования и обосновать причины.

- Анализ соответствия требованиям к роботизированному оборудованию: На протяжении всего этого процесса супервайзер будет нести ответственность за проверку того, что роботизированное оборудование выполняет работу, для которой оно было разработано, с ожидаемой эффективностью.
- Установление пределов производительности роботов: у команды роботов есть максимальный предел, который нельзя превышать по соображениям безопасности. Надзорные органы должны знать этот максимум и избегать его. Если необходимы дополнительные мощности, надзорный орган должен предложить альтернативные решения или уведомить квалифицированных технических специалистов о риске, чтобы определить, какие действия следует предпринять.
- Регулировки, необходимые для продления срока службы роботизированного оборудования: руководители должны пройти обучение, чтобы научить их исправлять неэффективные состояния, настраивать системы для правильной работы и избегать рискованных ситуаций. Им следует научиться сообщать обо всех инцидентах, даже уже устраненных, или при необходимости обращаться за более квалифицированной технической помощью.

Внедрение робототехники не приведет к оттеснению рабочих на задний план; и наоборот, рабочие станут главными контролерами роботизированного оборудования.

Воспользовавшись своим предыдущим опытом в этой работе, они будут иметь право понимать, настраивать и обслуживать оборудование и робототехнику по мере необходимости.

Опять же, это вызывает понятие «инструмент». Робот является частью рабочего места и будет функционировать на нем как инструмент. Робот часто будет более мощным, чем существующие инструменты, и ему потребуется больше внимания для обеспечения правильной работы, но он всегда будет контролироваться и контролироваться людьми. Руководящая роль влечет за собой более высокую квалификацию, которая влечет за собой большую ответственность. Больше ответственности может означать лучшую должность и соразмерную заработную плату.

Автоматизация должна быть положительной как для отрасли, так и для ее сотрудников, при условии, что они готовы адаптироваться к новой ситуации и сохранить компанию в авангарде при проектировании интеграции роботизированного оборудования в производственный процесс.

Адаптивность и гибкость: новые промышленные рабочие – обучение против повторения

Почему мы говорим о промышленных рабочих? В промышленности есть очень сильные профсоюзы как в Европе, так и в Соединенных Штатах. Кроме того, угроза замещения в этом секторе выше, чем в других.

Однако одним из возможных следствий современного международного финансово-экономического кризиса является поиск новой индустриальной экономической структуры, основанной на рациональной автоматизации. Таким образом, если нет рабочих, нет и потребления, а если нет потребления, то нет необходимости увеличивать производство, потому что не будет спроса. Решение заключается в использовании роботов для улучшения условий труда [27] и «мотивации» работников к повышению их квалификации, обучению [28]–[30] и ответственности.

Почему тренировка против повторения? В прошлом работа на конвейере была монотонной, скучной и рискованной [31]. Теперь, с новыми процессами автоматизации, рабочие улучшают свою техническую подготовку, чтобы управлять роботами, улучшать и изменять их режимы работы, а также обнаруживать и решать проблемы [32]. Обучение ставит промышленного рабочего на новую ступень производства.

Эта интеграция позволит рабочему взять на себя управление роботом [33] или командой роботов [34], выполнять задачи, которые когда-то представляли риск для работника, и выполнять работу быстрее, проще и с меньшими затратами. физическое усилие. Принятие этой новой роли «менеджера» или «надзирателя» предотвратит восприятие работником робота как угрозы и облегчит представление о роботе как о новом полезном рабочем инструменте.

Такая ситуация повысит ответственность рабочих, создаст чувство собственного достоинства, облегчит понимание рабочими деловой среды и предотвратит ограничение их трудовой жизни простой последовательностью повторяющихся действий, напоминающих о зарождении промышленной революции.

Кроме того, роботы возьмут на себя повторяющуюся роль, а работники станут их руководителями, что облегчит интеграцию посредством двух механизмов:

Работнику больше не угрожает введение робота, потому что он находится над ним. Рабочий является контролером, и этот факт отразится на улучшении экономики и безопасности. Чем больше рабочий знает робота, тем больше он сможет обеспечить его правильную работу, что облегчает интеграцию.

Возникает работа тренера. Сначала тренер будет принадлежать компании, поставляющей автоматизированное оборудование, но позже сами работники могут перейти от наблюдателя к руководителю.

обучающая должность в компании, предоставляющая новую возможность продвижения по службе для работника, который ранее выполнял простую повторяющуюся работу без особых возможностей для продвижения по службе.

Работники должны иметь гибкий склад ума. С одной стороны, они должны быть открыты для изменений. В некоторых случаях супервайзер по сборке перейдет в новую роль супервайзера по инструменту, чтобы облегчить свою работу.

Чтобы убедиться, что сотрудник понимает свою новую роль, он должен понимать новые условия труда, свои шансы на продвижение по службе и свои новые обязанности.

Работники должны быть гибкими, чтобы адаптироваться к изменениям, которые в некоторых случаях могут произойти после многих лет выполнения монотонной работы. Здесь важно воздействие обучения, и именно здесь компания должна приложить усилия, чтобы понять консервативные или неподвижные позиции работников и преобразовать их в новые возможности и выгоды.

Но после выполнения этой работы, порой непростой, возникает потребность в адаптивности. Сотрудник может согласиться с изменением роли и пройти соответствующее обучение, но он также должен быть вовлечен в свою новую работу.

Вот что значит адаптивность. Эта адаптация обычно не проста. Рабочие могут адаптироваться к новой ситуации в течение нескольких дней, а могут потребоваться месяцы, чтобы сотрудники почувствовали себя комфортно.

В этот период важно, чтобы компания постоянно контролировала работника. Постоянная поддержка поможет работникам адаптироваться к своим новым обязанностям. Рабочие должны чувствовать, что они не одни имеют дело с роботизированным оборудованием [35], и что они осваивают новую деятельность, хотя и тесно связанную с их прошлым опытом.

Этот новый подход может быть предложен для противодействия критике со стороны профсоюза по поводу потери рабочих мест и массовой замены рабочей силы. Промышленная компания теперь предлагает охрану труда, обучение и возможности продвижения по службе. В свою очередь,

работник должен взять на себя новые обязанности вместе с соразмерной заработной платой. Если компании будут использовать этот подход с самого начала, возможности для интеграции роботов и людей в командную среду возрастут без непреодолимого сопротивления.

Невежество может привести к страху Люди являются фундаментальной частью промышленности, и автоматизация должна осуществляться с их признанием. Недостаток информации и незнание могут привести к страху, но этот страх можно преодолеть с помощью честного общения, основанного на уважении и доверии.

С точки зрения рабочего существуют два явных страха:

Потеря рабочих мест является основным аргументом, используемым профсоюзами для отказа от роботизированного оборудования. Рабочие также опасаются, что их оттеснят на второй план в промышленности.

Данная статья направлена на то, чтобы развеять эти опасения, предложив новый подход, основанный на двух одинаково убедительных моментах: Внедрение робота в компанию должно быть прозрачным, и необходимо добиваться участия сотрудников.

Работников необходимо обучать и продвигать по службе в соответствии с их новыми обязанностями.

Следуя этим критериям, можно начать продуктивные переговоры со значительными шансами на успех.

Успех придет за счет интеграции роботизированного оборудования и человеческих команд на рабочем месте. Когда такая интеграция произойдет, компания получит все преимущества обеих сторон, и эффективность производства повысится. Путь будет нелегким, но если все сделано правильно и с привлечением всех работников, это будет надежный путь к успешному результату.

Прозрачность, коммуникация, вовлечение, обучение и интеграция являются ключевыми понятиями для

промышленное производство, чтобы использовать преимущества существующей робототехники и опыта рабочих. Помня об этих ключевых концепциях, можно координировать действия людей и роботов, направляя их на достижение одной и той же цели.

Культурные, социальные, исторические и экономические аспекты будут иметь важное значение при оценке отправной точки предлагаемой автоматизации. Кроме того, важным будет образ робота и его более или менее антропоморфные тенденции. Однако процесс интеграции будет облегчен только за счет прозрачности. Если прозрачности не будет, то возрастет трудность в обеспечении хороших отношений между людьми и роботами, и улучшения в производственном процессе будут поставлены под угрозу.

Однако если работник знает возможности и ограничения робототехнического оборудования, которым он научится в процессе обучения, он перестанет видеть в роботе угрозу и начнет видеть в нем инструмент. Когда произойдет этот сдвиг, люди поймут мораль: у робота всегда будет выключатель, которым человек может манипулировать в любое время.

Информация об авторе

Авторы работают на кафедре электротехники и вычислительной техники Испанского университета дистанционного образования (UNED), Мадрид, Испания. Электронная почта: gmartin@ieec.uned.es, smartin@ieec.uned.es, elio@ieec.uned.es, fmur@ieec.uned.es, mcastro@ieec.uned.es.

Подтверждение

Авторы признательны за поддержку, оказанную испанской секцией IEEE, а также Школой инженерных наук, Школой компьютерных наук, ректоратом UNED и студенческим отделением IEEE UNED.

Авторы особенно признательны Отделу электротехники и вычислительной техники (DIEEC) UNED за поддержку и советы при подготовке этой статьи.

Рекомендации

[1] С. Хираи, «Робототехника как социальная технология», в Proc. Междунар. Conf.on Mechatronics and Automation (Чанчунь, Китай), 9–12 августа 2009 г., стр. xl–xli.

[2] «Кто на самом деле придумал слово «робот» и что оно означает?» [Онлайн]. Доступно: <http://capek.misto.cz/english/robot.html>. Доступ 15 июля 2010 г.

[3] «Карел Чапек», Википедия [онлайн]. Доступно для загрузки: http://en.wikipedia.org/wiki/Karel_Capek. По состоянию на 15 июля 2010 г.

[4] «Я, робот. Айзек Азимов», Википедия [онлайн].

Доступно: http://en.wikipedia.org/wiki/Я_Робот. По состоянию на август 2010 г.

[5] SY Nof, «Автоматизация: что это значит для нас во всем мире», в Springer Handbook of Automation, SYNof Ed. Берлин Гейдельберг: Springer-Verlag, стр. 13–52, 2009 г.

[6] Дж. Б. Поллак, «Семь вопросов эпохи роботов», представлено на Йельском семинаре по биоэтике, январь 2004 г.

[7] Р. Бишофф и Т. Гул, «Повестка стратегических исследований в области робототехники в Европе», IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 17, нет. 1, стр. 15–16, март 2010 г.

[8] MG Rood, «Производство, ориентированное на человека, для развивающихся стран», IEEE Technology & Society Mag., vol. 13, нет. 1, с. 25–32 марта 1994 г.

[9] Г. Швейцер, «Роботы — шансы и вызовы ключевой науки», в Proc. 17-й междунар. Конгресс по машиностроению - COBEM 2003 (Сан-Паулу, Бразилия), 10–14 ноября 2003 г. [онлайн]. Доступно: http://www.mcgs.ch/web_content/Robotics.pdf, по состоянию на август 2010 г.

[10] Марин Элли, «От людей к роботам: последствия замены рабочей силы в автомобильной промышленности», Human Change Paper, GEOG331 0101, 20 октября 2008 г.

[11] Р. Р. Мерфи, Дж. Кравиц, С. Л. Стовер и Р. Шуреш, «Мобильные роботы для спасательных и восстановительных работ», IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 16, нет. 2, стр. 91–103, июнь 2009 г.

[12] Т.-Х.С. Ли, Ю.-К. Да, Ж.-Д. Ву, М.-Ю.

Сяо и С.-Ю. Чен, «Многофункциональные интеллектуальные автономные парковочные контроллеры для мобильных роботов, подобных автомобилям», IEEE Trans. по промышленной электронике, 57, нет. 5, стр. 1687–1700, май 2010 г.

[13] М. Г. Руд, «Информационные технологии и занятость: к новому обществу», IEEE Technology & Society Mag., vol. 8, нет. 3, с.

1, с. 28–41, февраль 2010 г.

[14] WMP van der Aalst, «Process Discovery: Capturing the invisible», IEEE Computational Intelligence Mag., vol. 5, нет. 1, с.

28–41, февраль 2010 г.

[15] К. Смит и Х.И. Кристенсен, «Робот-манипуляторы. Создание высокопроизводительного робота из имеющихся в продаже деталей», IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 16, нет. 4, стр. 75–83, декабрь 2009 г.

[16] Ф.-Т. Ченг, В.-Х. Цай, Т.-Л. Ван, Дж. К. Юнг-Ченг и Ю.-К. Су, «Усовершенствованная модель электронного производства. Значение крупномасштабных, распределенных и объектно-ориентированных систем», IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 17, нет. 1, стр. 71–84, март 2010 г.

[17] Р. Каппуро, «Этика и робототехника. Межкультурная перспектива», Steinbeis Transfer Institute – Information Ethics, Германия, 13 июля 2009 г.; <http://sti-ie.de>.

[18] С. Кребс, «Об ожидании этических конфликтов между людьми и роботами в Японии».

nese Mangas», Int. Ред. информационной этики, том. 6 декабря 2006 г.

[19] «Война миров, Х.Г.Уэллс», Википедия [онлайн].

Доступно: http://en.wikipedia.org/wiki/The_War_of_the_Worlds. По состоянию на 15 июля 2010 г.

[20] К. М. Миллер, «Пока мы не обращали внимания», IEEE Technology & Society Mag.,

об. 28, нет. 1, стр. 4, март 2009 г.

[21] М. Форд, Свет в туннельной автоматизации, ускорение технологий и экономика будущего. Аккулянт, 2009.

[22] Дж. Дитш., «Люди встречают роботов на рабочем месте», IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 17, нет. 2, стр. 17–16, июнь 2010 г.

[23] Дж. Форлици, «Как роботизированные продукты становятся социальными продуктами: этнографическое исследование роботизированных продуктов в домашних условиях», [онлайн].

Доступно: <http://goodgestreet.com/docs/forlizziRoomba.pdf>. По состоянию на 15 июля 2010 г.

[24] Р. Митчелл, К. Уорвик, В. Н. Браун, М. Н. Гассон и Дж. Вятт, «Вовлечение роботов: инновационный подход к привлечению студентов-кибернетиков», IEEE Trans. по образованию, т. 2, с. 53, нет. 1, стр. 105–113, февраль 2010 г.

[25] Ф. Гродзинский, К. Миллер и М. Вольф.

«Почему Тьюринг не должен догадываться», представленный на конференции Asia-Pacific Computing and Philosophy Conf. (Токио, Япония), 1–2 октября 2009 г.

[26] MS Blumenthal, «Программируемая автоматизация и рабочее место», IEEE Technology & Society Mag., vol. 4, нет. 1, стр. 10–15, март 1985 г.

[27] Х. Л. Джонс, С. Рок, Д. Бернс и С.

Моррис, «Автономные роботы в приложениях спецназа: исследование, проектирование и эксплуатация», [онлайн]. Доступно: <http://www.spyplanes.com/pdf/SWATapps.pdf>. По состоянию на 15 июля 2010 г.

[28] Дас С., Йост С.А., Кришнан М. Инициатива по разработке 10-летней учебной программы по мехатронике: актуальность, содержание и результаты — часть I, IEEE Trans. по образованию, т. 2, с. 53, нет. 2, стр. 194–201, май 2010 г.

[29] М. Кришнан, С. Дас и С. А. Йост, «Десятилетняя инициатива по разработке учебного плана по мехатронике: актуальность, содержание и результаты — Часть II», IEEE Trans. по образованию, об. 53, нет. 2, стр. 202–208, май 2010 г.

[30] Т. Д. Черкасский, «Скрытие человеческих затрат на экспертные системы», IEEE Technology & Society Mag., vol. 14, нет. 1, стр. 10–20, март 1995 г.

[31] Г. Былинский и А. Хиллс Мур, «Вторжение сервисных роботов: как и люди, роботы перемещаются в сферу

услуг — особенно на работу, которую люди считают опасной или скучной.

Их бустеры видят гораздо больший рынок, чем производство», — сказал редактор журнала Fortune. 14 сентября 1987 г.

[32] MJ Cetron, «Временная шкала на будущее:

потенциальные разработки и вероятные последствия», Журнал Мирового общества будущего, 2009 г.

[33] К. Суванратчататами, М. Мацумото и С. Хасимото, «Роботизированная система тактильных датчиков и приложения», IEEE Trans. по промышленной электронике, том. 57, нет. 3, стр. 1074–1087, март 2010 г.

[34] Г. Рейнхарт и С. Зайдан, «Общая структура для программирования взаимодействующих промышленных роботов на основе деталей», в Proc.2009 Int. конф. по мехатронике и автоматике (Чанчунь, Китай), август 2009 г., стр. 37–42.

[35] Р. Р. Мерфи, Т. Номура, А. Биллард и Дж. Л. Берк, «Взаимодействие человека и робота», IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 17, нет. 2, стр. 85–89, июнь 2010 г.