

УДК (UDC) 614.8: [377+625.1/.5+004.032.26]

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙ КАНАТНЫХ ДОРОГ ПО КОМПЕТЕНЦИЯМ РАБОТНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

## ASSESSMENT OF POSSIBLE CABLE CAR ACCIDENTS BY EMPLOYEE COMPETENCIES USING NEURAL NETWORKS

Панфилов А.В., Николаев Н.Н., Хван Р.В., Короткий А.А.  
Panfilov A.V., Nikolaev N.N., Khvan R.V., Korotkiy A.A.Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, РФ)  
Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russia)

**Аннотация.** Канатный транспорт получил достаточно большое развитие в области пассажирских и грузовых перевозок. В ряде случаев (например, на горнолыжных курортах) он является незаменимым. Для предотвращения нестандартных ситуаций разработано достаточно большое количество нормативов и правил безопасной эксплуатации и технического обслуживания. Однако аварийные ситуации все-таки возникают. Одной из причин является недостаточная профессиональная подготовка работников канатного транспорта, которые должны знать и владеть навыками применения положений нормативной документации, а также правильно исполнять свои профессиональные обязанности. Данная статья посвящена научной проблеме вероятностной оценки возможности возникновения различных аварийных ситуаций на канатном транспорте в зависимости от уровня овладения профессиональными компетенциями и составляющими их знаниями, умениями и навыками. Для решения данной задачи применена технология на основе обучения нейронных сетей. В качестве примера рассмотрены специалисты по профессиональному стандарту «Специалист по организации безопасной эксплуатации пассажирских канатных дорог и фуникулеров».

**Ключевые слова:** авария, нестандартная ситуация, канатная дорога, вероятность, оценка, компетенция, человеческий фактор, нейронная сеть

**Дата принятия к публикации:** 07.03.2023  
**Дата публикации:** 25.03.2023

**Сведения об авторах:**

**Панфилов Алексей Викторович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета, e-mail: panfilov@ikcmvsl.ru

ORCID: 0000-0001-7211-1824

**Николаев Николай Николаевич** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета, e-mail: nneks@yandex.ru.

ORCID: 0000-0003-2087-0233

**Abstract.** Rope transport has received quite a lot of development in the field of passenger and cargo transportation. In some cases (for example, in ski resorts), it is indispensable. To prevent emergency situations, a sufficiently large number of standards and rules for safe operation and maintenance have been developed. However, emergencies do occur. One of the reasons is the insufficient professional training of rope transport workers, who must know and possess the skills to apply the provisions of regulatory documentation, as well as properly perform their professional duties. This article is devoted to the scientific problem of probabilistic assessment of the possibility of various emergency situations on cable transport, depending on the level of mastery of professional competencies and their constituent knowledge, skills and abilities. To solve this problem, a technology based on neural network training has been applied. As an example, specialists in the professional standard "Specialist in the organization of safe operation of passenger cable cars and funiculars" are considered.

**Keywords:** accident, emergency, cable car, probability, assessment, competence, human factor, neural network

**Date of acceptance for publication:** 07.03.2023  
**Date of publication:** 25.03.2023

**Authors' information:**

**Alexey V. Panfilov** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation of Transport Systems and Logistics, Don State Technical University, e-mail: panfilov@ikcmvsl.ru

ORCID: 0000-0001-7211-1824

**Nikolai N. Nikolaev** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation of Transport Systems and Logistics, Don State Technical University, e-mail: nneks@yandex.ru.

ORCID: 0000-0003-2087-0233

**Хван Роман Владимирович** – кандидат технических наук, ассистент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета, *e-mail: khvanroman@yandex.ru.*

ORCID: 0000-0002-1246-4262

**Короткий Анатолий Аркадьевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета, *e-mail: korot@novoch.ru.*

ORCID: 0000-0001-9446-4911

**Roman V. Khvan** – Candidate of Technical Sciences, Assistant at the Department of Operation of Transport Systems and Logistics, Don State Technical University, *e-mail: khvanroman@yandex.ru.*

ORCID: 0000-0002-1246-4262

**Anatoly A. Korotkiy** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Transport Systems Operation and Logistics Department, Don State Technical University, *e-mail: korot@novoch.ru.*

ORCID: 0000-0001-9446-4911

## 1. Введение

Канатный транспорт успешно применяется в сфере грузовых и пассажирских перевозок. Он обладает множеством преимуществ перед другими видами транспорта: высокие провозные возможности, относительно низкая стоимость оборудования и инфраструктуры, высокая скорость строительства новых канатных дорог, низкий уровень аварийности и другие. Канатные дороги и фуникулеры являются незаменимыми в горных условиях и при больших перепадах высот в условиях городов. На основе канатного транспорта в ряде городов мира применяется канатное метро. Для успешного и безаварийного функционирования канатного транспорта разработаны нормативные документы [1-4], регламентирующие требования по его безопасной эксплуатации, нормативы проведения технического обслуживания и освидетельствования, профессиональные обязанности работников канатного транспорта.

Данные нормативные документы служат основой обучения и аттестации работников канатного транспорта на базе современного компетентностного подхода.

Однако аварийные ситуации все же возникают. Одной из главных причин нештатных ситуаций является человеческий фактор [5]. Следовательно, имеется недостаточное освоение работниками канатного транспорта профессиональных компетенций, которое оказывает влияние на факторы возникновения аварийных ситуаций.

Отсюда можно сформулировать научную проблему: оценка вероятности возникновения аварийных ситуаций через оценку степени владения профессиональными компетенциями работников.

## 2. Постановка задачи

В соответствие с указом Президента РФ и «Национальной стратегией...» [6] предлагается внедрить технологии искусственного интеллекта на базе нейронных сетей для оценки остаточных знаний при проведении аттестации персонала, в центрах оценки квалификаций и в прочих случаях.

Идея состоит в том, что при компетентностном подходе используют такие понятия как знания, умения и навыки. Проверка знаний состоит в ответе на сформулированные вопросы по каждому из разделов. Причем проверка знаний состоит из ответов на вопросы – «теоретические знания» и проверке умений и навыков, путем выполнения каких-либо практических тестов (решение тематических задач, чтение чертежей, выполнение конкретных практических работ в центрах оценки квалификаций) [7].

Из статистических данных, опубликованных в открытой печати и из отчетов министерств и ведомств [8-10] известно, что примерно 61% аварий, инцидентов и несчастных случаев происходит по вине человеческого фактора. Известны как же причины, которые привели к конкретной аварии, инциденту и несчастному случаю, что подтверждено выводами в актах расследования.

Основными причинами аварийности и травматизма на подвесных канатных дорогах являются:

1. Технические причины (неисправность механического, электрооборудования, систем управления, устройств и приборов безопасности) – 39%, из которых около половины, связаны с выходом из строя стальных канатов;

2. Ошибочные действия персонала, низкий уровень профессиональных знаний нормативно-технической документации – 37%;

3. Влияние внешней среды и природных явлений – 24%

Экспертным путем можно установить связь между ответами на вопросы, практическими тестами при проведении аттестации с причинами, по которым произошли аварии, инциденты и несчастные случаи.

Основными значимыми опасными факторами являются:

1. Движущиеся машины и механизмы, части производственного оборудования, разрушающиеся конструкции.

2. Расположение на значительной высоте относительно поверхности элементы и оборудование, требующие обслуживания.

При оценке знаний, умений и навыков каждого аттестуемого по каждому виду проверок ставятся определенные баллы. При ответе на 80% аттестуемый считается допущенным к работе. Таким образом у нас получается матрица данных.

Статистические данные в матрице по результатам аттестации можно связать с причинами аварий (инцидентов и несчастных случаев).

### 3. Разработанные модели

Таким образом, можно обучить нейронную сеть и при аттестации очередного претендента можно с какой-то вероятностью говорить о его недостаточных знаниях, которые могут привести к прогнозируемой (предполагаемой) аварии. На рис. 1. представлена схема искусственной нейронной сети для установления причины аварии подвесной канатной дороги.

Схема предлагаемой нейронной сети, представленная на рис. 1 включает в себя входной слой, скрытые слои и выходной слой.

Входной слой состоит из нейронов, соответствующих необходимым компетенциям работника. В качестве примера реализации взяты компетенции специалистов по профессиональному стандарту «Специалист по организации безопасной эксплуатации пассажирских канатных дорог и фуникулеров»

[11]. Количество нейронов во входном слое может быть изменено в зависимости от количества необходимых компетенций для той или иной должности работника. Для указанного профессионального стандарта количество компетенций составляет 109 штук. Каждой компетенции присвоено буквенно-цифровое обозначение для удобства введения в нейронную сеть. В качестве примера некоторые из них приведены в табл. 1-3.

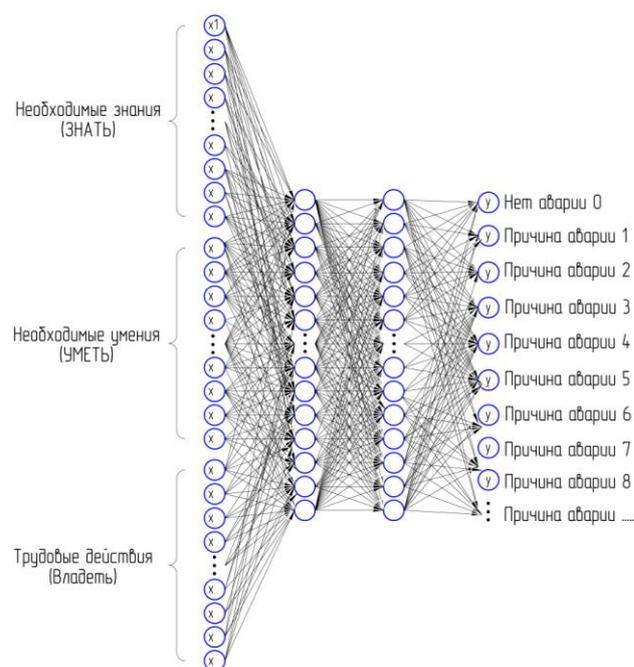


Рис. 1. Схема нейронной сети для установления причины аварии канатных дорог

Входной слой состоит из нейронов, соответствующих необходимым компетенциям работника. В качестве примера реализации взяты компетенции специалистов по профессиональному стандарту «Специалист по организации безопасной эксплуатации пассажирских канатных дорог и фуникулеров» [11]. Количество нейронов во входном слое может быть изменено в зависимости от количества необходимых компетенций для той или иной должности работника. Для указанного профессионального стандарта количество компетенций составляет 109 штук. Каждой компетенции присвоено буквенно-цифровое обозначение для удобства введения в нейронную сеть. В качестве примера некоторые из них приведены в табл. 1-3.

Таблица 1

## Необходимые знания (фрагмент)

Необходимые знания (ЗНАТЬ)	Условное обозначение
Законодательство Российской Федерации в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых эксплуатируются пассажирские канатные дороги и фуникулеры	C1
Нормативные правовые акты, устанавливающие порядок обслуживания опасных производственных объектов, на которых эксплуатируются пассажирские канатные дороги и фуникулеры	C2
Типовые правила пользования пассажирской подвесной канатной дорогой и фуникулером	C3
Устройство пассажирской канатной дороги и фуникулера и их элементов, требования руководства по эксплуатации	C4
Должностные и производственные инструкции персонала пассажирской канатной дороги и фуникулера	C5

Таблица 2

## Необходимые умения (фрагмент)

Необходимые умения (УМЕТЬ)	Условное обозначение
Организовывать собственную деятельность и деятельность подчиненного персонала в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации пассажирской канатной дороги и фуникулера и правил безопасности пассажирских канатных дорог и фуникулеров	B1
Использовать в работе нормативно-техническую документацию по обеспечению безопасной эксплуатации пассажирских канатных дорог и фуникулеров	B2
Принимать решения при перевозке пассажиров и грузов на пассажирской канатной дороге и фуникулере и доводить их до персонала	B3

Статистика для входного слоя нейронной сети получена из ответов и выполненных заданий аттестуемого персонала, работниками в центрах оценки квалификаций при проведении аттестации по необходимым компетенциям для данного профессионального стандарта, а затем расширена путем генерации условных специалистов методом Монте-

Таблица 3

## Трудовые действия (фрагмент)

Трудовые действия (ВЛАДЕТЬ)	Условное обозначение
Выдача персоналу нормативно-технической документации по эксплуатации пассажирских канатных дорог и фуникулеров и ее своевременное обновление	A1
Разработка правил перевозки пассажиров и провоза ручной клади на пассажирской канатной дороге и фуникулере	A2
Согласование и утверждение правил перевозки пассажиров и провоза ручной клади на пассажирской канатной дороге и фуникулере в органах государственного (муниципального) управления	A3
Разработка плана спасательной операции для пассажирской канатной дороги и фуникулера	A4
Разработка должностных и производственных инструкций персонала, занятого эксплуатацией пассажирской канатной дороги и фуникулера	A5

Карло. Здесь решалась задача получения равномерных положительных и отрицательных оценок по всем компетенциям для обучения нейронной сети на всевозможных сочетаниях входных данных.

Методом Монте-Карло были сгенерированы данные по аттестации 200 условных специалистов и выставлены оценки по каждой компетенции: 0 – не сдал, 1 – сдал (при оценке выполнения задания более 80%). Оценки компетенций формируются на основе анализа решений задач и ответов на вопросы из экзаменационных билетов. В результате получена матрица компетенций (рис. 2).

Скрытые слои нейронной сети формируются в ходе обучения и выполняют функции преобразования и связи между нейронами входного и выходного слоя.

Выходной слой нейронной сети состоит из нейронов, соответствующих различным причинам аварий канатных дорог. При этом была использована статистика по авариям на канатных дорогах, полученная из различных источников, в том числе из публикаций Международной организации канатного транс-

ФИО аттестуемого	Трудовые действия					
	Выдача персоналу нормативно-технической документации по эксплуатации пассажирских канатных дорог и фуникулеров и ее своевременное обновление	Разработка правил перевозки пассажиров и провоза ручной клади на канатной дороге и фуникулере	Согласование и утверждение правил перевозки пассажиров и провоза ручной клади на канатной дороге и фуникулере в органах государственного (муниципального) управления	Разработка плана спасательной операции для пассажирской канатной дороги и фуникулера	Разработка должностных и производственных инструкций персонала, занятого эксплуатацией пассажирской канатной дороги и фуникулера	Контроль за соблюдением условий перевозок пассажиров и ручной клади на канатной дороге и фуникулере
Обозначение →	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	0	1	1	1	0	1
2	1	1	1	1	0	1
3	0	1	1	1	1	1
4	0	1	1	1	1	1
5	0	0	1	1	1	1

Рис. 2. Матрица компетенций (фрагмент)

порта (OITAF). Определение выходных данных при обучении нейронной сети – причин аварий при различных комбинациях компетенций работников было выполнено экспертным методом, т.е. подготовлены опросные листы для экспертов в данной предметной области, в которых предлагалось определить возможную аварию по комплексу оценок компетенций, необходимых для работы в соответствующей должности.

#### 4. Результаты и их анализ

В результате были сформулированы возможные инциденты на канатных дорогах и фуникулерах, а также сопоставлены влияющие компетенции (табл. 4).

В соответствие с сгенерированными значениями оценки освоенности компетенций рассчитаны вероятности свершения инцидентов по причине человеческого фактора (недостаточной обученности персонала) (рис. 3).

Инцидентам для удобства присвоены буквенно-цифровые обозначения.

Поскольку различные виды инцидентов не являются событиями несовместимыми (возникновение одних не исключает возникновение других), то сумма их вероятностей не равна 100%.

Было обучено 20 нейронных сетей типа MLP (многослойный перцептрон) и из них выбрано 5 лучших, дающих наилучшую производительность и минимальную ошибку (рис. 4).

На рис. 5 также видно, что все они достаточно хорошо обучены (их точки лежат вблизи наклонной линии).

Однако сеть номер 5 MLP 218-24-11 имеет сходимость 0,96 по тестовой выборке, что является наилучшим значением. Она имеет 218 нейронов во входном слое (поскольку на входе категориальная переменная 0 или 1 в количестве 109 компетенций), 24 нейрона в скрытом слое и 11 нейронов в выходном слое. Функция активации скрытого слоя – Identity (тождественная), а выходного слоя – Logistic (логистическая).

Таблица 4

Виды инцидентов и влияющие компетенции

Вид инцидента	Влияющая компетенция
Отказ оборудования и (или) травмирование пассажиров вследствие ненадлежащего провоза ручной клади	A2 A3 A6 A7 A8 B2 C3 G4 I4
Травмирование пассажиров вследствие нарушения правил их перевозки	A1 A2 A3 A6 A7 B3 B6 B9
Травмирование пассажиров при спасательных операциях и (или) ненадлежащая медицинская помощь	A4 B4 C9 D7 D8 D9 D10 O3 R5 R6
Травмирование пассажиров вследствие ненадлежащего информирования	A7 A8 A6 B5
Отказ оборудования и (или) травмирование пассажиров вследствие ошибочных действий персонала	A1 A5 B1 B2 B3 B8 C1 C2 C3 C4 C5 C7 D3 D4 D5 D6 D9 D10 E1 G2 G3 G4 G5 G6 H1 H3 H4 H5 H6 I3 P1 P2 P7 Q4 R8 H2 I5 K3 Q5
Травмирование пассажиров отдельных категорий, требующих сопровождения и (или) помощи	A7 A8 B6 R8
Травмирование пассажиров при входе и в выходе с канатной дороги (фуникулера) вследствие возникновения очередей	A7 A8 B4 B5 B7 B8 B9 P3 P4
Отказ оборудования и (или) травмирование людей при нарушениях проведения ТО и Р	C6 C7 C8 D1 D2 D3 D5 D6 E1 E2 E3 E4 E5 F4 F5 G1 G2 G3 J1 J2 J3 J4 J5 K4 K5 K6 O4 Q2 Q6 R1 R2 R3 R4 R5 K1 K2
Травмирование людей вследствие воздействия вредных производственных факторов	C7 C9 C10 F1 F3 R7

Отказ оборудования и (или) травмирование пассажиров вследствие ненадлежащего провоза ручной клади	Травмирование пассажиров вследствие нарушения правил их перевозки	Травмирование пассажиров при спасательных операциях и (или) ненадлежащая медицинская помощь	Травмирование пассажиров вследствие ненадлежащего информирования	Отказ оборудования и (или) травмирование пассажиров вследствие ошибочных действий персонала	Травмирование пассажиров отдельных категорий, требующих сопровождения и (или) помощи	Травмирование пассажиров при входе и в выходе с канатной дороги (фуникулера) вследствие возникновения очередей	Отказ оборудования и (или) травмирование людей при нарушениях проведения ТО и Р	Травмирование людей вследствие воздействия вредных производственных факторов	Травмирование людей вследствие нарушения правил охраны труда	Отказ оборудования и (или) травмирование пассажиров вследствие ненадлежащего технического освидетельствования и диагностирования
EMG1	EMG2	EMG3	EMG4	EMG5	EMG6	EMG7	EMG8	EMG9	EMG10	EMG11
11%	0%	11%	0%	19%	0%	11%	36%	17%	26%	40%
78%	71%	44%	100%	36%	50%	44%	33%	0%	11%	30%
44%	29%	33%	75%	22%	75%	33%	21%	33%	37%	50%
33%	29%	56%	25%	28%	0%	33%	33%	17%	37%	30%
11%	0%	22%	25%	22%	50%	22%	15%	33%	26%	20%
22%	29%	33%	75%	19%	50%	78%	21%	50%	26%	30%
22%	29%	11%	50%	33%	50%	56%	33%	17%	26%	30%
33%	57%	11%	50%	31%	25%	22%	24%	17%	32%	50%
44%	29%	11%	50%	17%	25%	33%	30%	17%	32%	0%
33%	57%	33%	25%	33%	75%	44%	12%	50%	26%	30%

Рис. 3. Вероятности возникновения инцидентов по причине человеческого фактора

Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Validation perf.	Training error	Test error	Validation error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 218-12-11	0.993399	0.947157	0.955399	0.002379	0.019341	0.015090	BFGS 72	SOS	Identity	Logistic
2	MLP 218-11-11	0.992109	0.940778	0.950243	0.002897	0.020397	0.017288	BFGS 62	SOS	Identity	Logistic
3	MLP 218-20-11	0.994209	0.949481	0.952472	0.001741	0.014819	0.016005	BFGS 70	SOS	Identity	Tanh
4	MLP 218-18-11	0.994642	0.954333	0.958613	0.001998	0.017478	0.013841	BFGS 61	SOS	Identity	Logistic
5	MLP 218-24-11	0.995462	0.957706	0.962244	0.001719	0.016743	0.013223	BFGS 59	SOS	Identity	Logistic

Рис. 4. Пять лучших нейронных сетей

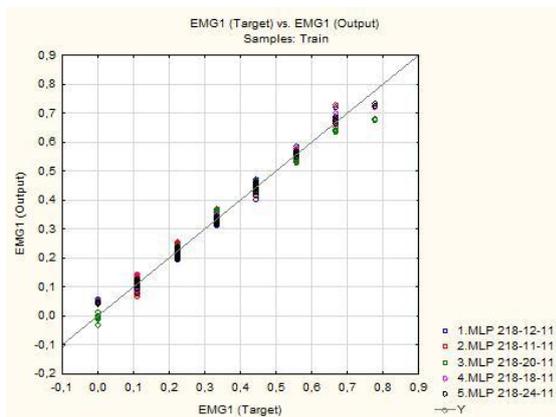


Рис. 5. Графическое представление обученности нейронных сетей

## 5. Заключение

Таким образом, использование нейронных сетей позволит определять возможные

причины аварий ПКД, к которым может привести некомпетентность персонала в области эксплуатации, ремонта и технического обслуживания канатных дорог на стадии аттестации (экзаменации) и давать рекомендации руководителям организаций о назначении (или не назначении) того или иного человека на ту или иную должность. При этом такой подход дает возможность уменьшить аварийность на ПКД за счет точечного повышения квалификации сотрудников организаций, отвечающих за эксплуатацию, ремонт и техническое обслуживание канатных дорог с использованием искусственных нейронных сетей.

## Список литературы

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13 ноября 2020 года № 441 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности пассажирских канатных дорог и фуникулеров». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573191373?marker=6520IM>.

2. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13.04.2022. № 120. 13.04.2022 № 120 «О внесении изменений в федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности», утверждённые приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20 октября 2020 г. № 420» (Зарегистрирован 06.06.2022 № 68752) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202206070009>.

3. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_173548/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173548/).

4. Об Основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу: Указ Президента РФ от 06.05.2018 N 198. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_297389/](http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297389/).

5. Егельская Е.В., Короткий А.А. Оценка риска человеческого фактора в системе «персонал – подъемные механизмы – производственная среда» на предприятиях машиностроения // Вестник Донского государственного технического университета. 2015 15(1) С. 131-137. DOI: [doi.org/10.12737/10396](https://doi.org/10.12737/10396).

6. Указ Президента РФ от 10.10.2019 №

## References

1. Order No. 441 of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision dated November 13, 2020 «On Approval of Federal Norms and Rules in the Field of industrial safety «Safety Rules for Passenger Cable Cars and Funiculars». [Electronic resource] – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/573191373?marker=6520IM>.

2. Order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision dated 13.04.2022. No. 120. 13.04.2022 No. 120 «On Amendments to Federal Norms and Rules in the Field of Industrial Safety «Rules for Industrial Safety Expertise», approved by Order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision dated October 20, 2020 No. 420» (Registered 06.06.2022 No. 68752) [Electronic resource] – Access mode: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202206070009>.

3. On industrial safety of hazardous production facilities: Federal Law No. 116-FZ of 21.07.1997 [Electronic resource]. Access mode: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_173548/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173548/).

4. On the Fundamentals of the State policy of the Russian Federation in the field of industrial safety for the period up to 2025 and beyond: Decree of the President of the Russian Federation dated 06.05.2018 N 198. [Electronic resource]. Access mode: [http://consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_297389/](http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297389/).

5. Egelskaya E.V., Korotkiy A.A. Risk assessment of the human factor in the system «personnel – lifting mechanisms – production environment» at machine-building enterprises. *Bulletin of the Don State Technical University*, 2015, No. 15(1), pp. 131-137. DOI: [doi.org/10.12737/10396](https://doi.org/10.12737/10396).

6. Decree of the President of the Russian Federation No. 490 dated 10.10.2019 «On the development of artificial intelligence in the Russian Federation» (together with the «National Strategy for the Development of Artificial Intelligence for the period up to 2030»). [Electronic resource]. Access mode:

490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>

7. Короткий А.А., Иванов Б.Ф., Панфилов А.В., Егельская Е.В. О подготовке кадров для пассажирских канатных дорог // Передовые инженерные исследования. 2014. №3(78). DOI: [doi.org/10.12737/5707](https://doi.org/10.12737/5707).

8. Отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2021 году [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_report](https://www.gosnadzor.ru/public/annual_report)

9. OITAF – Международная организация канатных перевозок [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.oitaf.org/>.

10. Кинжибалов А.В. Повышение безопасности пассажирских канатных дорог на основе оценки риска и резервирования привода: Дисс. ... канд. техн. наук. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2008. 174 с.

11. Министерство труда и социальной защиты РФ. Приказ от 8 февраля 2021 года № 45н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по организации безопасной эксплуатации пассажирских канатных дорог и фуникулеров» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rg.ru/documents/2021/04/30/mintrud-prikaz45-site-dok.html>.

<http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>.

7. Korotkiy A.A., Ivanov B.F., Panfilov A.V., Egelskaya E.V. On personnel training for passenger cable cars. *Advanced Engineering Research*, 2014, No. 3(78). DOI: [doi.org/10.12737/5707](https://doi.org/10.12737/5707).

8. Report on the activities of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision in 2021 [Electronic resource]. Access mode: [https://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_report](https://www.gosnadzor.ru/public/annual_report)

9. OITAF – International Organization of Rope Transportation [Electronic resource]. Access mode: <https://www.oitaf.org/>.

10. Kinzhibalov A.V. Improving the safety of passenger cable cars based on risk assessment and drive redundancy: Diss. ... candidate of tech. sc. Novocherkassk: YuRSTU (NPI), 2008. 174 p.

11. Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation. Order No. 45n dated February 8, 2021 «On approval of the professional standard «Specialist in the organization of safe operation of passenger cable cars and funiculars» [Electronic resource]. Access mode: <https://rg.ru/documents/2021/04/30/mintrud-prikaz45-site-dok.html>.