

К вопросу о безопасности грузовых подвесных канатных дорог



А.Е. Брюзгин,
руководитель направления,
bae@kanexgroup.ru

АО «КАНЕКС ТЕХНОЛОГИЯ»,
Москва, Россия



В.В. Чернышев,
заместитель начальника
управления

Ростехнадзор,
Москва, Россия

Уровень безопасности опасного производственного объекта закладывается при разработке проекта. На других этапах жизненного цикла — изготовление, строительство, монтаж, эксплуатация, капитальный ремонт, техническое перевооружение, консервация и ликвидация — в зависимости от конкретных условий он может либо увеличиваться, либо ослабевать. Предвидеть и оценивать возможные риски и степень их влияния на безопасность — важнейшая задача разработчиков проектной документации опасных производственных объектов. Обобщается опыт и рассматривается методика обеспечения безопасности грузовых подвесных канатных дорог на стадии их проектирования.

Ключевые слова: грузовая подвесная канатная дорога, промышленная безопасность, идентификация опасностей, оценка риска, снижение риска.

DOI: 10.24000/0409-2961-2018-10-60-65

Введение

Высокие темпы развития горнодобывающей отрасли последних лет повлекли за собой переосмысление значения грузовых подвесных канатных дорог (ГПКД) как одного из видов промышленного транспорта.

Благодаря возможности соединять пункты загрузки и выгрузки напрямую и при этом не зависеть от рельефа местности, естественных препятствий или искусственных сооружений, общее число подвесных канатных дорог неуклонно растет. Так, по состоянию на 2017 г. в Ростехнадзоре зарегистрировано 184 дороги, что на 7 больше, чем в предыдущем году [1]. Подвижной состав передвигается по несущим стальным канатам на значительной высоте (рис. 1), причем угол подъема может составлять 40–45°. Именно большая высота расположения канатов в сочетании со значительным усилием их натяжения (до 80–100 т) является существенным признаком опасности ГПКД.

Обеспечение безопасности ГПКД, т.е. такого их состояния, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью гражданам, имуществу [2], отвечает государственной политике в области промышленной безопасности [3] и, соответственно, является важнейшей задачей специалистов в области разработки канатных транспортных систем.

Аварии, связанные с возможным обрывом несущего или тягового каната, приводят не только к материальному ущербу, но и человеческим жертвам, особенно, если дорога проходит над застроенными территориями или транспортными путями.



▲ Рис. 1. Виды грузовых подвесных канатных дорог
▲ Fig. 1. Types of cargo cableways

Эти и другие обстоятельства требуют тщательного подхода к идентификации и прогнозированию опасностей, оценке рисков возникновения аварийных ситуаций и осуществлению мероприятий для их минимизации и полного устранения.

Методика анализа рисков

Остановимся на том, что необходимо сделать, прежде чем исследовать методику анализа рисков.

1. Дать точное определение термина «подвесная канатная дорога», поскольку в разных документах, в том числе нормативных, приводится его различное толкование.

Итак, подвесная канатная дорога — это линейное сооружение, в состав которого входит комплекс взаимосвязанных технических устройств, предназначенное для перемещения грузов и людей в горизонтальном или наклонном направлениях в специальном подвижном составе, передвигающемся по несущему стальному канату, поддерживающемуся опорами посредством тягового каната.

Таким образом, на подвесные канатные дороги как на объект капитального строительства распространяется законодательство в области градостроительной деятельности, относящее их к категории особо опасных объектов [4], а на технические устройства — законодательство в области промышленной безопасности [5], которое относит их к опасным производственным объектам III класса опасности.

2. Принять во внимание, что при рассмотрении рисков, связанных с проектированием и эксплуатацией ГПКД, используются статистические данные по авариям и инцидентам также и на пассажирских подвесных канатных дорогах. Как линейные объекты эти дороги принципиально различаются только конструкцией подвижного состава и инфраструктурными объектами, т.е. станциями. Но на станциях подвижной состав, отсоединенный от тягового (несущего) каната, перемещается с небольшой скоростью на уровне пола, что практически исключает возможность возникновения аварийной ситуации. Таким образом, положения европейских норм по безопасности пассажирских канатных дорог [6] допустимо применять и к грузовым дорогам.

3. Дать точное определение термину «риск». Риск — сочетание вероятности причинения вреда и последствие этого вреда [7].

Известно, что не бывает двух одинаковых канатных дорог. Они различаются производительностью, длиной, углом наклона. Сооружаются на местности с различным рельефом, в различных геологических, сейсмических, климатических и других условиях. Эти обстоятельства требуют сугубо индивидуально-го подхода к прогнозированию и оценке рисков на каждой стадии ее жизненного цикла в ходе разработки проекта. Качество анализа опасностей и максимально всеобъемлющий результат всецело зависят от полноты и достоверности используемых стати-

стических материалов, не только отечественных, но и зарубежных, а также опыта и квалификации привлекаемых к совместной работе специалистов в области промышленной безопасности, проектирования, строительства, эксплуатации дорог.

Анализ опасностей и оценка риска аварий представляют собой совокупность научно-технических методов исследования опасностей возникновения, развития и последствий возможных аварий, включающую планирование работ, идентификацию опасностей аварий, оценку риска аварий, установление степени опасности возможных аварий, а также разработку и своевременную корректировку мероприятий по снижению риска аварий [8].

Один из вариантов методики анализа риска предлагается Международной организацией канатных дорог О.И.Т.А.Ф. [9].

Прежде всего необходимо определить границы опасной зоны канатной дороги, т.е. зоны, где может возникнуть опасность от работы ГПКД как в нормальном режиме, так и в аварийной ситуации. Основные ее параметры определены в Федеральных нормах и правилах «Правила безопасности грузовых подвесных канатных дорог», утвержденных приказом Ростехнадзора от 22.11.2013 № 563 (далее — ФНП). Например, минимальная ширина полосы, свободной от зданий, сооружений, растительности в каждую сторону от оси дороги, определяется по формуле:

$$A/2 + 2,$$

где A — ширина колеи канатной дороги, м [10].

Упомянутые ФНП определяют и другие габариты приближения в зависимости от конкретных условий. Однако могут быть случаи, не отраженные в ФНП. Например, высокое дерево, расположенное за границей опасной зоны, но падение которого на канат может привести к аварии (такое происшествие произошло несколько лет назад в Красной Поляне — упавшее дерево сбросило с каната две кабины, к счастью, без пассажиров). В этом случае граница опасной зоны подлежит корректировке.

После определения границ опасной зоны необходима идентификация (распознавание и описание) возможных опасностей. Эта работа осуществляется при разработке раздела проекта «Инженерно-технические мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций». Особенности процессов развития чрезвычайных ситуаций: многообразие и неповторимость их проявления [11].

Чрезвычайные ситуации на канатных дорогах имеют, как правило, следующую классификацию.

1. Техногенные, т.е. аварии и разрушения, которые бывают: внутреннего характера — разрушение элементов дороги по причине нарушений в самой дороге; внешнего характера — разрушения дороги вследствие чрезвычайной ситуации на находящемся

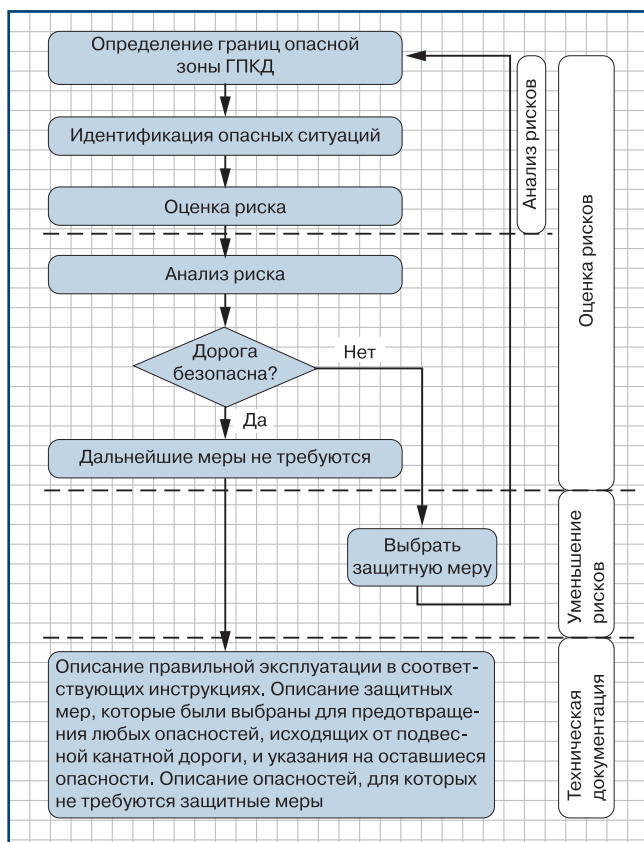
поблизости объекте. Например, взрыв на складе горюче-смазочных материалов или повреждение опоры потерявшим управление автомобилем.

2. Природные — разрушения, связанные с такими проявлениями, как землетрясения, ураганы, обледенение, сход снежных лавин, селей, оползни, камнепады и т.д.

3. Социальные — разрушения вследствие террористического акта, повреждения оборудования по причине, например, конфликта между работодателем и работниками.

Следующий этап — оценка риска, т.е. анализ вероятности и последствий идентифицированных опасных событий с учетом наличия и эффективности применяемых способов управления [12].

На рис. 2 представлена общая схема процедуры анализа рисков ГПКД.



▲ Рис. 2. Схема анализа вероятности и последствий идентифицированных опасных событий с учетом наличия и эффективности применяемых способов управления

▲ Fig. 2. Scheme for analyzing the probability and consequences of the identified hazardous events considering the presence and efficiency of the used management methods

Максимально возможный ущерб, а также вероятность его проявления оценивается для каждой опасной ситуации. Степень ущерба может классифицироваться по категориям на основании повреждения канатной дороги или травмы, полученной конкретным работником (см. таблицу).

Повреждения канатной дороги	Травмы людей
Повреждения без прекращения работы	Травмы без прекращения работы
Время на ремонт: не более 1 дня	Легкая травма
Время на ремонт: несколько дней	Тяжелая травма
Полный выход из строя	Смертельный случай

Вероятность возникновения зависит от конкретной опасной ситуации. На стадии проектирования дороги вероятность ее возникновения, как правило, не всегда до конца ясна. В связи с этим необходимо каждый раз принимать во внимание достаточно высокую вероятность. Приводимая ниже классификация может использоваться как для оценки повреждения канатной дороги, так и для травм людей.

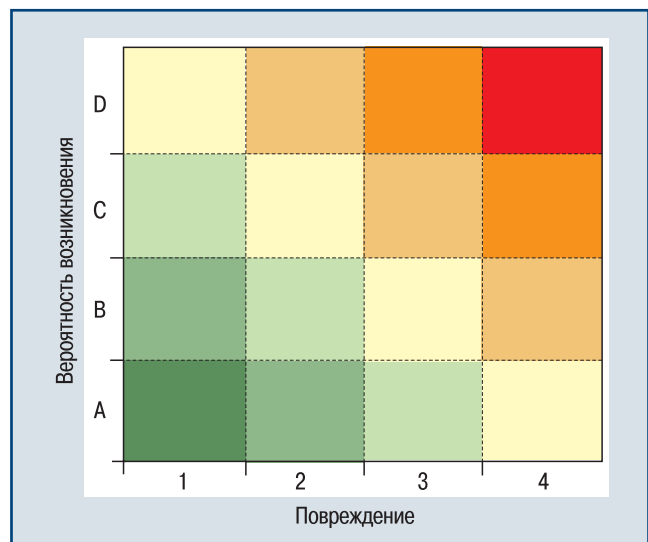
А. Маловероятно (одно происшествие на одной дороге из 10 за весь срок эксплуатации — 20 лет).

В. Единично (одно происшествие за весь срок эксплуатации — 20 лет).

С. Редко (одно происшествие за 10 лет).

Д. Периодически (одно происшествие за 2–3 года).

На предложенной матрице (рис. 3) наглядно видно, что риск как сочетание вероятности возникновения опасности и уровня повреждения должен находиться как минимум в зеленой зоне за счет реализации соответствующих проектных и конструкторских решений. Если такое сочетание подтверждается экспертным путем, то дорога как вводимое в эксплуатацию сооружение считается безопасной. Если в силу каких-либо обстоятельств могут возникнуть ситуации, соответствующие оранжевой зоне, то на стадии разработки проектной документации должны быть приняты меры по их смягчению или предотвращению.



▲ Рис. 3. Отображение опасностей с помощью матрицы
 ▲ Fig. 3. Presentation of hazards using matrix

Примеры анализа рисков

В процессе проектирования одна или несколько опор оказываются в зоне возможного схода лавин

(чрезвычайная ситуация природного характера). Уровень риска оценивается как С3. Далее предпринимаются следующие шаги: опора проектом переносится в более безопасное место — ситуация В2. Уровень риска приемлемый, но расчеты показывают, например, что рельеф местности не позволяет реализовать такое решение. Тогда в проекте предусматривается сооружение защитной противонавинной дамбы. Ситуация переходит в разряд С1. Уровень риска — допустимый.

Возможна ситуация, связанная с падением вагонетки вследствие неполного захода тягового каната в зажим тележки и ее последующего отцепления от каната на линии — ситуация С3 (чрезвычайная ситуация внутреннего техногенного характера). Конструкция устройства сцепления вагонетки с тяговым канатом оснащается устройствами контроля надежности зажатия тягового каната. Уровень риска переходит в разряд В1. Дополнительно в зонах застройки и пересечения автодорог предусматривается установка предохранительных сетей или мостов [13] (рис. 4).



▲ Рис. 4. В зонах застройки и пересечения автодорог предусматривается установка предохранительных сетей (а) или мостов (б)

▲ Fig. 4. In the areas of construction and the intersection of motor roads the installation of safety nets (a) or bridges (b) is provided

Возможна ситуация столкновения воздушного судна с опорой или канатом на линии — ситуация А4 (чрезвычайная ситуация внешнего техногенного характера). Случаи повреждения дорог пролетающими самолетами, вертолетами и даже дельтапланами имели место в Альпах. В проекте предусматриваются сигнальные фонари на опорах и цветные шары по линии прохождения канатов. На стадии проектирования проводятся соответствующие согласования с авиационными властями и региональными управлениями МЧС России. Уровень риска снижается в несколько раз и может считаться допустимым.

В процессе разработки проекта специалисты анализируют десятки, а иногда и сотни различных вариантов развития событий и, исходя из собственной компетенции, выбирают оптимальное решение.

В силу этого случаи возникновения аварийных ситуаций на канатных дорогах, связанные с недоработкой проекта или конструкцией оборудования, единичны. Низкие показатели уровня риска определяются и тем, что организаций и предприятий, специализирующихся в области канатного транспорта в России и за рубежом, немного. Все они существуют достаточно давно и располагают опытными специалистами.

Однако даже после реализации в процессе проектирования текущих оптимальных решений каждая подвесная канатная дорога будет создавать определенный риск (остаточный риск) на последующих этапах жизненного цикла, который в силу определенных обстоятельств может оставаться на достигнутом при проектировании допустимом уровне либо возрасти до недопустимых параметров.

Наиболее проблемным является период эксплуатации канатной дороги, поскольку этот период жизненного цикла наиболее продолжителен (срок эксплуатации канатных дорог может достигать 30–40 лет, после чего она подлежит либо техническому перевооружению (реконструкции), либо ликвидации).

Качество эксплуатации во многом определяется степенью профессиональной подготовки и ответственности персонала. Федеральные нормы и правила четко регламентируют все процедуры, связанные с организацией эксплуатации, сроком и порядком проведения экспертизы промышленной безопасности ГПКД, проведением регулярных технических освидетельствований с привлечением специализированных организаций (имеющих соответствующие лицензии), сроки и порядок проведения регламентных работ. Важное условие — своевременная подготовка и аттестация по промышленной безопасности специалистов службы эксплуатации канатной дороги.

Тем не менее в проекте должны быть заложены условия, минимизирующие влияние человеческого фактора на степень безопасности канатной дороги. В этих целях необходимо обеспечить максимальную автоматизацию всех технологических процессов, транспортирования материалов, загрузки и раз-

грузки вагонеток; оснастить дорогу необходимыми приборами безопасности, блокировочными устройствами, реагирующими на нарушения в режиме работы оборудования и дающими соответствующие сигналы на пульт оператора. Например, постоянно совершенствуются и повсеместно применяются устройства, фиксирующие сход каната с роликов или шкивов и дающие команду на немедленную остановку дороги [14].

В последнее время проектировщики активно внедряют в проекты системы непрерывного мониторинга состояния узлов и деталей, степени их износа и т.д.

Одним из важнейших документов, разрабатываемых на стадии проектирования, является руководство по эксплуатации, требования к которому регламентируются ФНП.

В ФНП должны быть включены:

указания по использованию, меры по обеспечению безопасности, которые необходимо соблюдать при эксплуатации, все виды регламентных работ, периодичность их проведения, периодичность диагностирования и испытаний;

назначенные показатели в зависимости от конструктивных особенностей: срок службы, ресурс; перечень критических отказов, возможные ошибочные действия (бездействие персонала), которые приводят к инциденту или аварии;

анализ рисков и возможных чрезвычайных ситуаций, а также методы их минимизации и локализации последствий;

действия персонала в случае инцидента или аварии;

критерии предельных состояний.

Таким образом, применяемые в проектах ГПКД современные высокопрочные материалы, приборы и устройства непрерывного мониторинга соответствия режимов работы оборудования заданным параметрам и допустимости величины износа деталей, высокая степень автоматизации технологических процессов снижают до минимума влияние человеческого фактора на безопасность канатных дорог.

Заключение

Рассмотренные отдельные элементы методики оценки и минимизации рисков на стадии проектирования ГПКД осваиваются и активно применяются организациями, специализирующимися в сфере канатно-транспортных систем. Это позволило значительно снизить число аварий на канатном транспорте.

Соблюдение требований безопасной эксплуатации, как и техническое состояние канатных дорог, регулярно контролируется надзорными органами и экспертными организациями. Такие требования исполняются, как правило, самым неукоснительным образом всеми участниками проектирования, изготовления, строительства, эксплуатации. Это и определяет тот факт, что из всех известных транс-

портных средств подвесные канатные дороги по числу аварий или инцидентов, приходящихся на единицу объема перевозимого груза или количество пассажиров, имеют самые низкие показатели.

Можно с уверенностью сказать, что канатные дороги по совокупности таких параметров, как надежность, долговечность и безопасность, в том числе экологическая, не имеют себе равных.

Список литературы

1. *Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2017 году.* URL: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (дата обращения: 30.06.2018).
2. *О техническом регулировании:* федер. закон от 27 дек. 2002 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901836556> (дата обращения: 30.06.2018).
3. *Об Основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу:* Указ Президента Рос. Федерации от 6 мая 2018 г. № 198. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102468153> (дата обращения: 30.06.2018).
4. *Градостроительный кодекс Российской Федерации* от 29 дек. 2004 г. № 190-ФЗ. URL: <http://www.tdesant.ru/info/item/100> (дата обращения: 30.06.2018).
5. *О промышленной безопасности опасных производственных объектов:* федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2017. — 52 с.
6. *BS EN 12929-1:2015.* Safety requirements for cableway installations designed to carry persons. General requirements. Requirements for all installations. URL: <https://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=00000000030277123> (дата обращения: 30.09.2018).
7. *TP TC 010/2011.* Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования». URL: <http://docs.cntd.ru/document/902307904> (дата обращения: 30.06.2018).
8. *Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах:* рук. по безопасности. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200133801> (дата обращения: 30.06.2018).
9. *Recommendations for the construction and operation of material handling unidirectional and reversible ropeway installations, cable cranes and material handling funiculars* (Edition 2010). In 8 books. 8 book// O.I.T.A.F. URL: http://www.oitaf.org/english/oitaf_e-06.htm (дата обращения: 30.06.2018).
10. *Правила безопасности грузовых подвесных канатных дорог:* федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499061808> (дата обращения: 30.06.2018).
11. *Цаликов Р.Х., Акимов В.А., Козлов К.А.* Оценка природной, техногенной и экологической безопасности России. — М.: ВНИИГОЧС, 2009. — 464 с.
12. *ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011.* Менеджмент риска. Методы оценки риска. URL: <http://gostexpert.ru/data/files/31010-2011/70918.pdf> (дата обращения: 30.06.2018).

13. Свод правил СП 37.13330.2012. Промышленный транспорт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095520> (дата обращения: 30.06.2018).

14. Бовский Г.Н., Жегульский И.В. Пассажирские канатные дороги. — М.: Изд. центр ДГТУ, 2016. — 210 с.

zao-spm@mail.ru

Материал поступил в редакцию 24 июля 2018 г.

**«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2018, № 10, pp. 60–65.
DOI: 10.24000/0409-2961-2018-10-60-65**

To the issue of Safety of Cargo Cableways

A.E. Bryuzgin, Discipline Head, zao-spm@mail.ru
АО «KANEKS TEKHNOLOGIYA», Moscow, Russia
V.V. Chernyshev, Deputy Head of Department
Rostekhnadzor, Moscow, Russia

Abstract

High rates of mining industry development in recent years resulted in rethinking of the importance of cargo cableways as one of the types of industrial transport.

Due to the possibility to connect loading and unloading points directly, and at the same time not to depend on the terrain, natural obstacles or artificial structures, the total number of cableways is on the rise. However, exactly the big height of the ropes in combination with the significant effort of their tension (up to 80-100 tons) is an essential sign of cableways hazard.

These and other circumstances require a thorough approach to identification and forecast of hazards, risk assessment of emergency situations and implementation of measures to minimize and eliminate them completely. Scheme for analyzing the probability and consequences of the identified hazardous events is presented considering presence and efficiency of the applied methods of control. Maximum possible damage, as well as the probability of its occurrence is assessed for each hazardous situation and classified into the categories based on damage to the cableway or injury sustained by the specific worker. At the design and engineering stage of the cableway, the probability of damage, as a rule, is not always completely clear. Matrix is proposed for assessing both damage of the cableway and injuries to people.

Individual elements of the methodology for assessment and minimization of risks at the design stage of the cargo cableways, which are developed and actively used by the organizations specializing in the field of cable-transport systems are considered in the article. This allowed to significantly reduce the number of accidents on the cable transport.

Compliance with the requirements of safe operation, as well as the technical condition of the cableways, are regularly monitored by the supervision authorities and expert organizations. This requirement is fulfilled rigorously, as a rule, by all the participants of the design, manufacture, construction, operation. It defines the fact that of all known vehicles, the cableways, have the lowest indices on the number of accidents or incidents per unit volume of the transported cargo or the number of passengers.

Cableways have no equal on the sum-total of the parameters such as reliability, durability and safety, including environmental.

Key words: cargo cableway, industrial safety, hazard identification, risk assessment, risk reduction.

References

1. Annual report on the activities of the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service in 2017. Available at: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (accessed: June 30, 2018). (In Russ.).

2. On Technical Regulation: Federal Law of December 27, 2002. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901836556> (accessed: June 30, 2018). (In Russ.).

3. About the Fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the field of industrial safety for the period up to 2025 and further perspective: Decree of the President of the Russian Federation of May 6, 2018 № 198. Available at: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102468153> (accessed: June 30, 2018). (In Russ.).

4. Town Planning Code of the Russian Federation of December 29, 2004 № 190-FZ. Available at: <http://www.tdesant.ru/info/item/100> (accessed: June 30, 2018). (In Russ.).

5. On industrial safety of hazardous production facilities: Federal Law of July 21, 1997 № 116-FZ. Moscow: ZAO NTTs PB, 2017. 52 p. (In Russ.).

6. BS EN 12929-1:2015. Safety requirements for cableway installations designed to carry persons. General requirements. Requirements for all installations. Available at: <https://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=00000000030277123> (accessed: September 30, 2018).

7. TR CU 010/2011. Technical Regulations of the Customs Union «On machine and equipment safety». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902307904> (accessed: June 30, 2018). (In Russ.).

8. Methodological fundamentals on conducting hazards analysis and risk assessment of accidents at hazardous production facilities: Safety Guide. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200133801> (accessed: June 30, 2018). (In Russ.).

9. Recommendations for the construction and operation of material handling unidirectional and reversible ropeway installations, cable cranes and material handling funiculars (Edition 2010). In 8 books. 8 book. O.I.T.A.F. Available at: http://www.oitaf.org/english/oitaf_e-06.htm (accessed: June 30, 2018).

10. Safety rules for cargo cableways: Federal norms and regulations in the field of industrial safety. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499061808> (accessed: June 30, 2018). (In Russ.).

11. Tsalikov R.Kh., Akimov V.A., Kozlov K.A. Assessment of natural, technogenic and ecological safety of Russia. Moscow: VNIIGChS, 2009. 464 p. (In Russ.).

12. GOST R ISO/IEC 31010—2011. Risk management. Risk assessment methods. Available at: <http://gostexpert.ru/data/files/31010-2011/70918.pdf> (accessed: June 30, 2018). (In Russ.).

13. Set of rules of SP 37.13330.2012. Industrial transport. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200095520> (accessed: June 30, 2018). (In Russ.).

14. Bovskiy G.N., Zhegul'skiy I.V. Passenger cargo cableways. Moscow: Izd. tsentr DGTU, 2016. 210 p. (In Russ.).

Received July 24, 2018