

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>  
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2023, Том 10, № 1 / 2023, Vol. 10, Iss. 1 <https://resources.today/issue-1-2023.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/44INOR123.pdf>

DOI: 10.15862/44INOR123 (<https://doi.org/10.15862/44INOR123>)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Иорданова, А. В. Управление производственной и экологической безопасностью в Российской Федерации с использованием технологий Индустрии 4.0 / А. В. Иорданова, И. О. Кирильчук, Д. Е. Гладилин, К. А. Персидская // Отходы и ресурсы. — 2023. — Т. 10. — № 1. — URL: <https://resources.today/PDF/44INOR123.pdf> DOI: 10.15862/44INOR123

**For citation:**

Iordanova A.V., Kirilchuk I.O., Gladilin D.E., Persidskaya K.A. Industrial and environmental safety management in the Russian Federation using Industry 4.0 technologies. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2023; 10(1): 44INOR123. Available at: <https://resources.today/PDF/44INOR123.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/44INOR123

**Иорданова Анастасия Владимировна**

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия  
Доцент кафедры «Охраны труда и окружающей среды»  
Кандидат технических наук  
E-mail: [asy.gnezdilova@yandex.ru](mailto:asy.gnezdilova@yandex.ru)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7780-497X>  
РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=950648](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=950648)  
WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAN-7282-2020>

**Кирильчук Ираида Олеговна**

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия  
Доцент кафедры «Охраны труда и окружающей среды»  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: [iraida585@mail.ru](mailto:iraida585@mail.ru)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8636-9340>  
РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=619294](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=619294)  
WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/N-8966-2016>

**Гладилин Даниил Евгеньевич**

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия  
E-mail: [danilglados@gmail.com](mailto:danilglados@gmail.com)

**Персидская Ксения Андреевна**

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия  
E-mail: [ksenipersi@bk.ru](mailto:ksenipersi@bk.ru)

## Управление производственной и экологической безопасностью в Российской Федерации с использованием технологий Индустрии 4.0

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию возможности использования современных информационных технологий, разработанных в рамках концепции Индустрии 4.0, с целью снижения уровня производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также увеличения экологической безопасности на предприятиях и в организациях Российской Федерации.

Авторами описана суть концепции Индустрии 4.0, представлены основные параметры, характеризующие разработанные технологии в рамках Индустрии 4.0. Выделено девять основных характеристик: совместимость, виртуализация, децентрализация, возможность работы в режиме реального времени, ориентация на обслуживание, модульность, конвергенция, снижение затрат и увеличение эффективности производства, массовая настройка.

Кроме того, в статье рассмотрена практика применения современных технологий Индустрии 4.0, способных улучшить условия труда и снизить риск возникновения травм на предприятиях Российской Федерации. Основные проанализированные авторами технологии: IoT-датчики (промышленный Интернет вещей), роботизация, автоматизированные управляемые транспортные средства, биомедицинские датчики, дополненная и виртуальная реальность. Для каждой технологии описаны основные преимущества ее использования, а также разобраны конкретные примеры.

Авторами статьи проанализированы годовые отчеты крупных российских промышленных компаний, которые перешли к использованию решений, основанных на технологиях «Индустрии 4.0». Такими компаниями являются: «Газпром нефть», «СИБУР», «ММК», «Росатом». При анализе отчетности основной упор был сделан на изучение данных по производственным травмам и несчастным случаям за период с 2018 по 2021 года. На основании изученных данных была составлена диаграмма, отражающая динамику несчастных случаев на производстве с момента внедрения технологий «Индустрии 4.0» в перечисленных выше компаниях. На основании всей изученной информации было выявлено, что использование технологий «Индустрии 4.0» совместно с другими классическими методами управления производственной безопасностью позволяет серьезно снизить количество несчастных случаев и травм на различных промышленных предприятиях.

**Ключевые слова:** Индустрия 4.0; производственная безопасность; Интернет вещей; роботизация; дополненная реальность; виртуальная реальность; биомедицинские датчики

## Введение

Текущий век цифровой трансформации предполагает внедрение передовых информационных технологий практически во все сферы жизни общества. На протяжении нескольких лет мир стоит на пороге новой промышленной революции, получившей название «Индустрия 4.0».

Впервые термин «Индустрия 4.0» появился в Германии. Так назывался проект правительства страны, направленный на развитие компьютеризации и информатизации малых и средних предприятий [1].

Индустрия 4.0 — это всеобъемлющая концепция, а также новая тенденция в производстве (и соответствующих секторах), основанная на интеграции набора технологий, способных создать системы интеллектуальных, автономных производств.

Суть концепции «Индустрии 4.0» связана со сбором и применением информации в режиме реального времени путем объединения в общую сеть всех отдельных элементов производственного процесса, с целью снизить сложность операций, повысить эффективность производства, а также снизить затраты в долгосрочной перспективе.

«Индустрию 4.0» также часто определяют как цифровизацию или полномасштабную автоматизацию производственных процессов. Разработки в области Интернета вещей, больших данных и аналитики данных, робототехники, автономных систем и датчиков также относят к достижениям в области технологий «Индустрии 4.0».

Некоторые ученые отмечают, что именно цифровизация привела к появлению «Индустрии 4.0», однако ее нельзя определять исключительно с технологической точки зрения. Трансформация предприятий посредством изменений в бизнес-моделях, организации и культуре является такой же неотъемлемой частью «Индустрии 4.0», как и технологии [1; 2].

Также стоит отметить, что внедрение передовых информационных технологий в производственные процессы на различных уровнях непременно ведет к изменению технологии выполнения работ, и как следствие, преобразованию рабочих мест.

Одним из преимуществ внедрения технологий «Индустрии 4.0» является значительное сокращение несчастных случаев и производственных травм. Несчастные случаи и травмы являются серьезной проблемой на предприятиях обрабатывающей промышленности и на других крупных промышленных предприятиях. Ежегодно тысячи людей получают производственные травмы по всему миру. На лечение и реабилитацию работников при этом тратятся сотни миллионов рублей. Анализ литературных источников и некоторые статистические данные показывают, что внедрение технологий «Индустрии 4.0» может свести количество несчастных случаев и травм к нулю [2; 3].

Таким образом, **цель работы** состоит в исследовании возможности использования современных информационных технологий, разработанных в рамках концепции Индустрии 4.0, с целью снижения уровня производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также увеличения экологической безопасности на предприятиях и в организациях РФ.

### Материалы и методы

Для детальной проработки рассматриваемой проблемы необходимо выделить основные характеристики технологий «Индустрии 4.0» [1]:

1. Совместимость: киберфизические системы позволяют работникам и «умным заводам» взаимодействовать друг с другом.
2. Виртуализация: виртуальная копия «умного завода» создается путем синхронизации данных, получаемых с датчиков, с виртуальными и имитационными моделями предприятий.
3. Децентрализация: киберфизические системы самостоятельно принимают решения и производят продукцию локально (с использованием 3D-технологий).
4. Возможность работы в режиме реального времени: позволяет собирать и анализировать данные и немедленно предоставлять полученную информацию.
5. Ориентация на обслуживание.
6. Модульность: адаптация «умных заводов» к изменяющимся требованиям путем замены или расширения отдельных модулей.
7. Конвергенция.
8. Снижение затрат и увеличение эффективности производства.
9. Массовая настройка.

Описанные характеристики позволяют в полной мере реализовать разработанные продукты с целью улучшения производственной и экологической безопасности.

Далее рассмотрим практику применения современных технологий «Индустрии 4.0», способных улучшить условия труда и снизить риск возникновения травм на производстве.

## Результаты исследования

На предприятиях Российской Федерации применяются следующие виды информационных технологий «Индустрии 4.0» [4–7]:

1. IoT-датчики, способные отслеживать условия окружающей среды и отправлять мгновенные оповещения о самых незначительных изменениях и отклонениях в заданных параметрах<sup>1</sup>.

Промышленный Интернет вещей (IoT) является основным компонентом «Индустрии 4.0». Интернет вещей позволяет определенным объектам взаимодействовать друг с другом и с людьми путем отправки и получения информации. На предприятиях IoT-датчики (т. е. датчики, оснащенные компьютерными чипами) могут быть встроены в инструменты и оборудование. Они постоянно, в режиме реального времени отслеживают условия производственной среды, инструментов или станков, такие как температура, давление, шум, вибрацию и т. п. Всякий раз, когда значение поднимается выше или ниже заданного параметра, датчик отправляет мгновенные оповещения руководителю на его смартфон, планшет или компьютер. Таким образом, руководитель подразделения или другое ответственное лицо может предпринять немедленные действия по предотвращению возникновения чрезвычайной ситуации или несчастного случая.

Принцип работы системы с интегрированными IoT-датчиками представлен на рисунке 1.



*Рисунок 1. Механизм работы системы<sup>2</sup>*

Реализация описанной системы представлена на рисунках 2–4.

Система контроля использования средств индивидуальной защиты (СИЗ) включает<sup>3</sup>:

- детекцию касок и жилетов;
- оповещение оператора о нарушениях;
- фиксацию факта нарушения в базе данных.

<sup>1</sup>«Индустриальная революция 4.0» // PricewaterhouseCoopers. URL: <https://www.pwc.ru/ru/assets/pdf/industry-4-0-pwc.pdf>.

<sup>2</sup> <https://videomatrix.ru/>.

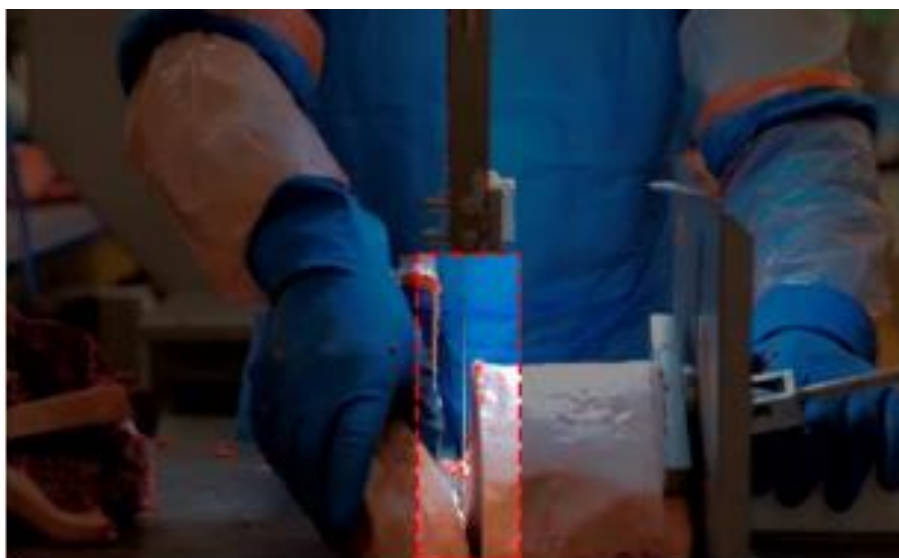
<sup>3</sup> <https://www.spm-group.ru/predlozheniya/videoanalitika/>.



*Рисунок 2. Контроль использования средств индивидуальной защиты<sup>4</sup>*

Система контроля выполнения технологических операций включает<sup>3</sup>:

- детекцию опасных движений человека на изображении;
- подачу предупредительного сигнала и сигнала для аварийной остановки механизма;
- запись инцидента в базу данных.



*Рисунок 3. Контроль выполнения технологических операций<sup>4</sup>*

Система контроля нахождения людей в опасных зонах включает:

- детекцию человека на изображении;
- подачу предупредительного сигнала в случае его нахождения в опасной зоне;
- запись инцидента в базу данных.

<sup>4</sup> <https://www.mallenom.ru/>.



*Рисунок 4. Контроль нахождения людей в опасных зонах<sup>4</sup>*

## 2. Роботизация производственных процессов.

Как и IoT, роботы являются основным компонентом «Индустрии 4.0». В совокупности с внедрением достижений в области искусственного интеллекта и алгоритмов движений, роботы становятся все более похожими на людей. Большинство роботов, используемых на промышленных предприятиях, выполняют рутинные, многократно повторяющиеся операции. Однако, существуют более продвинутые роботы, которые могут помогать работникам в принятии каких-либо решений.

Существуют роботы, которые способны заменить труд человека, связанный с опасностью или риском для жизни. Например, робот-пожарный, представленный на рисунке 5.



*Рисунок 5. Робот-пожарный<sup>5</sup>*

Использование подобного рода роботов позволит свести к минимуму или вовсе исключить несчастные случаи, такие как падение с высоты, попадание между машинами и механизмами, вдыхание токсичного газа и/или возгорание.

3. Автоматизированные управляемые транспортные средства (AGV или AMR), используемые для перемещения тяжелых грузов без непосредственного участия оператора.

<sup>5</sup> <https://www.kirainet.com/robot-bombero/>.

Работникам на промышленных или складских предприятиях часто приходится перемещать тяжелые грузы из одного места в другое, что в свою очередь оказывает существенную нагрузку на опорно-двигательный аппарат, а также может привести к различным травмам в результате падения, спотыкания и ударов о другие предметы.

Для того, чтобы избежать описанных рисков, предприятие может использовать автоматизированные управляемые транспортные средства (AGV), которые представляют собой портативных роботов, способных перемещаться по предприятию, следуя специальным указателям или проводам, размещенным на полу цеха.

Некоторые из современных AGV могут использовать камеры, лазеры или магниты, чтобы найти путь. Использование AGV исключает вероятность несчастных случаев, связанных с перемещением тяжелых предметов.

Также, система AGV — это комплекс таких устройств, взаимодействующих друг с другом для выполнения широкого круга задач, в основном — по перемещению грузов внутри предприятия.

Основные функции системы AGV на предприятии:

- создание линий, заменяющих конвейерные системы;
- перемещение деталей и готовых изделий со склада и на склад;
- удаление отходов из рабочих зон;
- доставка инструмента и расходных материалов на рабочие места;
- внутрискладские перемещения и другие аналогичные задачи.

AMR (Автономный мобильный робот) — более сложный технически, но более простой в эксплуатации вариант AGV, в котором для автономного перемещения материалов без физических направляющих или маркеров используются бортовые датчики и процессоры. Он изучает свое окружение, запоминает свое местоположение и динамически планирует свой собственный путь от одной путевой точки до другой <sup>6</sup>.

Существует три основных вида AGV и AMR — это транспортные тележки, вилочные погрузчики и буксирующие устройства, представленные на рисунках 6–8.



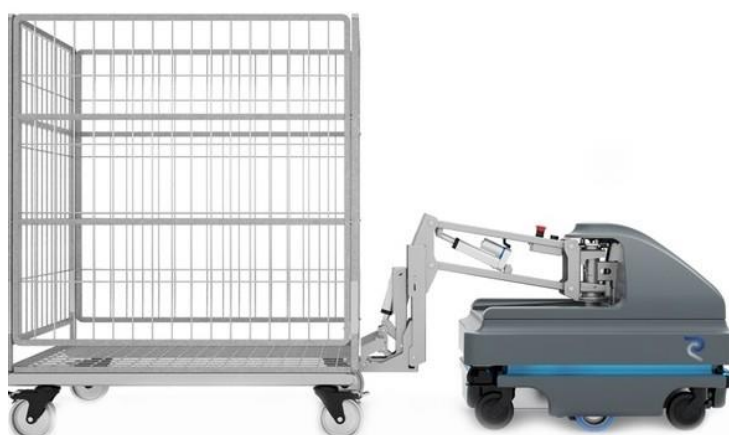
*Рисунок 6. Транспортная тележка<sup>7</sup>*

<sup>6</sup> <https://top3dshop.ru/blog/agv-amr-robots-review.html>.

<sup>7</sup> <https://agvsystems.ru/>.



*Рисунок 7. Автоматический вилочный погрузчик марки MSK<sup>8</sup>*



*Рисунок 8. Автоматический буксировщик<sup>9</sup>*

4. Использование биомедицинских датчиков, отправляющих оповещения о физических показателях здоровья работников.

В процессе своей трудовой деятельности работники часто подвергаются воздействию опасных факторов производственной среды: повышенная запыленность и загазованность, повышенная температура окружающей среды, недостаточная концентрация кислорода и т. д.

Часто длительное нахождение в таких условиях приводит к травмам или даже смерти. Данные риски сводятся к минимуму за счет ношения работником биомедицинских датчиков.

Эти датчики в режиме реального времени отслеживают физические процессы работника, такие как частота сердечных сокращений и дыхание, и посылают мгновенные предупреждения руководителю, если значения превышают порог безопасности. После поступления сигнала руководитель работ может немедленно отозвать своих подчиненных из опасной зоны. На некоторых предприятиях руководством введено требование постоянного ношения биомедицинских датчиков работниками в рабочее время, с целью постоянного мониторинга их здоровья.

<sup>8</sup> <https://guide.directindustry.com/>.

<sup>9</sup> <https://www.jugard-kuenstner.de/intralogistik/fahrerlose-transportsysteme/mir/mir-hook/>.



5. Дополненная реальность (AR), которую, как правило, используют при обучении навыкам безопасного выполнения работ и другим правилам охраны труда<sup>10</sup>.

Обучение навыкам безопасного выполнения работ имеет важное значение в процессе стажировки работников на новом рабочем месте. Дополненная реальность (AR) может вывести обучение правилам охраны труда на новый уровень [8; 9].

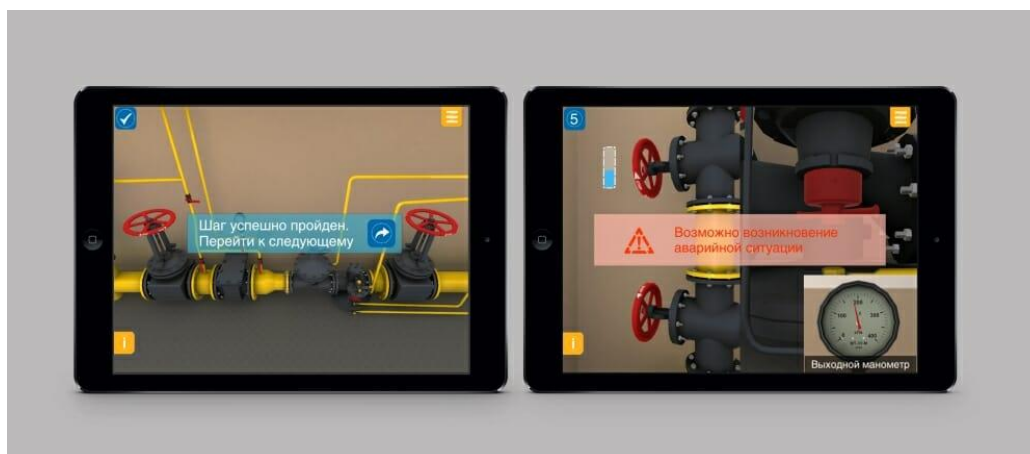
Дополненная реальность (AR) похожа по концепции на виртуальную реальность (VR), однако при использовании технологий AR, изображение более реалистично.

В случае использования технологий виртуальной реальности, пользователь попадает в полностью виртуальный мир, надев очки или шлем.

В AR сгенерированная компьютером трехмерная анимированная карта объекта накладывается на объект, просматриваемый через экран компьютера, смартфона или планшета. Трехмерная анимированная карта сопровождается надписями, инструкциями и подсказками, чтобы слушатели могли получить всю необходимую им информацию, не обращаясь к руководству. Примеры реализации технологий дополненной и виртуальной реальности представлены на рисунках 9, 10.



*Рисунок 9. Работа виртуального тренажера по сборке и разборке оборудования [9]*



*Рисунок 10. Пример сопровождения сценария вспомогательной текстовой информацией [9]*

<sup>10</sup> [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Рынок\\_промышленных\\_VR/AR-решений\\_в\\_России\\_\(исследование\\_TAdviser\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Рынок_промышленных_VR/AR-решений_в_России_(исследование_TAdviser)).

### Обсуждение и заключения

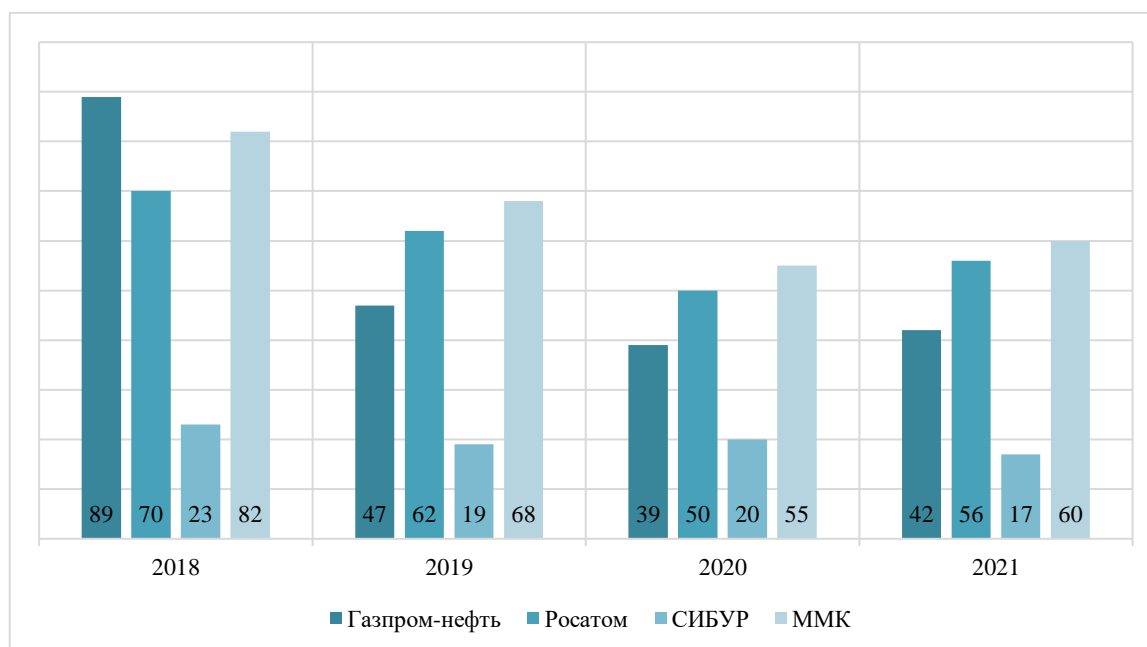
Некоторые крупные российские промышленные компании уже перешли к использованию решений, основанных на технологиях «Индустрии 4.0». Во многих из них созданы специальные центры компетенций, ориентированные на решение задач цифровой трансформации в рамках концепции «Индустрии 4.0».

На сегодняшний день такие центры существуют в следующих компаниях:

- «Газпром нефть» — Центр технологий VR/AR, Центр цифровых инноваций;
- СИБУР — Центр трансформации «Индустрия 4.0»;
- ММК — Экспертный совет «ММК-Индустрия 4.0»;
- «Росатом» — Центр цифровой трансформации [10].

Проанализировав годовые отчеты о деятельности указанных выше компаний в области обеспечения безопасных условий труда, было выявлено, что одним из основных аспектов управления производственной безопасностью в данных организациях является внедрение передовых информационных технологий<sup>11,12,13,14,15</sup>.

На основании указанных в отчетах данных была составлена диаграмма, представленная на рисунке 11, отражающая динамику несчастных случаев на производстве с момента внедрения технологий «Индустрии 4.0» в перечисленных выше компаниях.



**Рисунок 11.** Динамика несчастных случаев и производственных травм в компаниях Газпром-нефть, СИБУР, ММК, Росатом с 2018 по 2021 гг. (составлено авторами на основании данных годовых отчетов организаций)

<sup>11</sup> <https://sustainability.gazpromreport.ru/2021/5-production-safety/5-2-labor-protection/>.

<sup>12</sup> <https://sustainability.gazpromreport.ru/2019/4-safety/4-2-labour-protection/>.

<sup>13</sup> [https://www.sinref.ru/000\\_uchebniki/04600\\_raznie\\_11/170\\_981\\_Sibur\\_godovoi\\_2020\\_04600\\_raznie\\_13/006.htm](https://www.sinref.ru/000_uchebniki/04600_raznie_11/170_981_Sibur_godovoi_2020_04600_raznie_13/006.htm).

<sup>14</sup> [https://report.rosatom.ru/go/rosatom/go\\_rosatom\\_2021/rosatom\\_2021\\_ru.pdf](https://report.rosatom.ru/go/rosatom/go_rosatom_2021/rosatom_2021_ru.pdf).

<sup>15</sup> <https://mmk.ru/upload/iblock/6eb/ia40bo9q0ywwwvykvhuq4r82vwpvy00dn/Годовой%20отчет%20за%202020%20год.pdf>.

Анализируя представленную диаграмму, можно отметить, что начиная с 2019 года, существенно снизилось количество несчастных случаев и производственных травм практически во всех рассматриваемых организациях.

Таким образом, использование технологий «Индустрии 4.0» совместно с другими классическими методами управления производственной безопасностью позволяет серьезно снизить количество несчастных случаев и травм на различных промышленных предприятиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Santosa C. Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps / C. Santosa, A. Mehraei, A.C. Barros, M. Araújo, E. Ares. — DOI 10.1016/j.promfg.2017.09.093 // Procedia Manufacturing. — 2017. — Volume 13. — P. 972–979. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235197891730728X> (дата обращения: 01.04.2023).
2. Волжина Т.А. Использование технологий «Индустрии 4.0» для снижения травматизма и повышения производственной безопасности на предприятиях Российской Федерации / Т.А. Волжина, А.Е. Семёнова, А.В. Иорданова // Актуальные проблемы экологии и охраны труда / Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. — С. 248–252. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49502122> (дата обращения: 01.04.2023).
3. Стрелков С. Технологии Индустрии 4.0 для охраны труда и промышленной безопасности / С. Стрелков // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. — 2020. — № 1. — С. 45–50. — URL: <https://panor.ru/articles/tekhnologii-industrii-40-dlya-okhrany-truda-i-promyshlennoy-bezopasnosti/32693.html> (дата обращения: 01.04.2023).
4. Иорданова А.В. Проблемы и перспективы в решении экологических проблем в рамках концепции «Индустрии 4.0» / А.В. Иорданова, Е.А. Преликова // Актуальные проблемы экологии и охраны / Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. — С. 203–206. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49502106> (дата обращения: 01.04.2023).
5. Шабунин К.В. Экскурсия по «умному» заводу: эффективные технологические решения для безопасности на производстве / К.В. Шабунин // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. — 2020. — № 1. — С. 33–38. — URL: <https://panor.ru/articles/ekskursiya-po-umnomu-zavodu-effektivnye-tekhnologicheskie-resheniya-dlya-bezopasnosti-na-proizvodstve/32691.html> (дата обращения: 01.04.2023).
6. Халин Е.В. Цифровые технологии обеспечения безопасности производства / Е.В. Халин // Безопасность и охрана труда на железнодорожном транспорте. — 2020. — № 1. — С. 60–72. — URL: <https://panor.ru/articles/tsifrovye-tekhnologii-obespecheniya-bezopasnosti-proizvodstva/33529.html> (дата обращения: 01.04.2023).
7. Попов В.М. Исследование эффективности использования информационных технологий в системе управления техносферной безопасностью / В.М. Попов, В.В. Юшин, А.В. Иорданова, А.П. Трифонов // Известия Юго-Западного государственного университета. — 2019. — Т. 23. — № 6. — С. 241–255. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42452664> (дата обращения: 01.04.2023).

8. Леус А.В. К выбору оптико-электронной системы комплекса виртуальной реальности / А.В. Леус // Автоматизация в промышленности. — 2016. — № 7. — С. 35–37. — URL: <https://avtprom.ru/article/k-vyboru-optiko-elektronnoi-sist> (дата обращения: 01.04.2023).
9. Симонов И. Технология «Индустрия 4.0»: как VR/AR помогает снижать влияние человеческого фактора в промышленности // Connect WIT. — 2019. — № 10. — URL: <https://www.connect-wit.ru/tehnologiya-industriya-4-0-kak-vr-ar-pomogaet-snizhat-vliyanie-chelovecheskogo-faktora-v-promyshlennosti.html> (дата обращения: 01.04.2023).
10. Соловьев А. Риски охраны труда в эпоху четвертой промышленной революции / А. Соловьев // Neftegaz.RU. — 2019. — № 2. — URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/prombezopasnost/504893-riski-okhrany-truda-v-epokhu-chetvertoy-promyshlennoy-revolyutsii/> (дата обращения: 01.04.2023).

**Iordanova Anastasia Vladimirovna**

Southwest State University, Kursk, Russia

E-mail: [asy.gnezdilova@yandex.ru](mailto:asy.gnezdilova@yandex.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7780-497X>

RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=950648](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=950648)

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAH-7282-2020>

**Kirilchuk Iraida Olegovna**

Southwest State University, Kursk, Russia

E-mail: [iraida585@mail.ru](mailto:iraida585@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8636-9340>

RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=619294](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=619294)

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/N-8966-2016>

**Gladilin Daniil Evgen'evich**

Southwest State University, Kursk, Russia

E-mail: [danilglados@gmail.com](mailto:danilglados@gmail.com)

**Persidskaya Kseniya Andreevna**

Southwest State University, Kursk, Russia

E-mail: [ksenipersi@bk.ru](mailto:ksenipersi@bk.ru)

## **Industrial and environmental safety management in the Russian Federation using Industry 4.0 technologies**

**Abstract.** The article is devoted to the study of the possibility of using modern information technologies developed within the framework of the Industry 4.0 concept in order to reduce the level of occupational injuries and occupational diseases, as well as increase environmental safety at enterprises and organizations of the Russian Federation.

The authors describe the essence of the concept of Industry 4.0, the main parameters characterizing the developed technologies within Industry 4.0 are presented. Nine main characteristics are highlighted: compatibility, virtualization, decentralization, the ability to work in real time, service orientation, modularity, convergence, cost reduction and increased production efficiency, mass customization.

In addition, the article examines the practice of using modern Industry 4.0 technologies that can improve working conditions and reduce the risk of injury at enterprises of the Russian Federation. The main technologies analyzed by the authors are: IoT sensors (industrial Internet of Things), robotics, automated controlled vehicles, biomedical sensors, augmented and virtual reality. For each technology, the main advantages of its use are described, as well as specific examples are analyzed.

The authors of the article analyzed the annual reports of large Russian industrial companies that have switched to using solutions based on "Industry 4.0" technologies. Such companies are: Gazprom Neft, SIBUR, MMK, Rosatom. When analyzing the reports, the main emphasis was placed on the study of data on occupational injuries and accidents for the period from 2018 to 2021. Based on the studied data, a diagram was compiled reflecting the dynamics of industrial accidents since the introduction of Industry 4.0 technologies in the companies listed above. Based on all the information studied, it was revealed that the use of Industry 4.0 technologies together with other classical methods of industrial safety management can seriously reduce the number of accidents and injuries at various industrial enterprises.

**Keywords:** Industry 4.0; industrial security; Internet of Things; robotics; augmented reality; virtual reality; biomedical sensors