

## Влияние светопогоды на текстильные средства индивидуальной защиты от падения с высоты в строительной отрасли

Дмитрий Александрович Корольченко ✉, Сергей Георгиевич Цариченко,  
Дмитрий Александрович Простакишин, Надежда Александровна Кашинова

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** По информации Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации наиболее распространенным видом несчастных случаев с травмами и со смертельным исходом на производстве является падение при разности уровней высот. Анализ таких несчастных случаев за 2022 и 2023 гг. в разрезе видов экономической деятельности свидетельствует, что наибольшее количество несчастных случаев с тяжелыми последствиями происходит в строительстве.

**Цель работы.** Обеспечение безопасности людей с помощью средств индивидуальной защиты (СИЗ) при выполнении работ на высоте в строительной отрасли.

**Задачи.** Анализ научных работ, посвященных влиянию светопогоды на текстильные средства защиты; анализ группы ГОСТов, регулирующих сертификацию СИЗ от падения с высоты на предмет наличия технических требований и методов испытания текстильных изделий и лакокрасочных покрытий на воздействие светопогоды, в том числе солнечной радиации; постановка проблемы и разработка рекомендаций по дальнейшей работе в данном направлении.

**Аналитическая часть.** Рассматривается безопасность применения текстильных средств индивидуальной защиты от падения с высоты как одних из самых распространенных видов защиты на строительной площадке, которые подвергаются воздействию светопогоды. Анализ научно-технических источников показывает, что воздействие света (особенно ультрафиолета), а также комбинированное воздействие света, температуры, влажности и других атмосферных условий приводит к деградации текстильных СИЗ. На основании комплексного анализа, проведенного в работе, сделан вывод о необходимости нормативного регулирования данной области текстильных СИЗ в области технических требований и методов испытаний, а также необходимости проведения дополнительных параметрических ориентированных исследований в данном направлении.

**Выводы.** Опубликованные источники не содержат информацию о светопогодостойкости текстильных СИЗ. Анализ опубликованных исследований свидетельствует о негативном влиянии атмосферных условий на текстильные и полимерные материалы. Определена необходимость разработки методологии испытаний и сбалансированных требований к сопротивлению материала воздействию светопогоды, так как существующие ГОСТы в области СИЗ от падения с высоты не распространяются на данные текстильные СИЗ и имеют функционально не ориентированные критерии определения негативного воздействия светопогоды.

**Ключевые слова:** охрана труда; концепция нулевого травматизма; полимерный текстиль; ультрафиолетовое излучение; фотодеструкция

**Для цитирования:** Корольченко Д.А., Цариченко С.Г., Простакишин Д.А., Кашинова Н.А. Влияние светопогоды на текстильные средства индивидуальной защиты от падения с высоты в строительной отрасли // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2024. Т. 33. № 1. С. 60–72. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.01.60-72

✉ Корольченко Дмитрий Александрович, e-mail: ikbs@mgsu.ru

## The effect of light and weather on textile personal protective equipment against falls from a height in the construction industry

Dmitriy A. Korolchenko ✉, Sergey G. Tsarichenko, Dmitriy A. Prostakishin,  
Nadezhda A. Kashinova

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Introduction.** According to the information of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation, the most common type of accidents with injuries and fatalities at work is a fall at different heights. The analysis of such accidents for 2022 and 2023 by types of economic activity shows that the largest number of accidents with severe consequences occurs in construction.

**Purpose of the work.** To ensure the safety of people with the help of personal protective equipment (PPE) when performing work at a height in the construction industry.

**Objectives.** Analysis of scientific works devoted to the influence of light and weather on textile protective equipment. Analysis of the group of GOSTs regulating the certification of PPE against falling from a height for the presence of technical requirements and methods of testing textiles and paint coatings for the impact of light and weather, including solar radiation; problem statement and development of recommendations for further work in this direction.

**Analytical part.** The safety of application of textile personal protective equipment against falling from a height as one of the most widespread types of protection at the construction site, which are exposed to the impact of light and weather, is considered. The analysis of scientific and technical sources shows that exposure to light (especially ultraviolet), as well as the combined effects of light, temperature, humidity and other atmospheric conditions leads to the degradation of textile PPE. On the basis of the complex analysis carried out in the paper, the conclusion is made about the need for normative regulation of this area of textile PPE in the field of technical requirements and test methods, as well as the need for additional parameter-oriented research in this direction.

**Conclusions.** Published sources do not contain information on light and weather resistance of textile PPE. The analysis of published studies indicates the negative influence of atmospheric conditions on textile and polymeric materials. The necessity of development of test methodology and balanced requirements to the material resistance to light and weather impact is determined, as the existing GOSTs in the field of PPE against falls from a height do not apply to these textile PPE and have functionally unoriented criteria for determining the negative impact of light and weather.

**Keywords:** labour protection; zero injury concept; polymeric textile; ultraviolet radiation; photodegradation; polymer textile

**For citation:** Korolchenko D.A., Tsarichenko S.G., Prostackishin D.A., Kashinova N.A. The effect of light and weather on textile personal protective equipment against falls from a height in the construction industry. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2024; 33(1):60-72. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.01.60-72 (rus).

✉ *Dmitriy Aleksandrovich Korolchenko*, e-mail: ikbs@mgsu.ru

## Введение

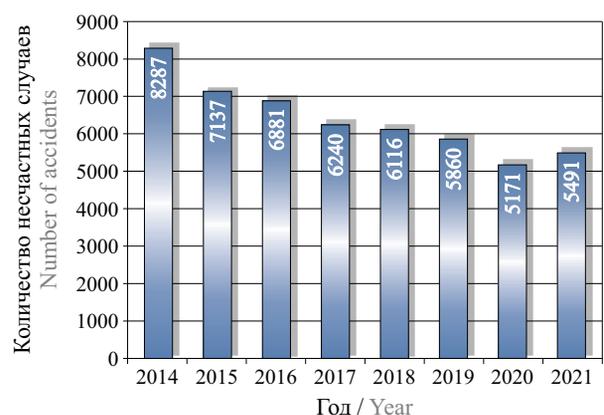
С течением времени и приходом инноваций [1] в строительную отрасль она стремительно развивается и трансформируется. Одним из главных достоинств внедрения новых технологий в строительство является снижение травматизма и продвижение концепции нулевого травматизма<sup>1</sup> [2]. По данным Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации (далее — Минтруд России), количество несчастных случаев с тяжелыми последствиями, полученными работниками в период с 2014 по 2021 г., значительно уменьшилось<sup>2</sup> [3] (рис. 1).

Такого результата удалось добиться благодаря реализации данным министерством комплекса надзорно-контрольных мер, а также более доброосовестному отношению работодателей к соблюдению техники безопасности и улучшению рабочих условий [4]. Однако при общем снижении уровня травматизма работы на высоте все еще остаются наиболее травмоопасными: их доля от общего количества травм, полученных работниками в 2020 г., составляет 33,1 % [3] (рис. 2).

<sup>1</sup> Минтруд России стал официальным партнером глобальной кампании Концепции «нулевого травматизма». URL: <https://mintrud.gov.ru/labour/safety/261>

<sup>2</sup> Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2021 году. URL: [eisol.rosmintrud.ru/attachment/339\\_attachments\\_article\\_47\\_monitoring-2021.pdf](https://eisol.rosmintrud.ru/attachment/339_attachments_article_47_monitoring-2021.pdf)

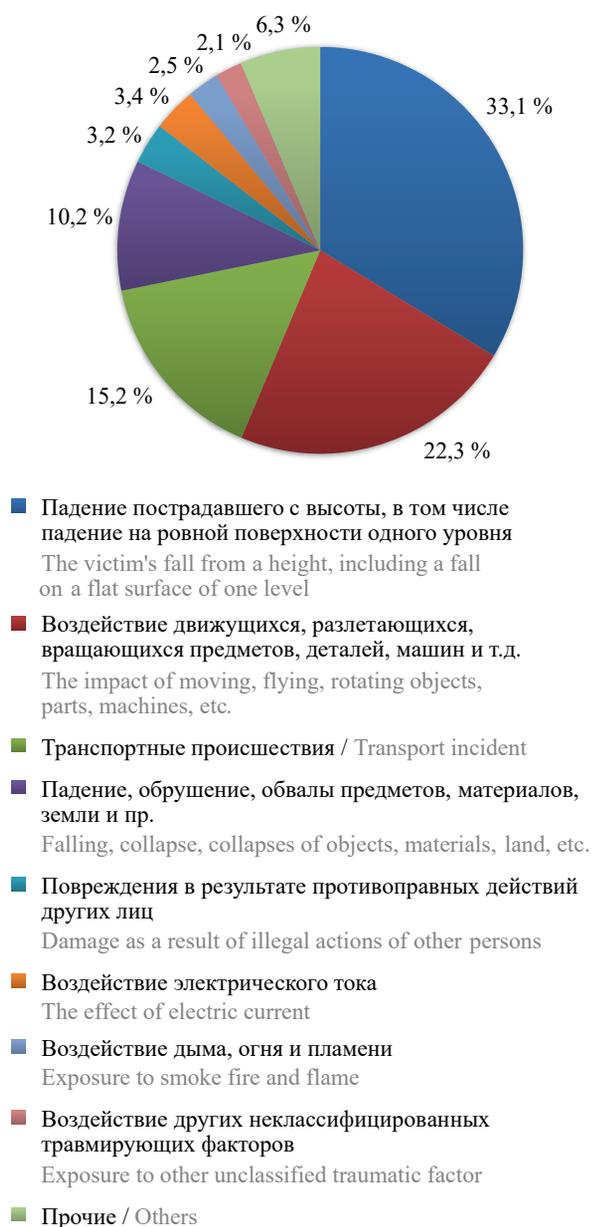
Согласно приказу Минтруда России, для предотвращения падений и травм, получаемых на высоте, работодатель обязан предоставлять работникам средства защиты от падений с высоты<sup>3</sup> [5]. Существуют средства коллективной защиты от падений с высоты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты от падения с высоты (СИЗ). В соответ-



**Рис. 1.** Количество несчастных случаев с тяжелыми последствиями в 2014–2021 гг. (по данным Минтруда России)

**Fig. 1.** Number of accidents with severe consequences in 2014–2021 (according to the Ministry of Labour of Russia)

<sup>3</sup> Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами № 766н от 29 октября 2021 г. (редакция от 29.10.2021). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_405210/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405210/)



**Рис. 2.** Распределение количества несчастных случаев с тяжелыми последствиями по видам происшествий в 2021 г. (по данным Минтруда России)

**Fig. 2.** Distribution of the number of accidents with severe consequences by types of accidents in 2021 (according to the Ministry of Labour of Russia)

ствии с ГОСТ Р 58208–2018<sup>4</sup> при использовании СИЗ выделяют пять основных систем обеспечения безопасности при выполнении работ на высоте: удерживающую, позиционирования на рабочем

<sup>4</sup> ГОСТ Р 58208–2018. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Системы индивидуальной защиты от падения с высоты. Общие технические требования : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 августа 2018 г. № 519-ст : дата введения 2019-03-01. URL: <https://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=231392>

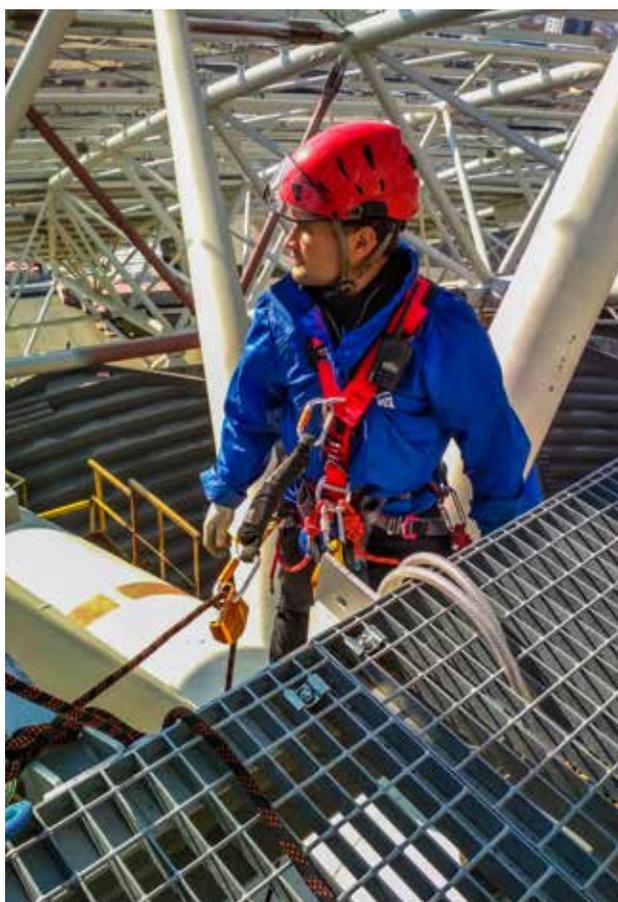
месте, канатного доступа, страховочную и спасательную [6].

Для производства СИЗ от падения с высоты используются различные материалы: синтетические полимеры или различные сплавы металлов (сталь, нержавеющая сталь, алюминий). К текстильной группе СИЗ можно отнести канаты с сердечником низкого растяжения, стропы, привязи, амортизаторы, текстильные анкерные устройства, в том числе временные анкерные линии. Все эти изделия изготавливаются из синтетического полимерного текстиля [7]. В области СИЗ полимерный текстиль представлен такими материалами, как полиамид, полиэфир и полипропилен. Полиамид (РА) состоит из повторяющихся звеньев, связанных амидными связями (–CONH–). Этот полимер может быть изготовлен из диаминов и дикарбоновых кислот или аминокислот. СИЗ из полимерного текстиля в основном включают нейлон 6 (изготовленный из капролактама) и нейлон 6.6 (изготовленный из гексаметилендиамина и адипиновой кислоты) [8]. Полиэфиры состоят из повторяющихся звеньев, связанных сложноэфирными связями (–COO–). Наиболее распространенным полиэфиром является полиэтилен-терефталат (ПЭТ), изготавливаемый из этиленгликоля и терефталевой кислоты<sup>5</sup>. Полипропилен (ПП) — это полиолефин, получаемый из мономеров пропилена. Он состоит из повторяющихся звеньев пропена и не содержит функциональных групп, таких как амид или сложный эфир, которые есть в полиамидах и полиэфирах.

За весь цикл эксплуатации и хранения текстильные СИЗ переносят воздействие многих разрушающих факторов, включая физико-химические. Это влажность воздуха, температура, ультрафиолетовое излучение, солнечная радиация, окислительные процессы и т.п. Все эти факторы объединяются одним термином — светопогода [9]. При длительной работе в атмосферных условиях полимерные материалы подвергаются «изнашиванию» и могут терять часть своих физико-механических свойств, что крайне негативно сказывается на обеспечении безопасности деятельности пользователя [10].

Рассмотрим влияние светопогоды более подробно. Первым и немаловажным фактором является влажность воздуха, которая напрямую влияет на структуру и прочность полимерного текстиля. При протекании процессов сорбции воды из окружающей среды (дождь, туман) влажность воздуха повышается, и это может вызвать набухание, увеличение массы и изменение структуры полимера и даже разрушение его волокон [11]. Под действием сорбируемой воды может

<sup>5</sup> См. статью производителя текстильных канатов и веревок ООО «РЕМЕРА»: Виды и свойства материалов для производства синтетических канатов. URL: <http://remera.ru/content/sravnenie-materialov-sinteticheskie-kanaty-iz-chego-oni-sdelany>



**Рис. 3.** Пример использования текстильных СИЗ от падения с высоты в условиях воздействия светопогоды  
**Fig. 3.** Example of the use of textile PPE against falls from a height under light and weather conditions

происойти вымывание из полимерного текстиля красителей, стабилизаторов, антиоксидантов, защищающих от других разрушающих факторов, например света. Солнечный спектр является катализатором некоторых химических реакций, приводящих к изменению структуры или даже состава полимерной ткани, что в свою очередь снижает ресурсность и прочность изделий при использовании СИЗ от падения с высоты.

В случае эксплуатации изделия все вышеперечисленные факторы воздействуют на него одновременно и комплексно, что усиливает процессы взаимосвязанных реакций. Многоцикличный процесс воздействия отрицательных или положительных температур при повышенной влажности воздуха или дополнительно при повышенной концентрации солей в нем приводит к разрушению структуры кристаллических решеток полимеров. Совмещенные реакционные и массообменные процессы дают комплексный цикл неблагоприятных условий для изделий, которые работают на защиту пользователя от падения с высоты.

Материалами, аналогичными по свойствам полимерному текстилю, являются различные клеи, эпоксидные смолы, лакокрасочные материалы, которые рассмотрим более подробно. Лакокрасочные матери-

алы широко применяются не только в промышленном и гражданском строительстве, но и для защиты конструкций при строительстве нефтегазовых платформ и последующей эксплуатации их в морских средах, в строительстве электросетевых конструкций ЛЭП и т.д.

В целях защиты конструкций, разрабатываемых на десятилетия эксплуатации, изучены и проведены работы по исследованию воздействия светопогоды, в ходе которых применялись корректировки в области испытаний лакокрасочных покрытий, переписывались требования к материалам и вводились корректировки в технологические процессы производства изделий из полимеров. В комплексе данные процедуры естественным образом двигают индустрию к улучшению качества продукции, ее безопасности, продлению сроков эксплуатации. Данный положительный опыт создает благоприятную атмосферу для проведения научно-исследовательской работы в сфере воздействия светопогоды на текстильные материалы, которые используются в изготовлении СИЗ от падения с высоты и напрямую влияют на безопасность пользователя (рис. 3).

Цель анализа — обеспечение безопасности людей, выполняющих работы на высоте в строи-

тельной отрасли; улучшение качества выпускаемой на рынок СИЗ продукции в целях повышения ее стойкости к воздействию светопогоды.

Задачи исследования состоят в анализе научных работ, посвященных влиянию светопогоды на текстильные изделия, описанию методов испытаний их в камере искусственного климатического старения; в анализе группы государственных стандартов, регулирующих сертификацию СИЗ от падения с высоты на предмет наличия технических требований и методов испытания текстильных изделий и лакокрасочных покрытий на воздействие светопогоды, в частности солнечной радиации; в постановке проблемы и разработке рекомендаций по дальнейшей работе в данном направлении.

### **Анализ литературных источников, в которых затрагивается проблема негативного влияния светопогоды на текстиль**

Воздействие солнечного света, влаги и температуры на текстильные материалы рассматривается в большом количестве статей применительно к другим сферам человеческой деятельности. Научные исследования по воздействию светопогоды (солнечного света, тепла и влаги) на текстильные материалы могут варьироваться в зависимости от конкретных аспектов исследования.

В статье [12] авторы исследуют и подтверждают протекание фотоокислительных процессов в полимерных материалах, а также изучают влияние добавок мела на изменение скорости деградации физико-механических свойств под действием ультрафиолетового излучения. Для подтверждения протекания фотоокислительных процессов используют данные двух методов: модифицированного йодометрического анализа и инфракрасной спектроскопии. В ходе эксперимента установлено, что меловая добавка препятствует интенсивному протеканию фотоокислительной деструкции, а также снижает деградацию прочностных показателей композитов на основе переработанного полипропиленового сырья после воздействия ультрафиолетового облучения в естественных условиях.

Влияние ультрафиолета на текстиль также рассматривает в своей диссертации А.В. Галкин [13]. Автор поставил перед собой цель разработать методологию исследования текстильных материалов, применяемых на объектах культурного наследия, усовершенствовать методы ускоренного старения и воздействия инсоляции на текстиль. В ходе работы автор получил данные по влиянию излучения на усадку материала, изменение прочностных характеристик ткани, таких как поверхностная плотность, жесткость при изгибе, разрывная нагрузка.

Потеря прочности тканей, используемых для изготовления текстильных исторических объектов и их реставрации, после воздействия 288 ч инсоляции составила около 93,6 %.

Не только ультрафиолетовое излучение оказывает негативное влияние на текстиль, о чем в работе [14] пишет Е.В. Бочкарева. Она с помощью теоретических и экспериментальных методов исследования изучила и сопоставила процессы износа тканей в естественных и искусственных лабораторных условиях, сделала вывод о деструктивном влиянии светопогоды на ткань, об уменьшении разрывной нагрузки и ухудшении полезных свойств. В результате исследования было выявлено, что свет, тепло и влага не влияют на рисунок переплетения тканей, так как образцы не подвергались механическому воздействию, однако при этом происходит набухание ткани и увеличение ее плотности. При экспонировании в течение 12 ч образцов в приборе дневного света автор получил данные о снижении разрывной нагрузки полимерных тканей в среднем на 18 %.

Похожие выводы, но для параарамидных нитей, получены О.В. Никитиным [9]. В ходе исследования им установлено, что наиболее эффективно на деградацию свойств полимерного текстиля влияет ультрафиолетовая часть солнечного спектра с длиной волны 290–350 нм: энергии данного спектра оказалось достаточно для разрушения макромолекул по связям С–С. Кроме того, в данной работе были получены функциональные зависимости между механическими свойствами параарамидных нитей и длительностью воздействия светопогоды в естественных и искусственных условиях с различными источниками излучения, а также установлено соответствие времени их воздействия на параарамидные нити.

Затрагивая близкую к обычной жизни человека тему в работе [15], авторы показывают, как изменяется разрывная нагрузка материала, применяемого для производства палаток. Воздействие светопогоды осуществлялось в естественных условиях и на приборе дневного света. Например, в [15] приводится информация о том, что при воздействии в течение 208 ч естественной светопогоды на палаточную ткань и материал «оксфорд» они теряют от своей разрывной нагрузки, соответственно, 27,5 и 28 %. При воздействии в течение 100 ч искусственной светопогоды палаточная ткань и материал «оксфорд» теряют от своей разрывной нагрузки, соответственно, 26,6 и 27 %. Авторами [15] был сделан вывод, что воздействие светопогоды снижает прочность тканей.

Большая разница в показателях, полученных авторами, обусловлена тем, что в ходе исследования использовались различные типы ткани, кото-

рые подвергались испытаниям в разных условиях. Тем не менее авторы пришли к одному выводу, что происходит негативное влияние светопогоды на физико-механические свойства ткани или полимерного текстиля.

### Анализ ГОСТов в области текстильных СИЗ

Средства индивидуальной защиты от падения с высоты, изготавливаемые из текстильных материалов [16–18], представлены гибкими анкерными линиями, в том числе временными, стропами различных видов, привязями, амортизаторами, текстильными анкерными устройствами (рис. 4).

Согласно техническому регламенту стран Таможенного союза 019/2011<sup>6</sup> [19, 20], все эти средства обязаны соответствовать определенным требованиям, за обеспечение выполнения которых отвечают государственные стандарты. В них же представлены методы испытаний на соблюдение требований технического регламента [17, 21–23].

Анализ показал, что во всех девяти государственных стандартах, имеющих отношение к СИЗ от падения с высоты текстильного исполнения (рис. 5), отсутствуют требования к светопогодостойкости, а также методы испытаний, позволяющие оценить изделия по данному критерию.

### Анализ ГОСТов по испытаниям лакокрасочных покрытий, полимерных материалов и текстильных изделий

Прецедентом наличия данных требований и методов испытаний на светостойкость являются стандарты, регулирующие сферу лакокрасочных покрытий, полимерных материалов и текстильных изделий. Их светопогодостойкость — важный критерий для сертификации, ведь под воздействием светопогоды изменяются свойства полимеров, лакокрасочных покрытий и текстиля: цвет, прочность и т.д.

Существует довольно большое количество государственных стандартов, разработанных в нашей стране или адаптированных, которые регулируют производство, методы испытаний и требования к изделиям. В таблице представлены некоторые из них.

Анализ таблицы показал, что требования к светопогодостойкости и методы испытаний содержатся в разных государственных стандартах и применимы к различным видам материалов в разных изделиях. В ходе испытаний оценивается климатическая стой-

<sup>6</sup> Технический регламент Таможенного союза. ТР ТС 019/2011. О безопасности средств индивидуальной защиты.



*a*

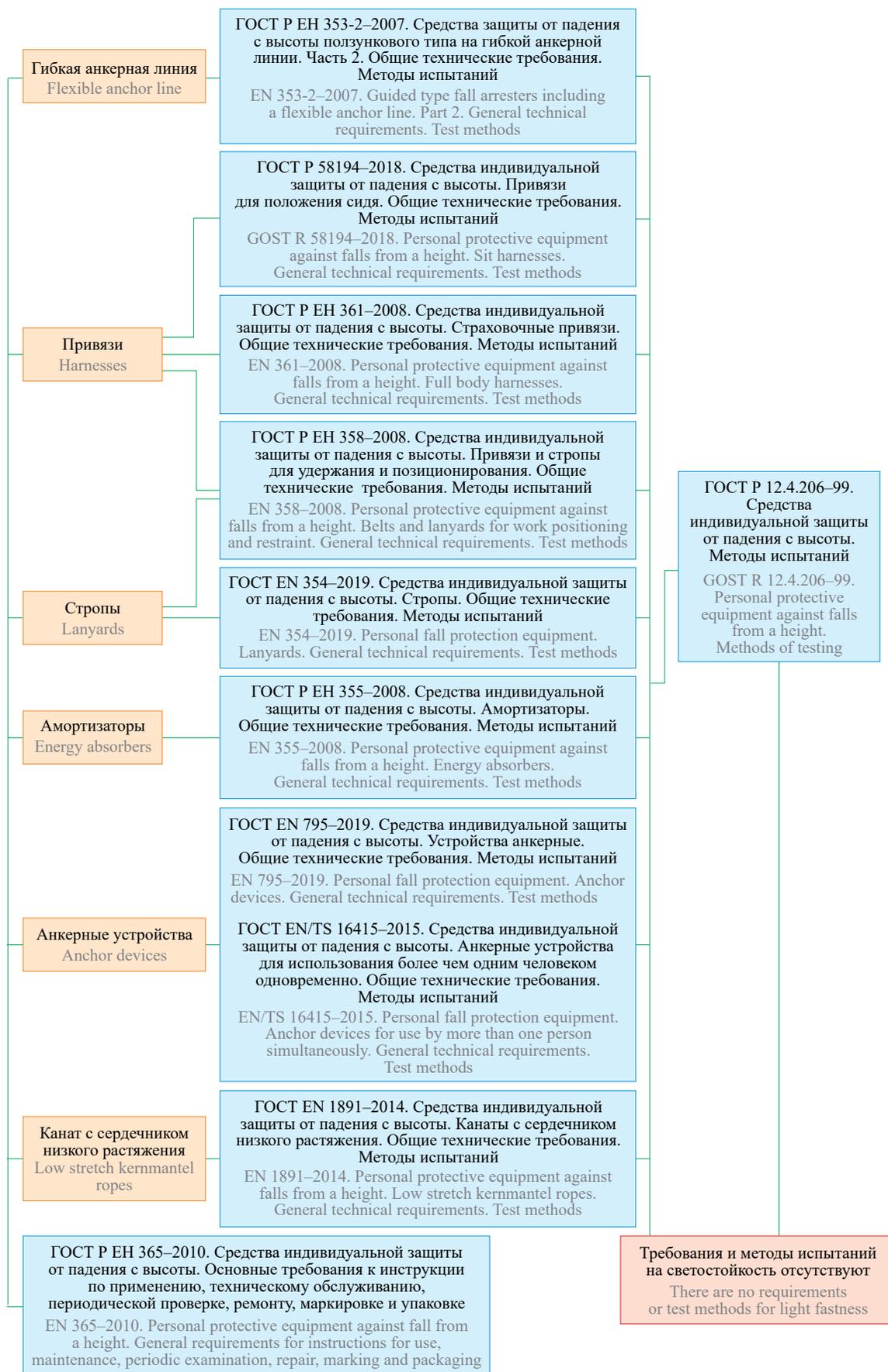


*b*

**Рис. 4.** Пример текстильных СИЗ от падения с высоты: *a* — привязь; *b* — канат с сердечником низкого растяжения  
**Fig. 4.** Example of textile PPE against falls from a height: *a* — harness; *b* — rope with low tensile core

кость лакокрасочных покрытий (рис. 6 и 7), полимерных изделий и текстиля.

При этом из проведенного анализа следует, что отсутствуют технические требования по воздействию светопогоды на текстильные СИЗ, которые непосредственно коррелировались бы с основными функциональными и прочностными характеристиками.



**Рис. 5.** Виды текстильных средств индивидуальной защиты от падения с высоты  
**Fig. 5.** Types of textile personal protective equipment against falls from a height

ГОСТы, относящиеся к полимерным материалам, лакокрасочным покрытиям и текстильным изделиям  
 GOSTs related to polymeric materials, coating and textile products

ГОСТ / GOST	Описание требований к материалу и методы испытаний Description of material requirements and test methods
<p>ГОСТ Р ИСО 105-B10–2015. Материалы текстильные. Определение устойчивости окраски. Часть В10. Искусственное климатическое старение. Метод воздействия отфильтрованным излучением ксеноновой дуги                      ISO 105-B10:2011. Textiles — Tests for colour fastness — Part B10: Artificial weathering — Exposure to filtered xenon-arc radiation (IDT)</p>	<p>Стандарт содержит методы испытания окрашенных текстильных материалов, подвергающихся искусственному климатическому старению, включая влияние воды и водяного пара, в устройстве с ксеноновой дугой для определения их устойчивости к разрушению под влиянием атмосферных условий. Воздействие осуществляют в испытательной камере отфильтрованным излучением от ксеноновой дуги, имитирующим спектральную энергетическую освещенность солнечного света                      The standard contains methods for testing coloured textile materials subjected to artificial climatic aging, including the influence of water and steam, in a xenon arc device to determine their resistance to destruction under the influence of atmospheric conditions. The effect is carried out in the test chamber by filtered radiation from the xenon arc, simulating the spectral energy illumination of sunlight</p>
<p>ГОСТ 9.708–83. Единая система защиты от коррозии и старения. Пластмассы. Методы испытаний на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов                      GOST 9.708–83. Unified system of corrosion and ageing protection, plastics. Ageing test methods on exposure to natural and artificial climatic factors</p>	<p>Стандарт распространяется на пластмассы в ненапряженном состоянии и устанавливает методы испытаний на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов. Методы предназначены для сравнительной оценки стойкости пластмасс к указанному старению                      The standard applies to plastics in a non-stressed state and establishes methods of aging tests under the influence of natural and artificial climatic factors. The methods are intended for a comparative assessment of the resistance of plastics to the specified aging</p>
<p>ГОСТ 21903–76. Материалы лакокрасочные. Методы определения условной светостойкости                      GOST 21903–76. Paint materials. Methods of relative light-fastness determination</p>	<p>Стандарт распространяется на лакокрасочные материалы и неорганические пигменты и устанавливает три метода определения условной светостойкости                      The standard applies to paints and varnishes and inorganic pigments and establishes three methods for determining conditional light resistance</p>
<p>ГОСТ 33119–2014. Конструкции полимерные композитные для пешеходных мостов и путепроводов. Технические условия                      33119–2014. Polymer composites constructions for foot-bridges. Specifications</p>	<p>Стандарт включает в себя требования к физико-механическим свойствам полимерных композитных конструктивных элементов и методам контроля свойств материала, а также требования к особенностям расчета и конструирования таких элементов при проектировании пешеходных мостов и путепроводов. Имеются также требования к морозостойкости, влагостойкости, термостойкости, стойкости к климатическому старению                      The standard includes requirements for the physical and mechanical properties of polymer composite structural elements and methods for controlling material properties, as well as requirements for the specifics of the calculation and construction of such elements in the design of pedestrian bridges and overpasses. There are also requirements for frost resistance, moisture resistance, heat resistance, and resistance to climatic aging</p>
<p>ГОСТ Р 55307–2012. Материалы текстильные. Метод стендовых натуральных испытаний устойчивости к действию светопогоды                      GOST 55307–2012. Materials textile. Method of stand model tests stability to action of light and weather</p>	<p>Стандарт распространяется на текстильные материалы (полотна, нити) и устанавливает метод оценки влияния светопогодных воздействий на их физико-механические свойства. Метод основан на экспонировании испытуемых образцов на открытом воздухе при воздействии естественных климатических факторов с последующим определением разрывной нагрузки экспонированных образцов. Устойчивость к действию светопогоды оценивают коэффициентом потери разрывной нагрузки от исходного значения, кинетическими зависимостями потери прочности материала и инсоляционным индексом                      The standard applies to textile materials (webs, threads) and establishes a method for assessing the effect of light and weather influences on their physical and mechanical properties. The method is based on exposing the test samples outdoors under the influence of natural climatic factors, followed by determining the breaking load of the exposed samples. Resistance to the action of light and weather is estimated by the coefficient of loss of breaking load from the initial value, the kinetic dependences of the loss of strength of the material and the insolation index</p>

ГОСТ / GOST	Описание требований к материалу и методы испытаний Description of material requirements and test methods
<p>ГОСТ 9.401–2018. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов GOST 9.401–2018. Unified system of corrosion and ageing protection. Paint coatings. General requirements and methods of accelerated tests on resistance to the influence of climatic factors</p>	<p>Стандарт содержит общие требования к лакокрасочным покрытиям и единую методологию оценки их долговечности. Он также предусматривает проведение испытаний по оценке климатической стойкости лакокрасочных покрытий для установления предполагаемого срока службы лакокрасочного покрытия. Самым достоверным способом определения срока службы лакокрасочного покрытия является проведение испытаний в природных условиях на действие: солнечного излучения, влаги, осадков в виде дождя или снега, перепадов температур, коррозионно-активных загрязнений, пыли. Ускорение старения в лабораторных условиях возможно за счет непрерывного воздействия определенных факторов, т.е. за счет увеличения продолжительности воздействий, а также за счет повышения их интенсивности. Разработчиками ГОСТ 9.401 были выбраны такие условия испытаний, при которых скорость процесса в лабораторных условиях заметно возрастает, а характер физико-химических процессов остается таким же, как в природных условиях The standard contains general requirements for paint coatings and a unified methodology for assessing their durability. It also provides for conducting tests to assess the climatic resistance of paint coatings to establish the expected service life of the paint coating. The most reliable way to determine the service life of a paint coating is to conduct tests in natural conditions for the effect of: solar radiation, moisture, precipitation in the form of rain or snow, temperature changes, corrosive pollutants, dust. Acceleration of aging in laboratory conditions is possible due to the continuous exposure to certain factors, i.e. by increasing the duration of exposure, as well as by increasing their intensity. The developers of GOST 9.401 have chosen such test conditions under which the speed of the process in laboratory conditions increases markedly, and the nature of the physico-chemical processes remains the same as in natural conditions</p>



**Рис. 6.** Пример испытаний лакокрасочных покрытий для судов в естественных условиях  
**Fig. 6.** Example of testing paint coatings for ships in natural conditions



**Рис. 7.** Отслаивание лакокрасочного покрытия в процессе естественного старения  
**Fig. 7.** Flaking of paint covering due to natural ageing process

### Выводы

Большая часть работ в строительстве на высоте производится в атмосферных условиях, когда изделие подвергается воздействию влаги, температуры и света, оказывающих негативное влияние на прочность изделия, что сокращает срок годности его безопасного использования. На сегодняшний день в опубликованных источниках отсутствует информация о светопогодостойкости текстильных СИЗ.

В ходе работы был проведен анализ результатов исследований воздействия светопогоды на текстиль-

ные материалы. Существует немалое количество статей, где прямо и косвенно доказывается негативное влияние атмосферных условий на текстильные и полимерные материалы. Широкое применение этих материалов в изготовлении СИЗ от падения с высоты обуславливает необходимость наличия методологии испытаний и сбалансированных требований к сопротивлению материала воздействию светопогоды.

При этом анализ государственных стандартов, относящихся к области СИЗ от падения с высоты, показал, что в них отсутствуют требования к свето-

погодостойкости и необходимые методики для проведения соответствующих испытаний изделий. Хорошим примером прецедента наличия таких требований и методик являются государственные стандарты в области полимерных материалов, лакокрасочных покрытий и текстильных изделий, а также стандарты, описывающие методы воздействия инсоляции на материалы. Однако проблема заключается в том, что эти стандарты для повышения безопасности СИЗ не распространяются на данные текстильные СИЗ и имеют функционально не ориентированные критерии определения негативного воздействия светопогоды.

Коллектив авторов считает необходимым проведение ряда НИР в области воздействия светопогоды на текстильные материалы с последующей разработкой технических требований и, что важно, методов испытаний на соответствие этим требованиям. Встает вопрос о необходимости внесения изменений в существующие стандарты или разработки новых, для чего требуется профессиональное обсуждение этого вопроса с учетом мнений всех сторон (изготовителей, потребителей, испытательных лабораторий, сертификационных органов), на базе научно-технических исследований.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Приходько Н. Апгрейд строительной отрасли. Версия-2030 // Вестник: Строительство. Архитектура. Инфраструктура. 2019. № 2 (113). С. 22–29.
2. Семенова А.Г., Данилова Е.В. Инновационные технологии как эффективные инструменты снижения производственного травматизма // Инновации и инвестиции. 2019. № 8. С. 19–21.
3. Агошков А.И., Курочкин П.А., Шилкин Е.А. Повышение безопасности производства работ на высоте совершенствованием обучения по охране труда (на примере строительных организаций) // Аспирант. 2020. № 5 (56). С. 24–28.
4. Пузырев А.М., Козырева Л.В. Актуальные вопросы нововведений в правилах по охране труда при работе на высоте // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Строительство. Электротехника и химические технологии. 2021. № 3 (11). С. 13–20. DOI: 10.46573/2658-7459-2021-13-20
5. Степанова К.А. Разработка регламентированной процедуры выдачи средств индивидуальной защиты // Точная наука. 2023. № 141. С. 4–7.
6. Сенченко В.А., Карауш С.А., Пушненко С.Л., Стасева Е.В. О значении технических средств безопасности при выполнении работ на высоте // Охрана и экономика труда. 2018. № 1 (30). С. 66–71.
7. Аминова А.А., Кошутина Е.А., Кондратьева Е.П. Анализ материалов, используемых для изготовления средств индивидуальной защиты от падения с высоты // Семьдесят третья Всеросс. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием, Ярославль, 20 апреля 2020 г. : сб. мат. конф. в 2 ч. Часть 2. Ярославль : Ярославский государственный технический университет, 2020. С. 318–321.
8. Sedláček D., Roso M., Viel L., Perotto N., Caven B., Hasler M. et al. Ageing of climbing ropes with and without hydrophobic coating // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology. 2021. DOI: 10.1177/17543371211062816
9. Никитина О.В. Разработка метода прогнозирования механических свойств параарамидных нитей после воздействия светопогоды : дис. ... канд. техн. наук. М., 2012. 200 с.
10. Daniel Sedláček D., Roso M., Manian A.P. The effect of a hydrophobic coating on the photodegradation of dyed Nylon 6 Yarns // Fibers and Polymers. 2023. Vol. 24. Pp. 3889–3900. DOI: 10.1007/12221-023-00311-8
11. Шевченко А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии : уч. пос. М. : КолосС, 2004. 246 с.
12. Salikhov R.B., Bazunova M.V., Salikhov T.R., Bazunova A.A., Zakharov V.P. Study of the effect of photooxidative processes on the surface morphology and physico-mechanical characteristics of biodegradable materials based on secondary polypropylene and chalk additives // Letters on Materials. 2020. Vol. 10 (3). Pp. 288–293. DOI: 10.22226/2410-3535-2020-3-288-293
13. Галкин А.В. Разработка методологии исследования материалов для воссоздания исторического текстильного объекта : дис. ... канд. техн. наук. М., 2021. 199 с.
14. Бочкарева Е.В. Разработка методов прогнозирования физико-механических свойств тканей ведомственного назначения после действия светопогоды : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2007. 16 с.
15. Белкин С.А., Белкина С.Б. Влияние светопогоды на свойства палаточных тканей // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ–2015) : сб. мат. Междунар. науч.-техн. конф., Москва, 17–18 ноября 2015 г. Часть 2. М. : Московский государственный университет дизайна и технологии, 2015. С. 127–129.
16. Василенко В.В. Актуализация методики динамических испытаний амортизаторов как средств индивидуальной защиты от падения с высоты // Строительство — формирование среды жизнедеятельности :

- сб. трудов XX Междунар. межвуз. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 26–28 апреля 2017 г. М. : Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2017. С. 439–441.
17. Леликов Г.Д., Василенко В.В., Корольченко Д.А. Анализ применения страховочных стропов из синтетических канатов как СИЗ от падения с высоты // Строительство — формирование среды жизнедеятельности : сб. трудов XX Междунар. межвуз. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 26–28 апреля 2017 г. М. : Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2017. С. 475–477.
  18. Гаджиев Р.С., Антонова В.А., Простакишин Д.А., Карасева Т.А. Определение остаточной прочности полиамидной веревки через 24 месяца после воздействия сильных кислот // Безопасность труда в промышленности. 2022. № 10. С. 54–59. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-10-54-59
  19. Pham N.T., Vasilenko V.V. Stability of ladders when working at heights and safety while performing this type of work // Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis, Moscow, November 13–15, 2019. Vol. 1425. No. 012190. DOI: 10.1088/1742-6596/1425/1/012190
  20. Zherdev K., Korolchenko O., Gadzhiyev R. Polyspast — personal fall protection equipment. Features of certification and certification tests // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1030. P. 01203. DOI: 10.1088/1757-899x/1030/1/012036
  21. Антонова В.А., Василенко В.В., Леликов Г.Д., Громов Н.В. Обеспечение безопасности на строительной площадке. Методика статического испытания шва из минеральной ваты на продавливание между плитой перекрытия и фасадом здания на этапе «строительства» // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 6. С. 61–68. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-6-61-68
  22. Василенко В.В., Жердев К.В., Шовикова А.В., Шуиунова Н.С. Анализ применения элементов страховочных направляющих «волна» в конструкции жестких анкерных линий на ВЛ 35 кВ и выше // Электроэнергия. Передача и распределение. 2022. № 4 (73). С. 98–103.
  23. Жердев К.В., Василенко В.В., Богданов М.С. Обеспечение комплексной безопасности высотных работ на опорах решетчатого типа воздушных линий электропередачи 35 кВ и выше // Электроэнергия. Передача и распределение. 2023. № 1 (76). С. 130–139.

## REFERENCES

1. Prikhodko N. Upgrade of the construction industry. Version 2030. *Bulletin: Construction. Architecture. Infrastructure*. 2019; 2(113):22-29. (rus).
2. Semenova A.G., Danilova E.V. Innovative technologies as effective tools to reduce industrial injuries. *Innovation & Investment*. 2019; 8:19-21. (rus).
3. Agoshkov A.I., Kurochkin P.A., Shilkin E.A. An enhance of work at height safety by comprehensive professional safety education programs. *Postgraduate*. 2020; 5(56):24-28. (rus).
4. Puzyrev A.M., Kozyreva L.V. Urgent issues of innovations in work at height safety regulations. *Vestnik of Tver State Technical University. Series: Building. Electrical Engineering and Chemical Technology*. 2021; 3(11):13-20. DOI: 10.46573/2658-7459-2021-13-20 (rus).
5. Stepanova K.A. Development of a regulated procedure for issuing personal protective equipment. *Exact Science*. 2023; 141:4-7. (rus).
6. Senchenko V.A., Karaush S.A., Pushenko S.L., Staseva E.V. About the importance of technical safety facilities when performing works at the height. *Protection and Economics Labor*. 2018; 1(30):66-71. (rus).
7. Amineva A.A., Koshutina E.A., Kondratyeva E.P. Analysis of materials, used for manufacture of means of individual protection from altitude. *Seventy-third All-Russian scientific and technical conference of students, undergraduates and graduate students of higher educational institutions with international participation. April 20, 2020, Yaroslavl : collection of conference materials. In 2 parts. Part 2*. Yaroslavl, Yaroslavl State Technical University Publ., 2020; 318-321. (rus).
8. Sedláček D., Roso M., Viel L., Perotto N., Caven B., Hasler M. et al. Ageing of climbing ropes with and without hydrophobic coating. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P : Journal of Sports Engineering and Technology*. 2021. DOI: 10.1177/17543371211062816
9. Nikitina O.V. *Development of a method for predicting the mechanical properties of para-aramid threads after exposure to light weather : diss. ... Candidate of Technical Sciences*. Moscow, 2012; 200. (rus).

10. Daniel Sedláček D., Roso M., Manian A.P. The effect of a hydrophobic coating on the photodegradation of dyed nylon 6 Yarns. *Fibers and Polymers*. 2023; 24:3889-3900. DOI: 10.1007/12221-023-00311-8
11. Shevchenko A.A. *Chemical resistance of non-metallic materials and corrosion protection : textbook*. Moscow, KolosS, 2004; 246. (rus).
12. Salikhov R.B., Bazunova M.V., Salikhov T.R., Bazunova A.A., Zakharov V.P. Study of the effect of photooxidative processes on the surface morphology and physico-mechanical characteristics of biodegradable materials based on secondary polypropylene and chalk additives. *Letters on Materials*. 2020; 10(3):288-293. DOI: 10.22226/2410-3535-2020-3-288-293
13. Galkin A.V. *Development of a materials research methodology for recreating a historical textile object : diss. ... Candidate of Technical Sciences*. Moscow, 2021; 199 (rus).
14. Bochkareva E.V. *Development of methods for predicting the physical and mechanical properties of departmental fabrics after exposure to light weather : abstr. diss. ... Candidate of Technical Sciences*. Moscow, 2007; 16. (rus).
15. Belkin S.A., Belkina S.B. The influence of light weather on the properties of tent fabrics. *Design, Technology and Innovation in the Textile and Light Industry (INNOVATIONS–2015) : collection of materials of the International Scientific and Technical Conference, Moscow, November 17–18, 2015. Part 2*. Moscow, Moscow State University of Design and Technology Publ., 2015; 127-129. (rus).
16. Vasilenko V.V. Updating the methodology for dynamic testing of shock absorbers as personal protective equipment against falling from a height. *Construction — formation of the living environment : collection of proceedings of the XX International Interuniversity Scientific and Practical Conference of Students, Masters, Graduate Students and Young Scientists, Moscow, April 26–28, 2017*. Moscow, National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2017; 439-441. (rus).
17. Lelikov G.D., Vasilenko V.V., Korolchenko D.A. Analysis of the use of safety lanyards made of synthetic ropes as personal protective equipment against falls from a height. *Construction — formation of the living environment : collection of proceedings of the XX International Interuniversity Scientific and Practical Conference of Students, Masters, Graduate Students and Young Scientists, Moscow, April 26–28, 2017*. Moscow, National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2017; 475-477. (rus).
18. Gadzhiev R.S., Antonova V.A., Proskishin D.A., Karaseva T.A. Determination of the residual strength of a polyamide rope 24 months after exposure to strong acids. *Occupational Safety in Industry*. 2022; 10:54-59. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-10-54-59 (rus).
19. Pham N.T., Vasilenko V.V. Stability of ladders when working at heights and safety while performing this type of work. *Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis, Moscow, November 13–15, 2019*. Moscow, 2019; 1425:012190. DOI: 10.1088/1742-6596/1425/1/012190
20. Zherdev K., Korolchenko O., Gadzhiyev R. Polyspast — personal fall protection equipment. Features of certification and certification tests. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021; 1030:01203. DOI: 10.1088/1757-899x/1030/1/012036
21. Antonova V.A., Vasilenko V.V., Lelikov G.D., Gromov N.V. Ensuring safety at the construction site. Methodology of static testing of the mineral wool joint for punching between the floor slab and building facade during the construction stage. *Occupational Safety in Industry*. 2021; 6:61-68. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-6-61-68 (rus).
22. Vasilenko V.V., Zherdev K.V., Shovikova A.V., Shushunova N.S. Study of application of auxiliary “wave” guide components in rigid anchor lines at 35 kV and higher overhead lines. *Electric Power. Transmission and Distribution*. 2022; 4(73):98-103. (rus).
23. Zherdev K.V., Vasilenko V.V., Bogdanov M.S. Provision of integrated safety and security of working at height on lattice towers of 35 kV and higher overhead transmission lines. *Electric Power. Transmission and Distribution*. 2023; 1(76):130-139. (rus).

Поступила 04.12.2023, после доработки 29.12.2023;

принята к публикации 09.01.2024

Received December 4, 2023; Received in revised form December 29, 2023;

Accepted January 9, 2024

## Информация об авторах

**КОРОЛЬЧЕНКО Дмитрий Александрович**, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой комплексной безопасности в строительстве; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет; Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; РИНЦ ID: 352067; Scopus AuthorID: 55946060600; ResearcherID: E-1862-2017; ORCID: 0000-0002-2361-6428; e-mail: ikbs@mgsu.ru

**ЦАРИЧЕНКО Сергей Георгиевич**, д-р техн. наук, профессор кафедры комплексной безопасности в строительстве, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; РИНЦ ID: 181475; Scopus AuthorID: 181475; ORCID: 0000-0002-9807-6841; e-mail: tsarichenko\_s@mail.ru

**ПРОСТАКИШИН Дмитрий Александрович**, инженер испытательной лаборатории Института комплексной безопасности в строительстве, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет; Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; РИНЦ ID: 1092806; ORCID: 0009-0008-5350-6976; e-mail: d.prostakishin@ikbs-mgsu.ru

**КАШИНОВА Надежда Александровна**, лаборант испытательной лаборатории института комплексной безопасности в строительстве; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет; Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; ORCID: 0009-0005-9723-9644; e-mail: nadezhdakashinova@yandex.ru

**Вклад авторов:** *все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.*  
*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

## Information about the authors

**Dmitriy A. KOROLCHENKO**, Dr. Sci. (Eng.), Docent, Head of Department of Integrated Safety in Civil Engineering, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavskoe shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 352067; Scopus AuthorID: 55946060600; ResearcherID: E-1862-2017; ORCID: 0000-0002-2361-6428; e-mail: ikbs@mgsu.ru

**Sergey G. TSARICHENKO**, Dr. Sci. (Eng.), Professor of Department of Integrated Safety in Civil Engineering, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavskoe shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 181475; Scopus AuthorID: 181475; ORCID: 0000-0002-9807-6841; e-mail: tsarichenko\_s@mail.ru

**Dmitriy A. PROSTAKISHIN**, Engineer of Testing Laboratory of Institute of Complex Safety in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavskoe shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 1092806; ORCID: 0009-0008-5350-6976; e-mail: d.prostakishin@ikbs-mgsu.ru

**Nadezhda A. KASHINOVA**, Laboratory Technician of Testing Laboratory of Institute of Complex Safety in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavskoe shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; ORCID: 0009-0005-9723-9644; e-mail: nadezhdakashinova@yandex.ru

**Contribution of the authors:** *all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.*  
*The authors declare that there is no conflict of interest.*