

## Основные риски взаимодействия робот-человек и способы их минимизации

Д.Е. Чикрин, К.Р. Смольникова  
ФГАОУ ВО КФУ, г. Казань, Российская Федерация, [dmitry.kfu@ya.ru](mailto:dmitry.kfu@ya.ru),  
[krsmolnikova@mail.ru](mailto:krsmolnikova@mail.ru)

### Main risks of cobot-human interaction and ways to minimize them

Dmitry E. Chickrin, Kamilla R. Smolnikova  
Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia, [dmitry.kfu@ya.ru](mailto:dmitry.kfu@ya.ru),  
[krsmolnikova@mail.ru](mailto:krsmolnikova@mail.ru)

Деятельность оператора в процессе взаимодействия с коллаборативной робототехникой преследует множество рисков, один из которых заключается в операторских ошибках при совместной работе с роботом.

В данной работе в табличной форме рассматриваются возможные риски при взаимодействии оператора с роботом и способы их минимизации в системе «робот-человек».

Ключевые слова: роботы, коллаборативные роботы, взаимодействие робота и оператора, риски.

В целях оценки рисков взаимодействия в системе робот-человек в табличной форме (см. табл. 1) продемонстрированы возможные операторские ошибки и способы их минимизации при работе с роботом в каждом сценарии взаимодействия. Оценка рисков и способы их минимизации в целом позволит эффективнее взаимодействовать с роботами и как следствие снизить/устранить операторские ошибки.

Таблица 1 — Операторские ошибки и способы их минимизации  
в сценариях взаимодействия с роботом

Критерий	Сценарии взаимодействия [2]			
	I. Контролируемая остановка с учетом требований безопасности	II. Ручное управление	III. Контроль скорости и распределения зон	IV. Ограничение мощности и усилия
Участие оператора	Ограничено во время работы робота.	Контроль во время обучения.	Нет контроля в совместной рабочей зоне.	Зависит от применения.

	Не имеет контроля.		Работа кобота зависит от заранее настроенных в его управляющей программе зон.	Оператор работает одновременно. Контролируется сила и мощность при контакте.
Техника кобота	Остановка обеспечивается без потери мощности двигателей. Кобот не двигается в случае остановки. Несовместная работа кобота, в случае отсутствия оператора в совместной зоне.	Ввод данных и управление движением осуществляет оператор. Кобот не обучается – работает в режиме манипулятора. Обучается – не работает в автоматическом режиме.	Одновременная работа. Минимальное раздельное расстояние для выполнения задач. Свободное передвижение, в случае близкого расстояния, кобот останавливается и не двигается.	Не может превысить мощность чрезвычайной силы. Свободное передвижение в совместном рабочем пространстве. Одновременная работа, возможен намеренный и непреднамеренный прямой контакт.
Операторская ошибка	Вход в запретное пространство во время работы кобота.	Неверный ввод данных или управление движением	Неверно настроена система в управляющей программе.	Неверный выбор приложения
Способ минимизации операторской ошибки [4]	Эвристика аффекта	Эвристика доступности	Эффект привязки	Ошибка планирования

Одним из ключевых способов минимизации операторских ошибок заключается в исследовании когнитивных искажений при принятии решений оператором во время взаимодействия с коботом. При

данных условиях (см. таб. 1) рассмотрим каждый способ минимизации операторской ошибки применительно к каждому методу взаимодействия.

I. В первом методе взаимодействия операторская ошибка основывается на модели принятия решения, предполагающая отсутствие рационального анализа всех возможных вариантов, т.е. операторское решение принимается на основе своих эмоций и чувств. Иными словами, оператору необходимо оценивать свои эмоции и чувства, чтобы не принимать ошибочные решения на основе «Эвристики аффекта».

II. Во втором методе взаимодействия операторская ошибка может приводить к систематическим ошибкам в принятии неверных решений. В данной ситуации оператор оценивает вероятность событий на основе того, насколько легко это событие приходит на ум, т.е. происходит интуитивный процесс без проверки информации и оценивания ее критически.

III. В третьем методе взаимодействия действия оператора приводят к ошибке из-за того, что оператор изначально полагался на первоначальную информацию при принятии решения. В данном случае для минимизации ошибок необходимо не только делать процесс более понятным и использовать систему обратной связи для коррекции действий, а также использовать логические рассуждения и анализ данных.

IV. В четвертом методе взаимодействия оператор работает одновременно с роботом, в том числе возможен намеренный и непреднамеренный прямой контакт. Именно поэтому в данном методе необходимо минимизировать всевозможные риски и ошибки. Для этого необходимо разрабатывать четкий план работы с роботом, оценивать операторские возможности и ресурсы еще до начала взаимодействия с роботом, при этом учитывая трудности и проблемы, которые могут возникнуть в процессе коллаборации. Также необходимо постоянно контролировать выполнение плана и корректировать его при необходимости.

Исследование человеко-машинных систем в долгосрочной перспективе приобретает особую актуальность и является важным направлением государственной политики в рамках стратегии научно-технологического развития России.

Ошибка – это неизбежный аспект, а ошибки, допущенные оператором – исследование в полной мере неразработанное в современной науке. Следовательно, недооценка рисков оператором может привести к авариям и причинению вреда здоровью.

В данной работе приведен способ минимизации операторских ошибок в целях избежания принятия неверных решений оператором во время взаимодействия с роботом через понимание когнитивных искажений.

## **Благодарности**

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («ПРИОРИТЕТ-2030»).

## **Литература**

1. ГОСТ Р 60.1.2.3-2021/ISO/TS 15066:2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Роботы и робототехнические устройства. Требования безопасности для роботов, работающих совместно с человеком // СПС «КонсультантПлюс».
2. Daniel Kahneman. Thinking, Fast and Slow. Macmillan. ISBN 978-1-4299-6935-2. Retrieved April 8, 2012. – 499 с.

## **Реализация задачи сборки коллаборативной робототехнической ячейки с применением системы визуального контроля действий человека**

У Го, В.В. Серебряный, М.А. Шереужев  
*МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, ug@student.bmstu.ru,  
vsereb@bmstu.ru, shereuzhev@bmstu.ru*

## **Implementation of the task of assembling a collaborative robotic cell using a visual control system for human actions**

Guo Wu, Vladimir V. Serebrenny, Madin A. Shereuzhev  
*Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia,  
ug@student.bmstu.ru, vsereb@bmstu.ru, shereuzhev@bmstu.ru*

Система визуального контроля действий человека, прежде всего, необходима для обеспечения безопасного взаимодействия между человеком и роботом. В данной работе была разработана визуальная супервизорная система для коллаборативной робототехнической ячейки при задаче сборки. Понимание сцены сборки включает в себя идентификацию объектов сборки и распознавание действий, выполняемых человеком. С использованием системы компьютерного зрения (СТЗ), объекты, предназначенные для сборки, могут быть точно идентифицированы и позиционированы. В данной работе был рассмотрен процесс сборки ручки ящика. Детектор YOLOv5 был обучен