

# БОЛЬШЕ САМООБУЧАЮЩЕГОСЯ ОБОРУДОВАНИЯ — МЕНЬШЕ РИСКОВ

Тина Халл (Tina Hull)  
Перевод: Владимир Рентюк

**В скором времени безопасность автоматизации будет обеспечиваться в том числе самообучающимися машинами и оборудованием. Благодаря достижениям в области искусственного интеллекта (англ. Artificial intelligence, AI) и машинного обучения (англ. machine learning, ML) роботы и другое промышленное оборудование, при функционировании которого необходимо соблюдение особых мер безопасности, смогут учиться на большом массиве соответствующих данных.**

Для того чтобы максимально изолировать машины от персонала, необходимо уделять основное внимание мерам промышленной безопасности. Технологические достижения в области оборудования для автоматизации позволили машинам, в частности коллаборативным, то есть предназначенным для совместного труда, находиться в общей рабочей зоне и в тесном контакте с операторами. Эти механизмы и устройства имеют такие особенности, как закругленные края и датчики обратной связи по силе, что снижает вероятность получения травмы человеком при непосредственном контакте с машиной.

Кроме того, системы автоматизации переходят с фиксированного размещения на автономную мобильность, то есть получают возможность перемещаться в широком пространстве (рис. 1). Одно производственное решение, предназначенное для преобразования текущего производства в современное предприятие, имеет подключение для совместной работы коллаборативного робота-манипулятора к мобильной навигационной базе. Чтобы инженеры-конструкторы могли эффективно применять меры по снижению риска для таких инноваций, они должны понимать требования технологии, ее потенциальные опасности и способы работы операторов в новой производственной реальности.

По мере усложнения систем производителям роботизированного оборудования становит-



**Рис. 1.** Автономные мобильные роботы могут самостоятельно перемещаться по объекту с помощью встроенного программного обеспечения для ориентации в пространстве на данной местности. Изображения предоставлены компанией Omron Automation Americas

ся все труднее анализировать весь объем данных, применимых к плану снижения рисков. Количество информации может быть огромным, а средства, доступные для управления процессом принятия решений, ограничены. Помочь преодолеть эти ограничения может искусственный интеллект (ИИ). Есть несколько вариантов, которые разработчик систем автоматизации мог вовремя не рассмотреть. Именно эти решения в сочетании с высокой вычислительной мощностью делают ИИ неотъемлемой частью перспективных систем автоматизации с акцентом на требования безопасности.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Стандарт IEC МЭК 62061<sup>1</sup>, касающийся связанных с безопасностью электрических, электронных и программируемых электронных систем управления, определяет функциональную безопасность (англ. functional safety) как «часть

безопасности машины и системы управления машины, которая зависит от корректного функционирования связанной с безопасностью электрической системы управления (Safety-Related Electrical Control System, SRECS — электрическая система управления, отказ которой может непосредственно привести к увеличению рисков), систем, связанных с безопасностью, основанных на других технологиях и внешних средствах снижения риска».

В этом определении будет больше смысла, если переформулировать его так, чтобы говорить о цели, предусматривающей разработку системы, которая в случае нештатной ситуации будет давать сбой предсказуемым образом. Обрабатывающая промышленность уже давно освоила такие аппаратные решения. Стандарты безопасности предоставляют производителям, интеграторам и конечным пользователям методологию наилучшей практики для достижения приемлемых уровней риска для этих решений.

1. В этом направлении в РФ действует ГОСТ Р МЭК 62061-2015 «Безопасность оборудования. Функциональная безопасность систем управления электрических, электронных и программируемых электронных, связанных с безопасностью», который идентичен международному стандарту IEC 62061:2005+A1:2012 Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems. — Прим. пер.

Можно также опираться на эти стандарты, чтобы помочь определить требования безопасности при разработке новых роботизированных технологий.

В настоящее время еще не существует отдельных стандартов безопасности специально для промышленного робота, интегрированного с мобильной платформой. Однако для оценки рисков можно собрать соответствующую информацию из действующих сегодня стандартов безопасности, таких как ANSI B11.0 или ISO 12100, ANSI RIA R15.06 или ISO 10218-2<sup>2</sup> для промышленных роботизированных систем, ANSI/RIA R15.606 или ISO 15066 для коллаборативных роботов<sup>3</sup>, ANSI/IT SDF B56.5 или EN 1525 (подлежит замене на ISO 3691-4 «Машины напольного транспорта, штабелеры и погрузчики с платформой с большой высотой подъема») и ISO 13849-1<sup>4</sup> для прогнозирования и валидации отказов. Кроме того, все источники опасности и рекомендуемые меры по снижению риска должны быть четко и однозначно указаны в инструкциях по эксплуатации от поставщиков такого оборудования.

После определения применимых стандартов инженер в своем конечном решении должен оценить и учесть все, что оказывает то или иное влияние на безопасность, а именно: изучить непосредственно сам рабочий процесс, препятствия, доступность, предусмотреть вероятность неправильного использования и обучение. Технологии также играют роль, поскольку ошибка в организации обратной связи может вызвать помехи для измерения, что окажет влияние на отслеживание текущего положения и назначения манипуляторов, вызвав их недетерминированное поведение. Инженеры, кроме того, должны рассмотреть способы, с помощью которых система поглощает энергию, методы, используемые для ограничения силы, и применение функций безопасности.

## ИНТЕГРАЦИЯ ИИ В СИСТЕМУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Основной проблемой обеспечения безопасности технологий будущего является не нехватка соответствующей информации, а скорее ее избыток. Когда переменных слишком много, основные ограничения разработки простых бинарных правил для представления прошлого опыта становятся еще более очевидными. По мере развития технологий, в то время как разработка стандартов отстает, разработчикам часто приходится делать прогнозы на будущее, отсутствие стандартизированного подхода заставляет их переоценивать или недооценивать необходимые функции безопасности.

Производители роботизированного оборудования могут работать с этой информацией более эффективно, если они расширяют свой набор инструментов, поддерживая процессы обработки данных и принятия решений. В частности, они могут найти нужное решение в форме алгоритмов ИИ и машинного обучения. Система ИИ могла бы рекомендовать новые системно ориентированные руководящие принципы, основанные на тематическом обучении и данных исследований, по мере их появления.

Машинное обучение выявляет скрытые корреляции, анализируя большие объемы данных, что позволяет выяснить основные закономерности и тенденции, которые трудно увидеть с помощью традиционных статистических инструментов. А люди, исходя из этих корреляций, могут создавать абстрактные модели и проводить эксперименты, чтобы определить, насколько хорошо такие модели работают в реальных условиях.

Конструкторы и инженеры могут полагаться на интеллектуальную систему, которая будет руководить проектированием, позволяя

2. В данной области в РФ действует ГОСТ Р 60.1.2.2-2016/ISO 10218-2:2011 «Роботы и робототехнические устройства. Требования по безопасности для промышленных роботов. Часть 2. Робототехнические системы и их интеграция», идентичный международному стандарту ISO 10218-2:2011 Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots - Part 2: Robot systems and integration, IDT. — Прим. пер.

3. В РФ согласно ГОСТ Р 60.1.2.1-2016/ISO 10218-1:2011 в этом направлении «при разработке совместных операций необходимо руководствоваться ISO 10218-2. Дополнительная информация будет приведена в ИСО/ТС 15066 (в настоящее время находится в разработке). — Прим. пер.

4. В этом направлении в РФ действует стандарт ГОСТ Р ИСО 13849-1-2003, который представляет собой идентичный текст международного стандарта ИСО 13849-1-99 «Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования». — Прим. пер.



**Рис. 2.**

Фабрика будущего для повышения качества, гибкости, эффективности и отслеживаемости использует искусственный интеллект и мобильные манипуляторы

использовать лучшие подходы и максимально приблизиться к желаемому решению.

С другой стороны, ИИ крайне важен для устранения предубеждений, которые могут помешать принятию решений. Поскольку память — это большая часть того, на основании чего мозг принимает решения, восприятие экспертами прошлого опыта может привести к ошибкам, влияющим на то, как они справляются с новыми ситуациями. Эксперт также может либо не признать, что важная информация отсутствует, либо совершить ошибку, если в начале процесса займется поиском решения для конечной точки. Алгоритмы машинного обучения уменьшают такие ошибки, потому что находят шаблоны в текущих и фактических данных, которые помогают решить конкретную проблему как часть процесса, используя либо контролируемый обучающий набор, либо неконтролируемую отправную точку.

## ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ

Движущей силой внедрения ИИ в промышленное оборудование является огромное количество информации, связанной с безопасностью, что характерно для современных производственных мощностей (рис. 2). В настоящее время имеется так много данных, что даже опытные работники испытывают трудности с обучением и сохранением этого материала в своей памяти, не говоря уже о молодых сотрудниках, только начинающих свою карьеру. Приучая машины учиться самостоятельно, компании могут воспользоваться мощным инструментом снижения рисков, который предоставит как краткосрочные, так и долгосрочные

данные о требованиях безопасности в постоянно изменяющейся среде.

Все, что сегодня применяется в решениях безопасности, основано на том, что инженеры, операторы и производители извлекли уроки из прошлого. Здесь можно сказать, что стандарты безопасности, как и армейские уставы, написаны кровью. В этом смысле ИИ не так уж от нас и отличается. Люди и алгоритмы не появляются с уже готовым набором знаний о промышленной безопасности — мы все должны устанавливать связи, используя свой опыт, который можно применить в тех или иных новых ситуациях. Прошлое — это фундамент и кирпичики для будущего безопасности. Мы узнаем, что работает, а что нет, и используем эти знания для принятия последующих решений. Искусственный интеллект работает так же.

