

УДК 623.459.65; 331.452

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/101/50>

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КАРАБИН, КАК СОВРЕМЕННОЕ СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АЭС

©Гудошник Е. Э., ORCID: 0000-0002-7519-196X, SPIN-код: 2693-6488, Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия, [elenakiss@mail.ru](mailto:elenakiss@mail.ru)

©Доровских В. И., ORCID: 0000-0001-8952-0042, Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия, [vladdorovskikh@yandex.ru](mailto:vladdorovskikh@yandex.ru)

©Филиппова К. А., ORCID: 0000-0001-6807-2789, Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия, [ks.filipova@gmail.com](mailto:ks.filipova@gmail.com)

## INTELLIGENT CARABINER AS A MODERN MEANS OF PROTECTION DURING THE CONSTRUCTION OF NUCLEAR POWER PLANTS

©Gudoshnik E., ORCID: 0000-0002-7519-196X, SPIN-code: 2693-6488, Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia, [elenakiss@mail.ru](mailto:elenakiss@mail.ru)

©Dorovskikh V., ORCID: 0000-0001-8952-0042, Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia, [vladdorovskikh@yandex.ru](mailto:vladdorovskikh@yandex.ru)

©Filippova K., ORCID: 0000-0001-6807-2789, Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia, [ks.filipova@gmail.com](mailto:ks.filipova@gmail.com)

*Аннотация.* В современном мире для каждого работодателя важно сохранить здоровье и жизнь рабочего. Существует множество мер по охране труда, где учитывается снижение травматизма, порядок и дисциплина рабочих. Произведен анализ происходящих несчастных случаев при строительстве АЭС. Рассмотрена возможность применения альтернативного средства индивидуальной защиты работника АЭС на высотных работах.

*Abstract.* In the modern world, it is important for each employer to preserve the health and life of the worker. There are many occupational safety measures that take into account the reduction of injuries, the order and discipline of workers. In this article, we analyze the accidents that occur during the construction of nuclear power plants. We consider the possibility of using alternative personal protective equipment for a NPP employee at high-rise work.

*Ключевые слова:* альтернативные средства индивидуальной защиты, искусственный интеллект, травматизм, строительство АЭС, оптоволокно, сквозные технологии.

*Keywords:* alternative personal protective equipment, artificial intelligence, injuries, NPP construction, fiber optic, end-to-end technologies.

На данный момент в России происходит развитие атомной энергетики. В связи с этим на территории России 4 реактора находятся в стадии подготовки к строительству на Смоленской АЭС–2 и Ленинградской АЭС–2, а также 2 реактора на Курской АЭС–2 (<https://kurl.ru/sQAUh>).

На каждом из объектов строительства есть рабочие, выполняющие работу на высоте. Каждый из них использует как индивидуальные средства защиты, так и коллективные. Важным на сегодняшний день будет рассмотреть средства защиты на высоте и оценить их эффективность, по известным нам данным.

Рассмотрим данные об абсолютном количестве несчастных случаев (НС) с сотрудниками АЭС и работниками подрядных организаций на атомных электростанциях корпорации за 2013–2021 годы (Таблица) [1].

Таблица

**КОЛИЧЕСТВО НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ С СОТРУДНИКАМИ АЭС РОССИИ**  
 (https://kurl.ru/SiYNw)

	Балаковская	Белоярская	Билибинская	Калининская	Кольская	Курская	Ленинградская	Нововоронежская	Ростовская	Смоленская
2013		5/1		1		2	6/1	2/1	2	2
2014	2*/1**	3/1		2		1/1	1/1	3/2	1/1	
2015		1				1		2/2	3/1	
2016		1		3/1	1	1/1			3/1	1
2017	2				3	1	3/2	1/1		
2018				1/1	1	2/2		1	3	2/1
2019						2/1	4/1			
2020	1/1				2	1/1				
2021						6/5				

Примечание: \* — всего, \*\* — смертельные

За исследуемый период на предприятиях энергетики произошло 89 несчастных случаев, среди которых 21 случай (24 %) произошло с работниками АЭС и 68 случаев (76 %) — с работниками подрядных организаций. Доли травмирующих факторов за период 2013-2021 год приведены на на Рисунке 1.

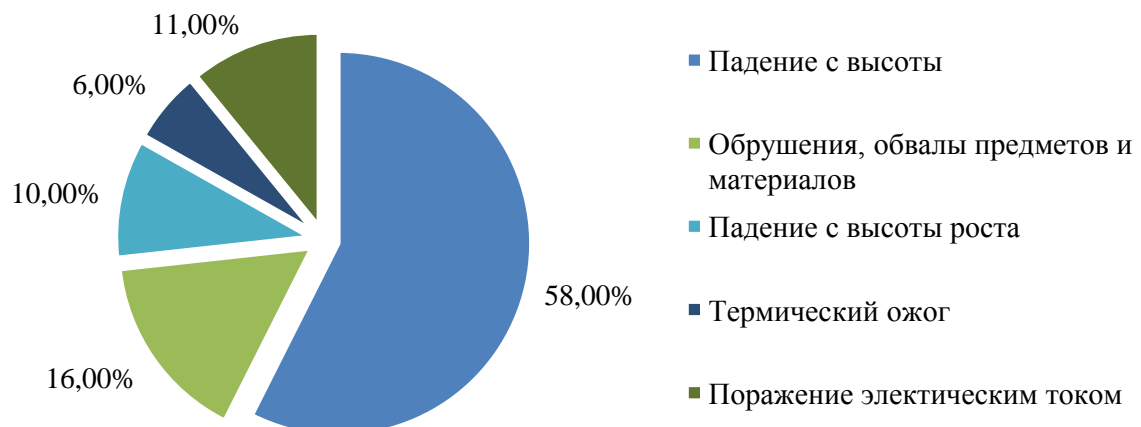


Рисунок 1. Распределение НС по травмирующим факторам за период с 2013 по 2021 год.  
 (https://kurl.ru/ItYqC)

Анализ НС показывает, что на АЭС основной причиной травматизма является падение с высоты (https://kurl.ru/ItYqC). Чаще это происходит при ремонтных работах. Например, на

Курской АЭС–2, которая является замещением Курской АЭС, травматизм среди работников происходит каждый год. В 2021 году произошло больше всего случаев падения с высоты (67%) и обрушения, обвалов предметов и материалов (33%) (<https://kurl.ru/bAoDx>). Это означает, что необходимо найти пути снижения травматизма, в следствие применения на Курской АЭС интеллектуального карабина, как современное средство индивидуальной защиты. В наше время практика и теория трудового процесса находится в тесной взаимосвязи с условиями трудовой жизни рабочих. В основу входит обязательное удовлетворение материальных и моральных потребностей трудящегося, степень реализации профессионализма и уровень производительности труда. Специфика высотных работ представляет серьезную опасность для человека, так как включает в себя работу с большей вероятностью ухудшения здоровья или смерти. Работа повышенной опасности включает в себя ряд обязательных организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасности сотрудников при исполнении. Такая работа обязательна для разработки и подготовки документов, регламентирующих их планирование и реализацию. Поскольку общая причина травм падение с высоты, рассмотрим этот фактор подробнее на примере Курская-2 АЭС. Данная АЭС строится и есть высокий уровень травматизма в 2021 году. Перед началом ремонтных работ каждый работник должен пройти две ступени обучения:

Первая ступень: разработка плана работы, который будет соответствовать реализации.

Вторая ступень осуществляется путем принятия мер по обеспечению безопасных условий труда, таких как рабочее ограждение, предупреждение и предписание в виде плакатов или знаков, использование коллективного оборудования и индивидуальная защита; использование инвентарных лесов, мостов, оборудования и средств подкладывания, использование лифтов (башен), строительных лифтов, подвесных лесов, валов, машин или механизмов; внедрение систем повышения безопасности на рабочем месте [2].

Для обеспечения безопасности работника при производстве ремонтных работ на высоте рассмотрим интересующие нас средства индивидуальной защиты. В зависимости от условий работы, в данном случае для строительства атомной электростанции, где уже присутствуют активные реакторы, безопасность обеспечивается следующими защитными мерами. Так, чтобы защитить голов от обрушения предметов или ударов необходимо надевать ударопрочные каски. Для защиты тела от радиационного воздействия понадобятся: специальные изоляционные костюмы, перчатки или рукава. Защиту глаз и органов дыхания можно обеспечить посредством использования респираторов или другого оборудования с очищенным воздухом. Чтобы избежать травмирование ног, необходимо надевать специальную обувь, также к защитным мерам относятся ремни и канаты безопасности, средства защиты от электрического удара и устройства подавления шума.

Все применяемые средства индивидуальной защиты при строительстве Курской АЭС-2, обязаны иметь необходимую документацию и разрешение от производителя для использования на производстве каждого СИЗ. Крайне важно, чтобы все, используемые средства защиты, были совместимы со всеми системами безопасности, которые есть на производстве. Насущность создания специальной одежды, обеспечивающей человеку безопасность, т.е. сохранность жизни и здоровья, является очевидной [3].

Было проведено исследование, которое заключалось в выявлении наиболее распространенной, удобной и качественной спецодежды для работников на производстве. В сравнительный анализ входили такие виды специальной одежды: спецовка (куртка и штаны), комбинезоны из гидрофобной ткани, униформа, сигнальная одежда. Данные этого анализа привели к итогу, что комбинезон является наиболее распространенной спецодеждой.

«Прелесть» комбинезона или же слитного костюма в том, что защищено полностью всё тело, чем увеличивает площадь защиты (Рисунок 2).

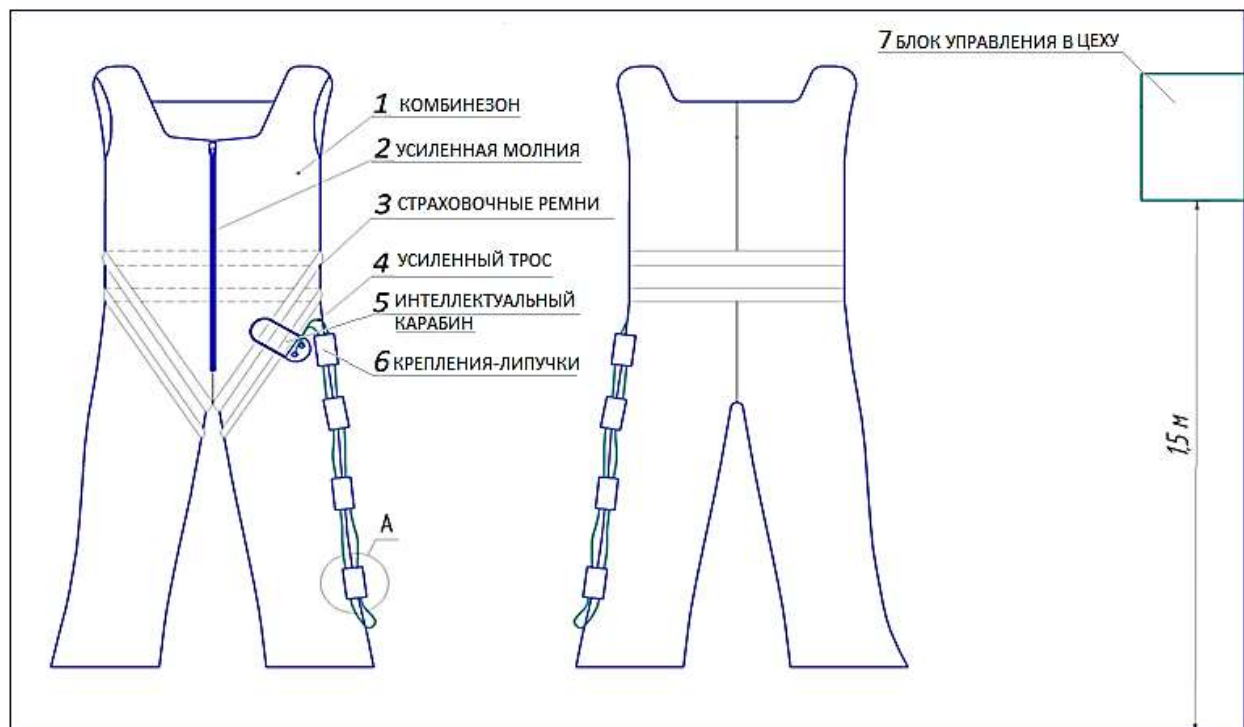


Рисунок 2. Общий вид комбинезона с указанием составляющих

Как мы выяснили ранее, что комбинезон самый лучший вариант для спецодежды. В данной статье мы рассмотрим один из видов СИЗ при строительстве Курской АЭС-2 в виде комбинезона с интеллектуальным карабином (Рисунок 2). А какова функция интеллектуального карабина? С помощью искусственного интеллекта устройства, рабочий на высоте будет знать, когда он пристегнут к ограждению безопасности, а когда нет.

Также интеллектуальный карабин дает возможность отслеживать состояние троса, которым работник прикреплен к ограждению в целях безопасности. Наилучшим материалом для троса послужит композиционный материал. Его преимущество в том, что он состоит из нескольких материалов, которые обеспечат легкость износостойкость, высокопрочность и гибкость тросу, что будет препятствовать разрыву троса. Какие же это материалы? Частично состоит из углеродного, оптического и высококачественного полиамидного волокна [4].

С помощью каких встроенных устройств происходит работа карабина? Во-первых, для того чтобы определить высоту, на которой работает человек нужен альтиметр или высотометр. Рассмотрим подробнее принцип работы устройства. Высотометр ... «выдает сигнал о возможном нарушении, собственно, работнику, напоминая ему, и на центральный блок, который находится в цеху и сохраняет информацию о том, сколько времени тот или иной работник находился на высоте не пристегнутым (или пристегнутым) к защитным ограждениям, информация выводится на панель цифровой индикации (ЖК экран)» [4].

Во-вторых, для оповещения рабочего, проводящего работы на высоте, о возможной опасности падения предупреждает световой индикатор красного цвета, если рабочий не пристегнут и зеленого цвета наоборот. Именно для этой цели используют такое устройство как зуммер, но если сказать по-другому, то прибор, подающий сигналы с помощью индикаторов. Итак, с внутренним устройством карабина мы разобрались. Следующий вопрос, который следует рассмотреть, как интеллектуальный карабин может сообщить о

состоянии троса. Для того, чтобы это узнать нужно понять, что испускает импульсы, которые приходят на блок управления в цехе. этого необходимо использовать импульсы с определенной частотой. В случае нарушения целостности троса данные импульсы будут передаваться в блок управления в цехе.

Оптоволокно или если разъяснить подробнее, то тонкие нити, которые состоят из стекла и пластика, посредством которых можно передать информацию на большое расстояние, в нашем случае на блок управления в цехе. Именно этот материал обеспечивает контроль за состоянием троса. Итак, предположим, что данное новейшее цифровое СИЗ будет введено на Курской АЭС–2. Что может измениться? Во-первых, что-то новое приветствуется на каждом предприятии. Работники, выполняющие определенные операции на высоте смогут изучить принцип работы и начать использовать.

Во-вторых, статистика несчастных случаев значительно измениться, так как данный комбинезон с интеллектуальным карабином в разы снизит травматизм.

В-третьих, наконец, проблема актуальности обеспечения наиболее безопасными СИЗ работников АЭС уйдет из обсуждающих тем на форумах.

Цифровые разработки СИЗ с применением сквозных технологий важны. Данный комбинезон с интеллектуальным карабином снизит травматизм на более чем 50%, так как новые технологии всегда увенчивались успехом [5]. Если бы не было средств индивидуальной защиты, то чтобы было на производствах? Сколько бы человек в год погибало? Именно поэтому охрана труда идет в ногу со временем, перенимая все новые технологии и внедряя их в определенном виде на производства. В большей степени наилучшую защиту на высоте обеспечивают только. именно поэтому они требуют правильного применения, особого контроля и постоянного внимания за их целостностью и работой их цифровых составляющих, таких как, интеллектуальный карабин, что необходимо для работников при строительстве и ремонте АЭС.

#### Список литературы:

1. Игнатовская Д. Л., Щекина Е. В. Оценка производственного травматизма на примере действующих АЭС России //Безопасность техногенных и природных систем. – 2022. – №. 1. – С. 18-25. EDN: VCIYVZ/ <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-18-25>
2. Денисов О. В., Топилин И. В., Еремин И. И., Мереняшев В. Е., Гукалов В. А. Снижение рисков при работе на высоте за счет перехода на цифровые средства индивидуальной защиты // Инженерный вестник Дона. 2018. №1. С. 76-76. EDN: XSMPML.
3. Руденко Е. Е., Сопельникова Н. Г., Черунова И. В. Рабочая одежда с ремнями безопасности. RU2318557C2. 2008.
4. Ивлев Н. Г. Спецодежда, спецобувь и средства индивидуальной защиты для строителей. М.: Стройиздат, 1972. 136 с.
5. Edlinger R., Föls C., Nüchter A. An innovative pick-up and transport robot system for casualty evacuation // 2022 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR). IEEE, 2022. P. 67-73. <https://doi.org/10.1109/SSRR56537.2022.10018818>

#### References:

1. Ignatovskaya, D. L., & Shchekina, E. V. (2022). Otsenka proizvodstvennogo travmatizma na primere deistvuyushchikh AES Rossii. *Bezopasnost' tekhnogennykh i prirodnykh sistem*, (1), 18-25. (in Russian). <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-18-25>

2. Denisov, O. V., Topilin, I. V., Eremin, I. I., Merenyashev, V. E., & Gukalov, V. A. (2018). Snizhenie riskov pri rabote na vysote za schet perekhoda na tsifrovye sredstva individual'noi zashchity. *Inzhenernyi vestnik Dona*, (1), 76-76. (in Russian).

3. Rudenko, E. E., Sopol'nikova, N. G., & Cherunova, I. V. (2008). Rabochaya odezhda s remnyami bezopasnosti. RU2318557C2. (in Russian).

4. Ivlev, N. G. (1972). Spetsodezhda, spetsobuv' i sredstva individual'noi zashchity dlya stroitelei. Moscow. (in Russian).

5. Edlinger, R., Föls, C., & Nüchter, A. (2022). An innovative pick-up and transport robot system for casualty evacuation. In *2022 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR)* (pp. 67-73). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SSRR56537.2022.10018818>

Работа поступила  
в редакцию 17.03.2024 г.

Принята к публикации  
24.03.2024 г.

*Ссылка для цитирования:*

Гудошник Е. Э., Доровских В. И., Филиппова К. А. Интеллектуальный карабин, как современное средство защиты при строительстве АЭС // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №4. С. 434-439. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/101/50>

*Cite as (APA):*

Gudoshnik, E, Dorovskikh, V., & Filippova, K. (2024). Intelligent Carabiner as a Modern Means of Protection During the Construction of Nuclear Power Plants. *Bulletin of Science and Practice*, 10(4), 434-439. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/101/50>