

# Усъвършенстваната роботика и автоматизацията: последици за безопасността и здравето при работа

## Обобщение

Автори: Patricia Helen Rosen, Федерален институт по безопасност и здраве при работа (BAuA), Eva Heinold, Федерален институт по безопасност и здраве при работа (BAuA), Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL, Sascha Wischniewski, Федерален институт по безопасност и здраве при работа (BAuA)

Управление на проекта: Ioannis Anyfantis, Annick Starren, Emmanuelle Brun (EU-OSHA).

Настоящото обобщение е на доклад, възложен от Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA). В него, включително в изразените мнения и/или заключения, се съдържа единствено мнението на авторите и не се отразява непременно становището на EU-OSHA.

Нито Европейската агенция, нито което и да е лице, действащо от името на Агенцията, носят отговорност за начина, по който би могла да бъде използвана съдържащата се в настоящата публикация информация.

© Европейска агенция за безопасност и здраве при работа, 2023 г.

Възпроизвеждането е разрешено, при условие че се посочи източникът.

За използването или възпроизвеждането на снимки или други материали, за които EU-OSHA не е носител на авторското право, трябва да се поиска разрешение директно от носителите на авторските права.

## Съдържание

<b>Съдържание</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Въведение и цели</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Методология</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Усъвършенствана роботика и видове задачи</b> .....	<b>3</b>
3.1 Пълна автоматизация (заместване) на задачите на базата на усъвършенствана роботика .....	3
3.1.1 Свързани с хора .....	3
3.1.2 Свързани с предмети .....	4
3.2 Полуавтоматизация (помощ) на задачите на базата на усъвършенствана роботика ....	4
3.2.1 Свързани с хора .....	4
3.2.2 Свързани с предмети .....	5
3.2.3 Свързани с информация .....	5
3.3 Въздействие върху заетостта .....	5
3.4 Въздействие върху секторите .....	6
<b>4 Последици за БЗР</b> .....	<b>6</b>
4.1 Психосоциални ефекти .....	6
4.1.1 Проектиране на задачите .....	7
4.1.2 Проектиране на взаимодействието .....	7
4.1.3 Експлоатация и контрол .....	8
4.2 Физични ефекти .....	9
4.3 Въздействие върху организацията .....	10
4.4 Стандарти .....	11
4.5 Оценка на риска .....	11
<b>5 Резюме и заключение</b> .....	<b>12</b>
<b>Използвани източници</b> .....	<b>14</b>

## 1 Въведение и цели

Този документ е елемент от изследването на EU-OSHA: „Overview of Policies, Research and Practices in Relation to Advanced Robotics and AI-based Systems for Automation of Tasks and OSH“ (Преглед на политиките, изследванията и практиките във връзка с усъвършенстваната роботика и основаните на ИИ системи за автоматизация на задачите, и БЗР). Целите на настоящия доклад, спазвайки таксономията, разработена в доклада на EU-OSHA „Advanced robotics, artificial intelligence and the automation of tasks: definitions, uses, policies and strategies and occupational safety and health“ (EU-OSHA, 2022a) (Усъвършенствана роботика, изкуствен интелект и автоматизация на задачите: определения, употреби, политики и стратегии и безопасността и здравето при работа), са да се представят предизвикателствата и възможностите, свързани с безопасността и здравето при работа (БЗР) във връзка с автоматизацията на физическите задачи чрез роботизирани системи. В помощ на изпълнението на физически задачи или тяхното заместване се внедряват главно съвременни роботизирани технологии като мобилни роботи, монтажни роботи и екзоскелетни роботи, а обхватът на физическите задачи и функциите, които те могат да поддържат, непрекъснато се разширява. Освен това в настоящия доклад се разглеждат различни икономически отрасли и работни места, при които физическите задачи са напълно или полуавтоматизирани. Накрая са разгледани въздействието, което автоматизацията чрез роботизирани системи оказва върху свързаните с работата физически, психосоциални и организационни аспекти на БЗР, и съответно предизвикателствата, както и възможностите за БЗР към настоящия момент и в бъдеще.

## 2 Методология

Приложената методология и основните източници на данни, използвани за настоящия доклад, включват систематични прегледи и мета анализи, както и преглед на литературата за служебно ползване и търсене сред позовавания с цел идентифициране на други научни изследвания. Основните области, обхванати при прегледите, са изкуственият интелект (ИИ), взаимодействието човек-робот (HRI) и автоматизацията на задачите, както и конкретен низ популация–експозиция-резултати. Проверени са общо 4 070 резултата, от които 111 съдържат относима информация за този проект. За допълване на констатациите бяха проведени допълнителни изследвания на писмени източници за различни отрасли. Освен това бяха проведени полуструктурирани интервюта с подбрана група експерти в областта на усъвършенстваната роботика, за да се добие допълнителна представа по качествени показатели за автоматизацията на физическите задачи. Бяха проведени общо девет интервюта.

## 3 Усъвършенствана роботика и видове задачи

След това резултатите от изследването бяха категоризирани на задачи, свързани: с хора, с информация и с предмети, както и според това дали въпросната задача е напълно автоматизирана или полуавтоматизирана. Като едно допълнително ниво автоматизираните задачи са разделени на рутинни или нерутинни задачи, когато е било възможно да бъдат определени като такива. Резултатите показват, че в разгледаните писмени източници не са представени всички възможни комбинации между тези категории. Наличните понастоящем системи поддържат предимно рутинни задачи. С развитието на бъдещите технологични способности обаче ще стане по-възможно и автоматизирането на по-нерутинни задачи.

### 3.1 Пълна автоматизация (заместване) на задачите на базата на усъвършенствана роботика

#### 3.1.1 Свързани с хора

В рамките на задачите, свързани с хора, е налице някаква форма на взаимодействие между човек и технологията. Това взаимодействие не се ограничава конкретно до потребителя и технологията, а може да се разпростира и отвъд тези участници. Роботизираните системи в помощ на медицинските сестри за повдигане на пациенти са отличен пример за автоматизиране на задача, свързана с хора.

### Рутинна задача

За да бъде класифициран като рутинна задача, автоматизираният процес трябва да съдържа елемент на повторение в своите стъпки, който не се променя в рамките на изпълнението. Определението за рутинна задача от технологична гледна точка е много по-тясно, отколкото от човешка гледна точка. Примери за физически рутинни задачи, свързани с хора, могат да се намерят предимно в сектора на **здравеопазването**. Роботизираните **медицински асистенти** са в помощ на медицинските сестри при изпълнението на задачи, които не са от критично значение за тях, и оказват влияние както върху психическото, така и върху физическото им натоварване в работата. Един пример е вкарването на игла за **вземане на кръв** или за инжектиране на лекарство. Специализираните медицински роботи могат да **повдигат пациенти** от леглото и да ги настаняват в инвалидна количка или да им помагат да се изправят без помощта на медицинска сестра (Kurgarini и кол., 2021 г.). **Разхождането на пациенти и хващането на предмети** също може да бъде напълно автоматизирано. Помощта за **пиене и хранене** е друга, обикновено изискваща много време и усилие задача в здравеопазването (Kurgarini и кол., 2021 г.). Специализираните **хирургически роботи** помагат и съдействат на медицинските специалисти при изпълнението на различни задачи. Зашиването с конци по време на хирургична интервенция се извършва рутинно от хирурзи и е жизненоважен фактор за цялостния успех на операцията (Manolesou и кол., 2021 г.).

#### 3.1.2 Свързани с предмети

Физическите задачи, свързани с предмети, вероятно са най-познатата сфера на приложение на роботизираните системи. Промислените роботи, които изпълняват задачи по вземане и поставяне, са едни от първите напълно автоматизирани системи, въведени на работното място.

### Рутинна задача

Задачи като **заваряване, сглобяване, боядисване чрез пръскане, опаковане и подреждане, рязане, преместване и шлайфане**, като промишлени операции могат да бъдат напълно автоматизирани чрез роботизирани системи (Iqbal и кол., 2016 г.). Тези задачи съответстват на докладваните от интервюираните експерти, които освен това посочват **повдигането на тежки товари**, прецизни физически дейности като операции по **вземане и поставяне**, и производство на малки по обем монтажни детайли в изделия с множество детайли/прецизни операции. **Логистичните и транспортните задачи** са често срещани приложения в складове, болници и супермаркети. Приложенията на роботиката в **минното дело** са широкообхватни и включват експлоатацията на тежка машинна техника и операции по **повдигане**, роботизирано **дозироване, изкопаване и извозване**, както и роботизирано **сондиране** и евентуално **боравене с експлозиви** (Plotnikov и кол., 2020 г.).

## 3.2 Полуавтоматизация (помощ) на задачите на базата на усъвършенствана роботика

Въпреки че някои роботизирани системи вече притежават технологичното съвършенство да изпълняват задачи напълно автономно, има редица задачи, в които се използва частична автоматизация, и в които човекът все още участва активно в процеса, но не в надзорна функция.

### 3.2.1 Свързани с хора

#### Рутинна задача

Медицинската работна среда съдържа редица дребни физически задачи, които се изпълняват рутинно за пациентите. Други задачи в работата на медицинските сестри, за които се използват роботи като помощно средство, са задачи, **свързани с обличането и с личната хигиена** (Kurgarini и кол., 2021 г.). Въпреки че самият процес може да е различен за отделните пациенти, ръчното обслужване на пациента под формата на преместване и **повдигане** е както трудоемка, така и често повтаряща се задача. Когато се използва роботизирана система, медицинският персонал може само да помага на пациента в случай на опасност от падане или нараняване (Hu и кол., 2011 г.). Въпреки че тези задачи могат да бъдат напълно автоматизирани, понастоящем в тази област са по-разпространени полуавтоматизираните системи.

## 3.2.2 Свързани с предмети

### Рутинна задача

В производствената среда много често някои задачи преднамерено преминават от напълно неавтоматизирани към полуавтоматизирани чрез внедряването на роботизирани системи. Усъвършенстваната роботика в промишлена и производствена среда изпълнява множество задачи, вариращи от **поемане, опаковане и палетизиране, заваряване, сглобяване на изделия и манипулации с материали, до проверки на продукти** (Matheson и кол., 2019 г.). Понастоящем тези видове задачи се изпълняват с различна степен на участие или надзор от страна на човека, вариращи от съвместно извършване на операциите до контрол. Някои от тези задачи са тясно свързани със сферата на строителството. Примери за такива задачи са автоматизираното роботизирано **зидане, преместването на тежки предмети** с роботизирана ръка и захващач, управлявани от строителен работник, и бетонните помпи, оборудвани със специализирани сензори, които позволяват измерване на критични за операциите променливи като ориентация, ъгли, дълбочини и разстояния.

## 3.2.3 Свързани с информация

### Рутинна задача

Както бе посочено за напълно автоматизираните задачи, от прегледа на писмени източници не бяха установени изследвания относно свързани с информация физически задачи, изпълнявани от усъвършенствани роботизирани системи. При изследването на реално внедрени роботизирани системи обаче бяха идентифицирани такива, които използват сензори за събиране на информация от околната среда, които същевременно разполагат и с възможности за обработване на тези данни, което би могло да им осигури възможност да предлагат действия, да предприемат действия или само да подават предупредителен сигнал. Въпреки че има случаи на използване на такъв вид свързани с информация приложения на усъвършенствани роботизирани системи, липсват изследвания относно тяхното въздействие върху БЗР както на когнитивно, така и на физическо равнище.

## 3.3 Въздействие върху заетостта

През цялото десетилетие се наблюдава нарастване на заетостта сред високообразовани групи професии с по-аналитична насоченост, които притежават умения за бързо учене и приспособяване към новото развитие в технологиите. Преквалификацията на работещите се разглежда както като последица от продължаващия растеж в сектора, така и като необходима стъпка за това (de Vries и кол., 2020 г.). По-нататък това е свързано с ширещото се послание, че настоящите промени, дължащи се на роботизираните системи, ще доведат до преосмисляне на образователните цели на наетите лица, насърчаване на идеята за непрекъснатото учене и развиване на правилни, адаптивни и нови умения (Kim & Park, 2020 г.).

Хората, работещи в областта на **здравеопазването**, ще усетят въздействието на автоматизацията на физическите задачи. Установено е, че болничните работни места, за които не се изисква дори бакалавърска степен, са на изчезване, което показва преориентиране към работа, основана повече на знанието и когнитивни задачи (Terminino и Rimbaud Gilibert, 2018 г.). Основното въздействие, което автоматизацията на физическите задачи чрез роботизирани системи се очаква да окаже върху медицинските сестри, е че общото им физическо натоварване ще се намали (Denault и кол., 2019 г.). Изследванията на Sen и кол. (2020 г.) относно свързаните с работата мускулно-скелетни смущения в **миннодобивния** сектор показват, че полза от автоматизацията ще имат работните места конкретно в областта на минното дело, поради намаляването на мускулно-скелетните смущения и цялостния риск на работното място. **Складовете на едро** също могат да бъдат опасна среда. Често срещаните рискове за безопасността на наетите лица са опасността от подхлъзване, препъване и падане от височини. Чрез използването на роботи за намаляване на необходимостта от това наетите лица да работят на големи височини или да си служат с високорисково оборудване, като например мотокари, операторите биха могли да постигнат значителни ползи за безопасността. За **строителните** работници едно от основните предимства при използването на роботиката е в потенциала ѝ на помощно средство при извършването на повтарящи се или опасни строителни задачи. Този

преход обаче означава също, че всички групи работещи ще трябва да придобият нови умения за това как да боравят с машините и да ги контролират.

### 3.4 Въздействие върху секторите

Анализът на автоматизираните физически задачи в различните сектори показва голям брой на автоматизираните или помощни задачи в сектора на **здравето на човека и социалните дейности**. Тук по-голямата част от тези задачи са в болничната дейност. Множеството възможни приложения на роботизирани системи показва, че в близко бъдеще инсталирането на роботи в такъв вид работна среда ще набира скорост. На секторно равнище здравеопазването и социалните дейности вероятно ще продължават да нарастват по значимост, както и като основна област на приложение за роботизираните системи.

На второ място по сила на въздействието е **производственият** сектор. Налице е съгласие сред експертите по отношение на факта, че в момента производственият сектор е основната област на внедряване на усъвършенствана роботика. Съществуват многобройни примери за почти напълно автоматизирани производствени инсталации в области като автомобилната промишленост.

Общият сектор на **транспорта и съхранението** също се разглежда много често в научната литература и се посочва от експертите. По-специално логистичните услуги претърпяват бързи промени, дължащи се на увеличаването на електронната търговия, масовото персонализиране и философията на доставки „точно навреме“. Процесът на заместване на труда с автоматизация и роботика се разраства и в съвременните процеси на **минното дело**. По-рядко срещани в научната литература, но подчертано посочвани от експертите са секторите на **строителството и селското и горското стопанство и рибарството**.

## 4 Последици за БЗР

### 4.1 Психосоциални ефекти

Множество психологически аспекти се обсъждат включително и независимо от конкретния вид задача и могат до известна степен да са валидни и за физически задачи. Обзорният преглед на взаимодействието човек-машина и здравето на работното място представя съответните категории взаимодействия човек-машина за целите на анализите на последствията във връзка с автоматизацията на задачите. Съответните категории са *„разпределяне на функциите, проектиране на интерфейса и взаимодействието, както и експлоатация и контрол на машините и системите“* (Robelski и Wischniewski, 2018 г.). Аспектът на разпределянето на функциите в рамките на автоматизацията на задачите изисква самата работна задача да определя какво да бъде разпределението на функциите между човека и машините, в случая — на усъвършенстваните роботизирани системи (Robelski и Wischniewski, 2018 г.). Често срещано явление във връзка с автоматизацията на задачите е самодоволството от автоматизацията. Проучванията показват, че експертният опит и обучението нямат смекчаващо въздействие върху появата на самодоволство. Както се обобщава от Parasuraman и Manzey (2010 г.), в научната литература е налице консенсус, че съществуват три основни фактора, допринасящи за възникването на пристрастие по отношение на автоматизацията. Първият се отнася до наблюдаваната в процесите на вземане на решения склонност на хората да поемат по пътя, по който са необходими най-малко когнитивни/умствени усилия. Вторият фактор разглежда тенденцията потребителите да надценяват ефективността и надмощието на системите за автоматизация. Третият фактор, допринасящ за пристрастието по отношение на автоматизацията, е едно явление, което се наблюдава и при задачи, съвместно изпълнявани от хора. Това е размиването на отговорността, което води до „социална леност“ — склонността хората да намаляват собствените си усилия, когато работят заедно с други хора (Parasuraman и Manzey, 2010 г.).

#### Доверие

В значителен брой проучвания се изследват предпоставките за доверието в роботизираните системи. Налице е консенсус, че предпоставките, които оказват значително влияние върху доверието на човека към роботизираните системи, могат да бъдат свързани с човека, роботите или контекста, и следователно трябва да бъдат внимателно вземани предвид, когато се

използват роботизирани системи за автоматизиране на задачите (Hancock и кол., 2011 г.; Hancock и кол., 2020 г.). В рамките на свързаните с роботите предпоставки, атрибутите на работа и неговата ефективност имат най-голямо влияние върху доверието. Важно е да се вземат предвид не само аспектите, укрепващи доверието, но и да се има предвид, че някои аспекти могат да имат отрицателен ефект върху изпълнението на задачите или други проблеми (Hancock и кол., 2020 г.). Неподходящият антропоморфизъм може да доведе до опасни ситуации като неочаквано поведение, неразпознаване на неизправности в автоматизацията или твърде бавни реакции при авария в автоматизацията (Paradimitriou и кол., 2020 г.).

### **4.1.1 Проектиране на задачите**

#### **Контрол на работното място**

Концепцията за контрол на работното място, която включва измеренията на свободата на вземане на решения, сроковете и контрола върху методите, има дълга история в професионалната психология. Положителното въздействие, което контролът на работното място може да окаже върху благосъстоянието, мотивацията, удовлетвореността и психичното здраве на работещите, по-специално като спомага за постигането на равновесие спрямо високите изисквания в работата, е много добре описано в научната литература (Bakker и Demerouti, 2007 г.; Karasek, 1979 г., 1998 г.). Във връзка с променящите се характеристики на задачите и променените нива на контрол на работното място при използване на усъвършенствана роботика за (полу) автоматизация на задачите, интервюираните експерти посочват също така риска от липса на увереност в собствената способност за ефективни действия, произтичащ от новите или изменени задачи. Ако обаче не са изяснени границите на задачите и на системата, може да възникне риск контролът на работното място или свободата на вземане на решения да станат твърде големи, което отново може да доведе до влошаване на благосъстоянието или до стрес.

#### **Усещане за контрол**

Работещите хора могат да възприемат по различен начин характеристиките на задачите, определяни от равнището на контрол на работното място. Следователно, тясно свързано с понятието за контрол на работното място е субективното усещане за контрол, което също е утвърдено понятие в психологията (Spector, 1998 г.). Нарастващата автономност на роботизирани системи може да бъде стимул за работещите да им възлагат задачи, които системата е в състояние да изпълнява, без да губят усещането си за контрол върху ситуацията. Рискът от загуба на контрол, независимо дали е субективно усещане или обективно обстоятелство, също беше изрично посочван от интервюираните експерти. Освен това експертите подчертаваха, че принципът за „контрол от човека“ следва да се разглежда като ръководен принцип при проектирането.

#### **Интензивност на труда и деквалифициране**

По отношение на проектирането на работните задачи много често обсъждано и разглеждано психосоциално условие на труда е аспектът на интензивността на работата, както това е разгледано например във връзка с контрола на работното място в модела „Job-Demand-Control“ (работна задача – изисквания - контрол) (Karasek, 1979 г., 1998 г.) или в по-разширения модел „Job-Demand-Resources“ (работа/работна задача – изисквания - ресурси) (Demerouti и кол., 2001 г.). Намалването на разнообразието от умения се разглежда и в потенциалната поляризация на работните места — хипотеза, обсъдена във връзка с автоматизацията на задачите и цифровизацията на работните системи. Казано по опростен начин, за работните места с ниско ниво на квалификация, автоматизацията на сложни рутинни задачи ще доведе до съсредоточаване на работата върху още по-прости задачи, вместо да се дава възможност на хората да изпълняват задачи, които изискват по-високо ниво на уменията.

### **4.1.2 Проектиране на взаимодействието**

В научната литература се разглеждат редица аспекти на проектирането на взаимодействието с роботизирани системи във връзка с различни аспекти на БЗР. Аспектите на проектирането на работното място и проектирането на взаимодействието могат да бъдат свързани с различни характеристики. Те могат например да бъдат свързани с външния вид и формата на работещата система, поведението и движението ѝ или взаимодействието с нея, както и с начините и каналите на комуникация. В обхвата на разглеждането в областта на поведението на



роботизираното движение попадат аспекти като скорост, ускорение и отрицателно ускорение, траекториите и начините на приближаване или преминаване. Комуникацията между човека и усъвършенстваната роботика може да бъде проектирана в различна степен. Различните аспекти на проектирането на взаимодействието са свързани с рисковете и възможностите за БЗР в различна степен. Освен това общата цел е да се повиши чувството за благосъстояние, приемане, доверие, положителни емоции и положителен потребителски опит или работен процес (напр. вж. Honig и кол., 2018 г.). Аналогично, от взаимодействието не трябва да се предизвикват нефункционални нива на натовареност, дразнене, напрежение или смущения, и дори трябва да се намаляват, когато това е възможно. Аспектите на проектирането на роботизирането обаче не са самостоятелни съображения и трябва винаги да отчитат разглеждания контекст и работната задача.

### **Антропоморфен дизайн на робот**

Аспектът на формата, и по-точно антропоморфният дизайн на роботизирането се разглежда нашироко в научната литература. Антропоморфното проектиране на роботи може да има положително влияние върху доверието към тях. Характеристиките на дизайна като очи или изражения на лицето могат да насърчат естественото взаимодействие, приемане и харесване, особено в социалната роботика (Fink, 2012 г.). Антропоморфният дизайн обаче може да има и отрицателни последици. Тези характеристики на проектирането пораждаат човешки очаквания по отношение на роботизираните способности и поведение (Zlotowski и кол., 2015 г.). Ако дадена система има характеристики като очи, очакваме роботът да може да обработва визуална информация. Антропоморфният дизайн може да се свързва също така с роботизираните движения или начините на общуване. Несъответствията могат да доведат до дразнене или дори до усещане за значително по-ниска надеждност в промишлена среда (Roesler и кол., 2020 г.). Като цяло обаче, ако дадена антропоморфна характеристика на дизайна не служи за някаква функционална цел, тя не следва да се включва.

### **Принципи на диалога във взаимодействието човек-робот**

Един от стандартите, с които трябва да се направи справка при проектирането на взаимодействието, са принципите на взаимодействието (предишни принципи на диалога), формуирани в стандарта EN ISO 9241—110. Принципите на взаимодействието и общите препоръки за проектирането могат да направляват разработването и оценката на потребителския интерфейс, което ще доведе до повишена използваемост. Те са определени като важни и полезни за проектирането на взаимодействието със системите в контекста на „Промисленост 4.0“ (Fischer и кол., 2017 г.) и са се доказали като подходящ инструмент за оценка от страна на ползвателите на роботизирани системи (Rosen и кол., 2018 г.). По-специално новата степен на автономност, която основаните на ИИ системи и усъвършенстваната роботика въвеждат на работното място, въвежда ново качество на взаимодействието, което би могло да бъде оценено и подобрено чрез прилагане на принципите на диалога на ранен етап от процеса на разработване.

### **Прозрачност на взаимодействието човек-робот**

Необходимо е разработчиците и законодателите да вземат предвид аспекта на отговорността и отчетността във взаимодействието, особено предвид разширяването на способностите и автономността на роботизираните системи. Хората държат роботите отговорни за своите грешки (Kahn и кол., 2012 г.), поне повече от други предмети. Потребителите обвиняват повече робота, а по-малко— другите хора, когато възникнат грешки в работния процес. Не бива обаче просто да се приема, че когато системата предоставя повече информация, това е непременно по-добро за потребителя. Твърде многото информация може да не повишава прозрачността на една система, а да доведе до претоварване с информация и до невъзможност за извършване на подбор и обработване на критичната по значение информация (Fipomoge и кол., 2011 г.). Следователно създаването на достатъчна прозрачност е важно, но сложно начинание.

### **4.1.3 Експлоатация и контрол**

Измерението на експлоатацията и контрола над дадена система може да се разглежда като пряка последица от процеса на разпределяне на функциите и конкретния дизайн на взаимодействието (Robelski и Wischniewski, 2018 г.).

### **Отношение и опит по пътя към роботите и с тях**

Относителната новост на роботизираните системи, които си взаимодействат тясно с хората на работното място, води до неизбежната неопитност и несвикнала с тях работна сила, що се отнася до взаимодействието с тях. Това непознаване може да повлияе на отношението ѝ към тях и да оцвети първоначалния досег. Знаем, че практиката и опитът могат да променят възприемането и отношението от страна на работещите към роботизираните системи. При по-добро познаване новостта на тези системи намалява, тъй като предварителните нагласи за техните способности и поведение еволюират към по-реалистична картина (Sanders, 2019 г.). Вероятно ще се увеличат както доверието, така и приемането, тъй като отношението се формира от продължителността на експозицията на дадена система (Hancock и кол., 2011 г.). Nomura и кол. (2011 г.) установява, че отрицателните нагласи към роботите намаляват с увеличаване на опита от взаимодействието с тях.

### **Социална подкрепа**

Социалната подкрепа на работното място, например от членове на екипа и колеги, се счита за основен фактор, оказващ влияние върху благосъстоянието и удовлетвореността. Изследванията показват смекчаващото въздействие на социалната подкрепа върху възприеманите за стресови фактори, свързани с работата, и намаляване на изпитваното напрежение (Viswesvaran и кол., 1999 г.). (Полу) автоматизацията на задачите, които преди това са били изпълнявани от хора, в крайна сметка може да доведе до нови екипни структури. Възможен риск би могло да бъде намаляването на усещането за социална подкрепа, тъй като взаимодействието с членове на екипите от хора може да намалее.

### **Страх от загуба на работата**

Някои работници не възприемат роботизираните системи като полезна технология, а като потенциален риск за своята заетост. Reichert и Tauchmann (2011 г.) изследват нивата на психологически стрес за работещите с несигурност за работното си място и установяват, че наетите с ниска степен на сигурност страдат от влошено психично здраве. Освен това последиците от несигурността за работното място се изострят за работещите, които вече са със съществуващи проблеми с психичното здраве. По оценка на Kozak и кол. (2020 г.) несигурността за работното място, дължаща се на автоматизацията чрез роботизирани системи, не е ирационален страх от непознатото, а по-скоро рационално осмисляне на рисковете, на които са изложени работещите от автоматизацията на задачите. В това изследване се подчертава необходимостта от по-нататъшно прилагане на политики за развиване на уменията на работната сила, за да се противодейства както на действителната загуба на работни места, така и на субективния страх от това.

## **4.2 Физични ефекти**

Физическото въздействие на автоматизацията на задачите чрез роботизирани системи може да бъде категоризирано според следните потенциални и очаквани ползи и възможни рискове. В категорията на положителното въздействие виждаме, че една от основните области е отдалечаването на работещите хора от опасна или тежка среда (Gharbia и кол., 2019 г.; SEN и кол., 2014 г.). Другата група положителни ефекти е резултат от роботизирани системи, които физически помагат на работещите при изпълнението на конкретни задачи, при които непрекъснатото или повтарящо се физическо натоварване представлява риск за здравето (Kugarini и кол., 2021 г.). В тази категория могат да попаднат много общи задачи, автоматизирани чрез роботизирани системи, като повдигане на работен детайл или дори транспортиране на изделие около работното място. Свързаните с работата мускулно-скелетни болки и наранявания са често срещани сред медицинските сестри. Следователно автоматизацията на особено тежки задачи може да бъде от голяма полза за тяхното здраве. Препоръчително е работните клетки да позволяват намаляване на физическото натоварване чрез промяна на работния цикъл и работа на роботизираната система в съответствие с физическото състояние на оператора. Това е от полза за физическото благосъстояние на работещия според тълкуването, което интервюираните дават за това какво въздействие може да окаже роботът върху работещия.

Освен положителните промени по отношение на физическото състояние на работещия, експертите посочват също, че новите технологии биха могли да доведат до нови видове физически опасности. Тъй като много роботизирани системи понастоящем изпълняват задачи,

които по някакъв начин включват движение, а евентуално и движение с допълнителен физически товар, многократно бяха подчертавани рисковете от сблъсък. Въпреки че сблъсъкът между работещ и самата роботизирана система вече представлява риск за здравето, вероятността от нараняване се увеличава, когато роботът извършва манипулации с предмет или има остър или стърчащ захващач. Непредвидените движения могат да ударят човека или той да попадне в захвата между робота и неподвижна част, например, като се притисне ръката му. Поради това трябва да се определят гранични стойности на силата на допир. Друг рисков фактор са механичните неизправности: ако няма подходяща поддръжка, може да възникне грешка, която да доведе до същите резултати като грешка при контрола.

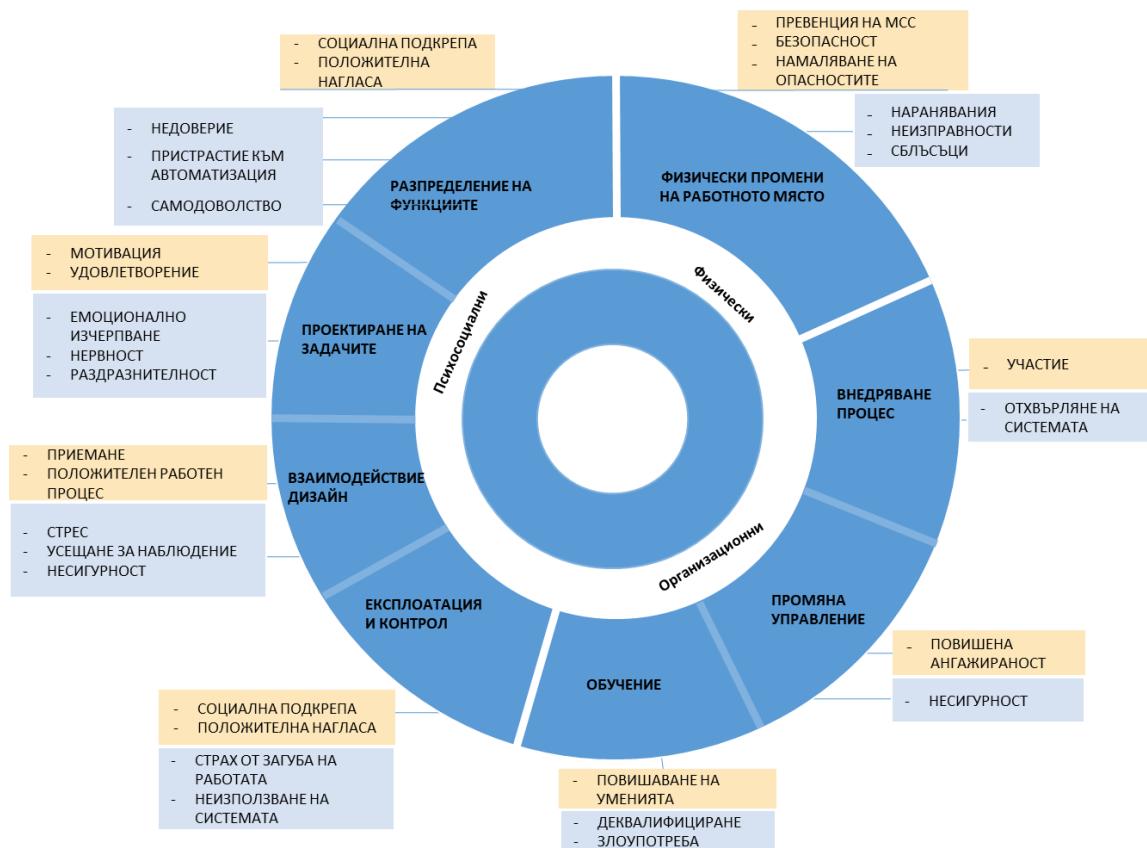
### 4.3 Въздействие върху организацията

Информирането на наетите на работа относно бъдещи промени може да намали чувството за несигурност по отношение на обосноваването на промяната. Освен това е установено, че ясната и пряка комуникация съдейства за промяната и подкрепящото поведение от страна на работещите (Bordia и кол., 2004 г.). В допълнение към комуникацията преди внедряването е необходимо да бъде реорганизирано работното пространство, където ще бъде поставен роботът, а задачите на работещите да бъдат предефинирани. Тук интервюираните експерти специално акцентираха върху аспектите на оценките на риска. Освен това те определиха като потенциални инструментални средства обучението на служителите, оценката и контрола на работното място и процедурите за добра поддръжка.

Една от най-големите организационни промени, пред които ще бъде изправена тази работна среда, е необходимостта от преквалификация и повишаване на квалификацията. Това включва обучение на персонала за работа с новата роботизирана технология, като същевременно се избягва деквалифицирането и загубата на други ключови компетентности. Отчитането на тези фактори и осигуряването на необходимите възможности за наетите лица може също така да увеличи участието им в организационните промени. Установено е, че участието на работещите в изпълнението и вземането на решения способства за подкрепящото поведение от тяхна страна (Gagne и кол., 2000 г.).

На фигура 1 е представен преглед на съответните определени измерения във връзка с психосоциалните, физическите и организационните аспекти и възможните свързани с БЗР рискове и ползи.

Фигура 1: Преглед на свързаните с БЗР измерения и въздействия



## 4.4 Стандарти

Освен стандартите от тип А (основни стандарти за безопасност) и стандартите от тип Б (генерични стандарти за безопасност), които също се прилагат, ако е уместно, понастоящем съществуват три стандарта за безопасност на машините (стандарти тип-В) за роботизирани системи. Пълният списък може да бъде намерен в доклада. В обобщение на становищата на експертите относно стандартите във връзка с роботизираните системи следва да се отбележи, че те смятат, че има какво да бъде подобро в съществуващите стандарти по отношение на конкретни аспекти. Понастоящем обаче не са необходими допълнителни стандарти, според посоченото от експертите. Това е отражение на броя на понастоящем напълно интегрирани приложения на взаимодействието човек-робот, които се наблюдават в Европа, както например се посочва в резултатите от данните от ESENER-3 (EU-OSHA, 2022a). В рамките на проучването по този проект бяха установени специфични рискове за БЗР, свързани с усъвършенстваната роботика и основаните на ИИ системи. Въпреки че съществуват рискове, свързани конкретно с използването на усъвършенствана роботика, инструментите за оценка на риска, които обхващат както идентифицирането им, така и анализа на риска за тях, понастоящем се срещат рядко и често не са леснодостъпни.

## 4.5 Оценка на риска

Конкретното въздействие върху БЗР от внедряването на усъвършенствана роботика или основана на ИИ система на работното място често е трудно да се определи и варира в зависимост от конкретната система, автоматизираната задача и средата. Същото се отнася и за цялостния риск от внедряване и прилагане на такива системи на работното място. През последните години са налице първи проектни варианти на конкретни за коботите инструменти за оценка на риска (напр. Stone и кол., 2021 г.; Raza и кол., 2021), но са малко тези, които са изпробвани и публикувани за публичен достъп. Инструментите за оценка на риска са поставени също така пред допълнително предизвикателство във връзка с честите промени в средата, в

която работят много коботи. При все това точната и задълбочена оценка на риска за дадена технология на работното място е от жизненоважно значение за гарантиране на БЗР и в бъдеще е необходимо да се обсъди липсата на инструменти за оценка, които са в състояние да осигуряват такава оценка за съвременните роботизирани системи, коботите и основаните на ИИ системи за автоматизация на задачи.

## 5 Резюме и заключение

При анализа на видовете задачи и степента на автоматизация, при които понастоящем се използват приложения на усъвършенстваната роботика, се вижда силен акцент върху рутинните задачи, свързани с хора и с предмети, съответно с цел полуавтоматизация и пълна автоматизация. В рамките на задачите, свързани с хора, много са тези, свързани с медицински сестрински грижи, включително вдигане или помощ за пациенти за приемането на храна или напитки. Освен това частично или изцяло се подпомагат и хирургически и други медицински задачи. В рамките на задачите, свързани с предмети, се поставя силен акцент върху обичайно срещаните операции в производствения сектор, складовете и занаятите. Освен това се установява, че напълно автоматизирани са дейности по опаковане, транспорт и доставка в различни области като производството, болниците и складовете на едро. Задачите по сглобяване и монтаж са задачи, свързани с предмети, и за тях се установява, че частично се подпомагат от усъвършенствана роботика.

Една от основните констатации е, че в научната литература понастоящем не се разглеждат или съвсем рядко се разглеждат рисковете и възможностите за БЗР с прилагане на свързан със задачите подход. Налице е очевидна липса на изследвания, насочени към взаимодействието човек-робот и свързаните с него рискове и възможности за БЗР при чисто физически задачи. Следователно представените констатации могат да се разглеждат като обобщаващи само до известна степен и това важи за всички роботизирани приложения.

От научната литература бяха определени четири различни измерения за взаимодействието човек-робот, които могат да бъдат свързани с различни рискове и възможности във връзка с БЗР: разпределението на функциите или задачите, проектирането на задачите и на взаимодействието, както и експлоатацията и контрола.

Що се отнася до измерението на разпределението на функциите и задачите, може да се види, че тези процеси могат да станат по-динамични с изпълняване на обещанието за гъвкаво използване на роботизирани системи. Ако и двете бъдат изпълнени правилно, това може да повиши ефективността на системата, да намали грешките, да оптимизира работното натоварване и да увеличи мотивацията, удовлетвореността и благосъстоянието. Обаче свързаните с разпределянето на функциите рискове включват редица последици за хората като самодоволство, предубеждения при вземането на решения, намалена осведоменост за ситуацията, небалансирано психично натоварване, недоверие и прекомерна зависимост. Повисоката степен на автоматизация може да намали психическото натоварване на оператора, но може също така да доведе до загуба на ситуационна осведоменост и влошаване на грешките (Onnasch и кол., 2014 г.).

По отношение на проектирането на задачите, като следствие от процеса на разпределяне на функциите, трябва да се подчертае по-специално рискът от занижен контрол на работното място и свързаното с това усещане за намалена способност за упражняване на контрол, слаба увереност в собствената способност за ефективни действия, ниска удовлетвореност, мотивация и благосъстояние. Високата степен на автономност на роботите се свързва освен с риска от намаляване на усещането за упражняване на контрол и с намаляване на чувството за отговорност към работната задача. Тясната връзка на работника със задачата на работа освен това крие риск от увеличаване на стреса.

Прилагането на добре познатите принципи на проектиране ще бъде от полза за цялостния процес на взаимодействие. Отсъствието им е свързано с неблагоприятни ефекти. Възможно е значението на някои принципи при проектирането да се промени, особено като се има предвид, че изискването за прозрачност на дизайна и поведението на роботизирани системи е от решаващо значение за предотвратяване на възможни рискове като намалено чувство за отговорност и отчетност, прекомерна или недостатъчна зависимост, както и усещане за отчужденост или загуба на контрол.

Трябва да се подчертае, че в използването на усъвършенствана роботика, особено в опасна и рисковата работна среда, са налице категорични възможности. Роботизираните системи на първо място осигуряват потенциал за пълното извеждане на хората от такива неблагоприятни условия. Второ, особено при сглобяване и повдигане, роботизираните системи могат да подобрят физическото здраве, свързано с мускулно-скелетни смущения. Посочват се също така физически рискове като опасност от сблъсък или такива, свързани с механични или електрически неизправности.

По отношение на въздействието върху организацията е видно по-специално колко е важен процесът на въвеждане или процесът на промяна във връзка с внедряването на усъвършенствани роботи на работното място. Ако този процес не бъде взет внимателно предвид от гледна точка на необходимия анализ на задачите, участието на работниците, комуникационната стратегия и процесите на текуща оценка и наблюдение, дружествата ще бъдат изправени пред риска от слабо приемане, отхвърляне и неизползване на системата. Важен е също така аспектът на подходящото обучение на работещите, за да се предотврати рискът от деqualифициране и загуба на ключови компетентности.

Изследванията на доверието при взаимодействието човек-робот са в необичайно по-висока степен. Фактът, че успешното взаимодействие се влияе от доверието между съвместно работещите страни, е добре известен (Costa и кол., 2001 г.). По отношение на доверието, характеристики на роботизираните системи като мобилност, антропоморфен или зооморфен дизайн, възможности за мултимодално взаимодействие и многоцелево използване за близки и отдалечени приложения, понякога водят до предположението, че доверието на човека към роботите е различно в сравнение с доверието към технологиите за обичайна автоматизация (Напосок и кол., 2011 г.; Напосок и кол., 2020 г.). Недостатъчното доверие в една роботизирана система може да има отрицателни последици за взаимодействието. За разлика от липсата на доверие, може да се предположи, че много високото доверие в роботизираната система ще има положително въздействие. Ако е налице прекомерно доверие обаче, задължението за полагане на грижа към робота например се пренебрегва (Напосок и кол., 2011 г.), което може да доведе до допълнително увреждане, или, ако не бъде забелязан дефект, до увреждане на обработвания детайл или до наранявания на хора. Само ако степента на доверие към робота съответства на възможностите на робота, може да се осъществи ефективно и безопасно взаимодействие (Напосок и кол., 2011 г.).

Успешно бяха определени съответните измерения на взаимодействието човек-робот, от които бяха извлечени конкретни рискове и възможности, свързани с БЗР. Тези по-обща наблюдения в областта на БЗР във връзка с роботизираните системи помагат да се разбере, че независимо от контекста на прилагане, следва да се вземат предвид някои основни критерии. Дори ако отделни въздействия на разглежданите измерения се различават в зависимост от работното място, препоръчително е тези критерии винаги да се вземат предвид. В този контекст е възможно прилагането на съответните регулаторни изисквания да се превърне в истинско предизвикателство за традиционните инспекции по труда. Точната и задълбочена оценка на риска при дадена технология на работното място е от жизненоважно значение, за да се гарантира БЗР. Внимателното разглеждане на посочените рискове и ползи в областта на БЗР ще доведе до ориентирано към човека приложение на усъвършенствана роботика за автоматизиране на задачите.

## Използвани източници

- Bakker, A. B., Demerouti, E. (2007 г.). The job demands-resources model: State of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 20(7), 743-757. doi:[10.1108/02683940710733115](https://doi.org/10.1108/02683940710733115)
- Bordia, P., Hobman, E., Jones, E., Gallois, C. и Callan, V. J. (2004 г.). Uncertainty during organisational change: Types, consequences and management strategies. *Journal of Business and Psychology*, 18(4), 507-532. doi:[10.1023/B:JOBU.0000028449.99127.f7](https://doi.org/10.1023/B:JOBU.0000028449.99127.f7)
- Costa, A. C., Roe, R. A. и Taillieu, T. (2001 г.). Trust within teams: The relation with performance effectiveness. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 10(3), 225-244. doi:[10.1080/13594320143000654](https://doi.org/10.1080/13594320143000654)
- Demerouti, E., Bakker, A. B., Nachreiner, F. и Schaufeli, W. B. (2001 г.). The job demands-resources model of burnout. *Journal of Applied Psychology*, 86(3), 499-512. doi:[10.1037/0021-9010.86.3.499](https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.3.499)
- Denault, M. H., Péloquin, F., Lajoie, A. C. и Lacasse, Y. (2019 г.). Automatic versus manual oxygen titration in patients requiring supplemental oxygen in the hospital: A systematic review and meta-analysis. *Respiration*, 98(2), 178-188. doi:[10.1159/000499119](https://doi.org/10.1159/000499119)
- de Vries, G. J., Gentile, E., Miroudot, S. и Wacker, K. M. (2020 г.). The rise of robots and the fall of routine jobs. *Labour Economics*, 66, Article 101885. doi:[10.1016/j.labeco.2020.101885](https://doi.org/10.1016/j.labeco.2020.101885)
- EU-OSHA – Европейска агенция за безопасност и здраве при работа, *Advanced robotics, artificial intelligence and the automation of tasks: definitions, uses, policies and strategies and occupational safety and health*, 2022a. (Усъвършенствана роботика, изкуствен интелект и автоматизация на задачите: определения, употреби, политики и стратегии и безопасността и здравето при работа, 2022a.) Достъпно на адрес: <https://osha.europa.eu/en/publications/advanced-robotics-artificial-intelligence-and-automation-tasks-definitions-uses-policies-and-strategies-and-occupational-safety-and-health>
- Fink, J. (2012 г.). Anthropomorphism and human likeness in the design of robots and human-robot interaction. От Международната конференция по социална роботика (стр. 199—208). Springer. doi:[10.1007/978-3-642-34103-8\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-642-34103-8_20)
- Finomore, V., Satterfield, K., Sitz, A., Castle, C., Funke, G., Shaw, T. и Funke, M. (2012 г.). Effects of the multi-modal communication tool on communication and change detection for command & control operators. От годишната среща на организацията „Human Factors and Ergonomics Society“ (том 56, № 1) (стр. 1461—1465). SAGE Publications. doi:[10.77/1071181312561410](https://doi.org/10.77/1071181312561410)
- Fischer, H., Engler, M. и Sauer, S. (2017 г.). A human-centered perspective on software quality: Acceptance criteria for work 4.0. От Международната конференция „Design, User Experience, and Usability“ (стр. 570—583). Springer. doi:[10.1007/978-3-319-58634-2\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58634-2_42)
- Gagne, M., Koestner, R. и Zuckerman, M. (2000 г.). Facilitating acceptance of organizational change: The importance of self-determination. *Journal of Applied Social Psychology*, 30(9), 1843-1852. doi:[10.1111/j.1559-1816.2000.tb02471.x](https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2000.tb02471.x)
- Hancock, P. A., Billings, D. R., Schaefer, K. E., Chen, J. Y., de Visser, E. J. и Parasuraman, R. (2011 г.). A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. *Human Factors*, 53(5), 517-527. doi:[10.1177/0018720811417254](https://doi.org/10.1177/0018720811417254)
- Hancock, P. A., Kessler, T. T., Kaplan, A. D., Brill, J. C. и Szalma, J. L. (2020 г.). Evolving trust in robots: Specification through sequential and comparative meta-analyses. *Human Factors*, 63(7):1196-1229. doi:[10.1177/001872082092208](https://doi.org/10.1177/001872082092208)
- Honig, S. S. и Oron-Gilad, T. (2018 г.). Understanding and resolving failures in human-robot interaction: Literature review and model development. *Frontiers in Psychology*, 9, статия 861. doi:[10.3389/fpsyg.2018.00861](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00861)
- Hu, J., Edsinger, A., Lim, Y. J., Donaldson, N., Solano, M., Solochek, A. и Marchessault, R. (2011 г.). An advanced medical robotic system augmenting healthcare capabilities-robotic nursing assistant. От 2011 г., Международна конференция на IEEE по роботика и автоматизация (стр. 6264—6269). IEEE Press. doi:[10.1109/ICRA.2011.5980213](https://doi.org/10.1109/ICRA.2011.5980213)

- Iqbal, T., Rack, S. и Riek, L. D. (2016 г.). Movement coordination in human–robot teams: A dynamical systems approach. *IEEE Transactions on Robotics*, 32(4), 909-919. doi:[10.1109/TRO.2016.2570240](https://doi.org/10.1109/TRO.2016.2570240)
- Karasek, R. A. (1979 г.). Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job design. *Administrative Science Quarterly*, 24(2), 285-308. doi:[10.2307/2392498](https://doi.org/10.2307/2392498)
- Karasek, R. A. (1998 г.). Demand/control model: A social, emotional, and physiological approach to stress risk and active behaviour development. In J. M. Stellman (Ed.), *Encyclopaedia of occupational health and safety* (стр. 34.06-34.14). Международна организация на труда
- Kim, J. и Park, C. Y. (2020 г.). Education, skill training, and lifelong learning in the era of technological revolution: Преглед *Asian-Pacific Economic Literature*, 34(2), 3-19. doi:[10.1111/apel.1229](https://doi.org/10.1111/apel.1229)
- Kozak, M., Kozak, S., Kozakova, A. и Martinak, D. (2020 г.). Is fear of robots stealing jobs haunting European workers? A multilevel study of automation insecurity in the EU. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 17493-17498. doi:[10.1016/j.ifacol.2020.12.2160](https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.2160)
- Kyrrarini, M., Lygerakis, F., Rajavenkatanarayanan, A., Sevastopoulos, C., Nambiappan, H. R., Chaitanya, K. K. и Makedon, F. (2021 г.). A survey of robots in healthcare. *Technologies*, 9(1), статия 8. doi:[10.3390/technologies9010008](https://doi.org/10.3390/technologies9010008)
- Manolesou, D. G., Georgiopoulos, G., Lazaris, A. M., Schizas, D., Stamatelopoulos, K. S., Khir, A. W. и Papaioannou, T. G. (2021 г.). Experimental devices versus hand-sewn anastomosis of the aorta: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Surgical Research*, 258, 200-212. doi:[10.1016/j.jss.2020.08.060](https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.08.060)
- Matheson, E., Minto, R., Zampieri, E. G., Faccio, M. и Rosati, G. (2019 г.). Human–robot collaboration in manufacturing applications: Преглед *Robotics*, 8(4), статия 100. doi:[10.3390/robotics804010](https://doi.org/10.3390/robotics804010)
- Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., Yamada, S. и Kato, K. (2011 г.). Attitudes toward robots and factors influencing them. In K. Dautenhahn & J. Saunders (Eds), *New frontiers in human-robot interaction* (стр. 73-88). John Benjamins Publishing Company. doi:[10.1075/ais.2.06nom](https://doi.org/10.1075/ais.2.06nom)
- Onnasch, L., Wickens, C. D., Li, H. и Manzey, D. (2014 г.). Human performance consequences of stages and levels of automation: An integrated meta-analysis. *Human Factors*, 56(3), 476-488. doi:[10.1518/107118110X1282936920199](https://doi.org/10.1518/107118110X1282936920199)
- Papadimitriou, E., Schneider, C., Tello, J. A., Damen, W., Vrouenraets, M. L. и Ten Broeke, A. (2020 г.). Transport safety and human factors in the era of automation: What can transport modes learn from each other? *Accident Analysis & Prevention*, 144, статия 105656. doi:[10.1016/j.aap.2020.105656](https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105656)
- Parasuraman, R. и Manzey, D. H. (2010 г.). Complacency and bias in human use of automation: An attentional integration. *Human Factors*, 52(3), 381-410. doi:[10.1177/0018720810376055](https://doi.org/10.1177/0018720810376055)
- Plotnikov, N. S., Kolokoltseva, E. U. и Volkova, Y. V. (2020 г.). Technical review of robotic complexes for underground mining. От поредицата *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (том 459, No 4) (статия 042025). IOP Publishing. doi:[10.1088/1755-1315/459/4/04202](https://doi.org/10.1088/1755-1315/459/4/04202)
- Raza, M., Malik, A. A. и Bilberg, A. (2021 г.). Virtual Modeling as a Safety Assessment Tool for a Collaborative Robot (Cobot) Work Cell Based on ISO/TS 15066: 2016 г. От *Towards Sustainable Customization: Bridging Smart Products and Manufacturing Systems*, 233-241. doi:[10.1007/978-3-030-90700-6\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-030-90700-6_26)
- Reichert, A. R. и Tauchmann, H. (2011 г.). The causal impact of fear of unemployment on psychological health. *Ruhr Economic Papers*, No 266. <http://hdl.handle.net/10419/61355>
- Robelski, S. и Wischniewski, S. (2018 г.). Human-machine interaction and health at work: A scoping review. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 5(2), 93-110. doi:[10.1504/IJHFE.2018.092226](https://doi.org/10.1504/IJHFE.2018.092226)



- Roesler, E., Onnasch, L. и Majer, J. I. (2020 г.). The effect of anthropomorphism and failure comprehensibility on human-robot trust. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (том 64, No 1) (стр. 107-111). SAGE Publications. doi:[10.1177/1071181320641028](https://doi.org/10.1177/1071181320641028)
- Rosen, P. H., Sommer, S. и Wischniewski, S. (2018 г.). Evaluation of human-robot interaction quality: A toolkit for workplace design. От публикуваните разисквания на 20ия конгрес на *International Ergonomics Association* (стр. 1649-1662). Springer. doi:[10.1007/978-3-319-96071-5\\_169](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_169)
- Sanders, T., Kaplan, A., Koch, R., Schwartz, M. и Hancock, P. A. (2019 г.). The relationship between trust and use choice in human-robot interaction. *Human Factors*, 61(4), 614-626. doi:[10.1177/0018720818816838](https://doi.org/10.1177/0018720818816838)
- Sen, A., Sanjog, J. и Karmakar, S. (2020 г.). A comprehensive review of work-related musculoskeletal disorders in the mining sector and scope for ergonomics design interventions. *IIE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 8(3), 113-131. doi:[10.1080/24725838.2020.1843564](https://doi.org/10.1080/24725838.2020.1843564)
- Stone, R. T., Pujari, S., Mumani, A., Fales, C. и Ameen, M. (2021 г., септември). Cobot And Robot Risk Assessment (CARRA) method: an Automation Level-Based Safety Assessment Tool to Improve Fluency in Safe Human Cobot/Robot Interaction. От публикуваните разисквания на годишната среща на *Human Factors and Ergonomics Society*, 65(1), 737-741. doi: [10.1177/1071181321651024](https://doi.org/10.1177/1071181321651024)
- Spector, P. E. (1998 г.). A control theory of the job stress process. In C. L. Cooper (Ed), *Theories of organizational stress* (стр. 153-169). Oxford University Press.
- Terminio, R. и Rimbau Gilabert, E. (2018 г.). The digitalization of the working environment: The advent of robotics, automation and artificial intelligence (RAAI) from the employees perspective - A scoping review. In M. Coeckelbergh, J. Loh, M. Funk, & J. Seibt и M. Nørskov (Eds), *Envisioning robots in society - Power, politics and public space* (стр. 166-176). IOS Press. doi:[10.3233/978-1-61499-931-7-166](https://doi.org/10.3233/978-1-61499-931-7-166)
- Viswesvaran, C., Sanchez, J. I. и Fisher, J. (1999 г.). The role of social support in the process of work stress: A meta-analysis. *Journal of Vocational Behavior*, 54(2), 314-334. doi:[10.1006/jvbe.1998.1661](https://doi.org/10.1006/jvbe.1998.1661)
- Złotowski, J., Proudfoot, D., Yogeewaran, K. и Bartneck, C. (2015 г.). Anthropomorphism: Opportunities and challenges in human-robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, 7(3), 347-360. doi:[10.1007/s12369-014-0267-6](https://doi.org/10.1007/s12369-014-0267-6)

**Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA)** допринася за превръщането на Европа в по-безопасно, по-здравословно и по-продуктивно място за работа. Агенцията проучва, разработва и разпространява надеждна, балансирана и обективна информация за безопасността и здравето и организира общоевропейски кампании за повишаване на осведомеността. Основана от Европейския съюз през 1994 г. със седалище в Билбао, Испания, Агенцията обединява представители на Европейската комисия, правителствата на държавите членки, организации на работодателите и на работниците и служителите, както и водещи специалисти от всички държави — членки на ЕС, и извън него.

**Европейска агенция за безопасност и здраве при работа**

Santiago de Compostela 12  
48003, Билбао, Испания

Ел. поща: [information@osha.europa.eu](mailto:information@osha.europa.eu)

<https://osha.europa.eu>