

5. Международные стандарты на аналогичные средства измерения активно обновляются, только в 2017 году принято восемь стандартов и еще три стандарта в 2018 году.

6. При подготовке новых стандартов на прокат необходимо учитывать этот международный опыт и обратить особое внимание именно на методы и средства контроля геометрических размеров проката, как один из потенциальных элементов конкурентоспособности прокатной продукции.

Список литературы

1. *Правиков Ю. М.* Метрологическое обеспечение производства: учебное пособие / Ю. М. Правиков, Г. Р. Муслина. Москва: КНОРУС, 2009. 240 с.

2. *Грудев А. П.* Технология прокатного производства: учебник для вузов / А. П. Грудев, Л. Ф. Машкин, М. И. Ханин. Москва: Металлургия, 1994. 656 с.

3. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]: официальный сайт. Режим доступа: <https://www.gost.ru>.

4. *Казанцева Н. К.* Стандартизация и научно-технический прогресс / Н. К. Казанцева, В. С. Попов, Е. С. Синегубова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды XIII Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург, 18-21 сентября 2018 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. С. 4-8.

5. *Казанцева Н. К.* Взаимозаменяемость и нормирование точности: учебное пособие / Н. К. Казанцева. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. 176 с.

6. Международная организация по стандартизации [Электронный ресурс]: официальный сайт. Режим доступа: <https://www.iso.org/ru/home.html>.

УДК 629.42:006.015.7

Е. П. Харламов, Н. К. Казанцева

E. P. Kharlamov, N. K. Kazantseva

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Екатеринбург*

*Ural Federal University named after the first
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg*

jonnykarma512@yandex.ru, nkazan@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЛОКОМОТИВОВ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ В РАБОТУ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ RAMS

IMPROVING THE RELIABILITY OF LOCOMOTIVES BY IMPLEMENTATION OF THE OPERATION OF RAMS MEANS AND METHODS

Аннотация. В статье рассмотрена возможность управления надежностью локомотивов путем внедрения комплексной системы RAMS. Применение одного из инстру-

ментов FRACAS, используемого в системе RAMS позволяет создать базу знаний, которая обеспечит формирование полной, объективной структурированной информации о неисправностях, отказах и событиях, связанных с возникновением отказов.

Abstract. *The article considers the possibility of controlling the reliability of locomotives by introducing an integrated system RAMS. The use of one of the FRACAS means used in the RAMS system allows you to create a knowledge base that will ensure the formation of complete, objective, structured information about faults, failures and events associated with the occurrence of failures.*

Ключевые слова: *повышение надежности; отказы; простои; комплексная система управления надежностью RAMS; процедуры FRACAS.*

Keywords: *reliability increase; failures; downtime; integrated RAMS reliability controlling system; FRACAS procedures.*

Повышение надежности технических систем, работающих в различных отраслях экономики – одна из важнейших задач стандартизации и управления качеством. Железнодорожный транспорт является основным видом транспорта, способным перевозить пассажиров и грузы по территории Российской Федерации и за ее пределы с оптимальной стоимостью затрат на перевозки. Для обеспечения непрерывности процесса перевозок необходимо обеспечивать высокий уровень надежности локомотивов, что обеспечит снижение количества часов простоя при внеплановом ремонте в постоянно усложняющихся условиях эксплуатации локомотивов связанных с увеличением весовых норм и межремонтных пробегов [1; 2].

Для повышения эффективности использования и надежности локомотивов разработаны методы и средства диагностирования, которые применяют как при проведении технического обслуживания и ремонтов, так и в качестве самостоятельного технологического процесса. Но, тем не менее, опыт эксплуатации и ремонта локомотивов показывает, что одной из основных причин низкой эксплуатационной надежности является отсутствие полной и объективной статистической информации о неисправности, явившейся причиной простоя.

Для расследования случая отказа локомотива в срок установлен нормативный период времени, который определяется договором на поставку локомотива и зависит от региона эксплуатации. Как правило, на это уходит несколько суток, но опыт показывает, что установление точных причин отказа и, как следствие, предупреждение подобных случаев в дальнейшей работе в указанные сроки трудноосуществимо.

Каждый случай отказа должен подлежать расследованию, с целью признания его гарантийным или негарантийным. Но по факту, проводимые расследования носят предвзятый характер с целью объявления его эксплуатационным без поиска корневых причин отказа, а в актах выполненных работ по

ремонту указывается только устранение основного выявленного несоответствия, но не указывается его причина. Таким образом, локомотивная бригада устраняет сам отказ, но не устраняет причину, которая к нему приводит и часто бывает, что через некоторое незначительное время после ремонта локомотива в отремонтированном узле происходит тот же самый отказ. В результате на каждый локомотив приходится значительное число внеплановых простоев, что очень негативно сказывается на экономике АО «РЖД». Если провести анализ реестра простоев локомотивов серии ТЭМ14 по Западно-Сибирской, Московской, Южно-Уральской и Северной железных дорогах за 2018 год, то можно увидеть, что максимальное число часов простоя составляет 6029 часов (локомотив ТЭМ14 № 75), то есть фактическое время работы не превышает 30 % от годовой нормы [3]. При этом данная цифра отображает только количество часов, затраченное на ремонт, но не отображает то время, которое было затрачено на ожидание внепланового ремонта, транспортировку к месту осмотра, осмотр и прочие операции, предшествующие ремонту. Данный пример относится к неисправности дизельного оборудования, а именно течи охлаждающей жидкости по головке блока цилиндров. По итогу ремонта в реестр внесена запись о неисправности, но не определена и не указана ее причина [3]. ОАО «РЖД» теряет значительные суммы по причине простоев локомотивов на внеплановый ремонт, и, в свою очередь, выставляет штрафы предприятиям-изготовителям локомотивов.

Решением данной проблемы может стать управление надежностью на всех этапах жизненного цикла продукции (ЖЦП), начиная со стадии проектирования и заканчивая гарантийным и негарантийным ремонтом.

Одним из способов управления надежностью является внедрение комплексной системы управления надежностью – RAMS (надежность, готовность, ремонтпригодность, безопасность) и применение одного из ее инструментов – FRACAS (отказ, регистрация, анализ, коррекция, действие, систематизация).

Методология RAMS представляет собой взаимосвязанное применение таких понятий как надежность, готовность, ремонтпригодность, безопасность на всех этапах ЖЦП [4].

На рисунке 1 представлены этапы жизненного цикла продукции (локомотивов) с применением методологии RAMS.

Предполагается, что с внедрением методологии RAMS на каждом этапе ЖЦП будут решаться задачи, как общего характера, так и те задачи, которые непосредственно относятся к надежности, готовности, ремонтпригодности и безопасности. Примерное содержание задач RAMS на разных стадиях жизненного цикла приведено в таблице 1.

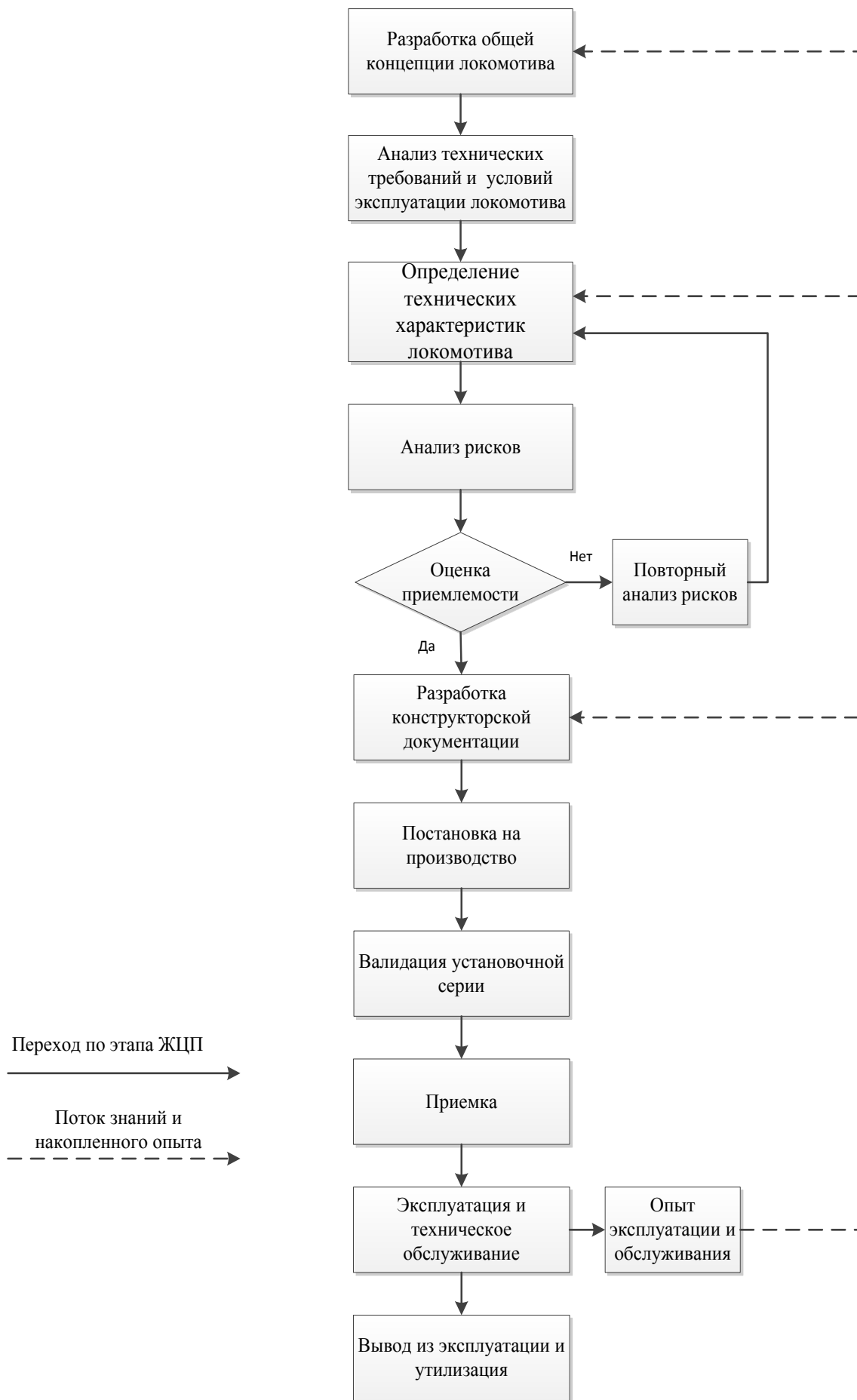


Рисунок 1 – Жизненный цикл локомотива

Данные, приведенные в таблице 1, позволяют сделать вывод о том, что основные составляющие надежности локомотива закладываются еще на этапе оценки технических требований и проектирования. Отсюда следует, что на данном этапе особенно важно внедрять средства и методы RAMS.

Таблица 1

Задачи RAMS на этапах жизненного цикла продукции

Этап	Задачи RAMS
1	2
Разработка общей концепции	<p>Пересмотр ранее достигнутых показателей параметров надежности;</p> <p>Пересмотр ранее достигнутых показателей безопасности;</p> <p>Пересмотр политики в области безопасности и контрольных показателей по их достижению;</p>
Анализ технических требований и условий эксплуатации	<p>Оценка информации, из прошлого опыта в части RAMS;</p> <p>Определение долгосрочных эксплуатационных условий и условий проведения технического обслуживания</p> <p>Определение влияния существующих ограничений инфраструктуры на RAMS;</p> <p>Проведение предварительного анализа опасных факторов</p> <p>Выработка общего плана обеспечения безопасности</p> <p>Определение критериев допустимости риска</p> <p>Определение влияния существующих ограничений инфраструктуры на безопасность;</p> <p>Описание критериев аттестации системы безопасности (в целом);</p> <p>Описание функциональных требований к безопасности;</p> <p>Организация системы безопасности.</p>
Анализ рисков	<p>Проведение анализа опасных факторов системы и риска для системы безопасности;</p> <p>Ведение журнала регистрации опасных факторов;</p> <p>Проведение оценки риска.</p>
Разработка конструкторской документации	<p>Осуществление программы RAMS при рассмотрении, анализе, проверке и оценке данных в части:</p> <ul style="list-style-type: none"> – безотказности и эксплуатационной готовности; – технического обслуживания и ремонтпригодности; <p>Контроль за выполнением программы в части:</p> <ul style="list-style-type: none"> – менеджмента программы RAMS; – контроля за субподрядчиками и поставщиками.

1	2
Постановка на производство	Начало внедрения Системы создания отчетов об отказах и корректирующих воздействий (FRACAS); Реализация плана по обеспечению безопасности при рассмотрении, анализе, проверке и оценке данных; Использование журнала регистрации опасных факторов.
Валидация	Подготовка конкретного доказательства безопасности прикладной системы.
Приемка	Оценка конкретного доказательства безопасности прикладной системы.
Эксплуатация и техническое обслуживание	Текущее обеспечение запасными частями и инструментом; Текущее техническое обслуживание, материально-техническое снабжение с целью обеспечения надежности; Текущий мониторинг показателей безопасности и ведение журнала регистрации опасных факторов.
Мониторинг показателей	Сбор, анализ, оценка и применение статистических данных по показателям RAMS.
Модификация и модернизация	Рассмотрение возможности модификации и модернизации для RAMS.
Вывод из эксплуатации и ликвидация	Разработка плана обеспечения безопасности; Проведение анализа опасных факторов и оценки риска; Реализация плана обеспечения безопасности.

На рисунке 2 представлен алгоритм проектирования с применением методологии RAMS и выполнением процедур FRACAS.

Применение инструмента FRACAS предполагает выполнение следующих мероприятий:

- 1) выявление неисправностей, отказов и событий;
- 2) регистрация событий в установленной форме;
- 3) анализ событий и выявление зависимостей;
- 4) разработка корректирующих мероприятий;
- 5) исполнение корректирующих мероприятий;
- 6) оценка эффективности корректирующих мероприятий и систематизация.

Выполнение этих мероприятий позволит создать в системе RAMS базу знаний, которая обеспечит наличие полной, объективной, структурированной и актуальной информации о неисправностях, отказах и событиях.

Для того чтобы комплексно управлять надежностью на всех этапах ЖЦП и применять систему RAMS необходимо создать отделы надежности на предприятиях разработчиков, изготовителей и в сервисных локомотивных

депо. Как правило, разработчик, изготовитель и предприятие, ответственное за ремонт и обслуживание локомотивов входят в состав одного холдинга, поэтому на уровне руководства холдинга достаточно создать единый офис управления надежностью, который будет координировать работы отделов надежности каждого предприятия.

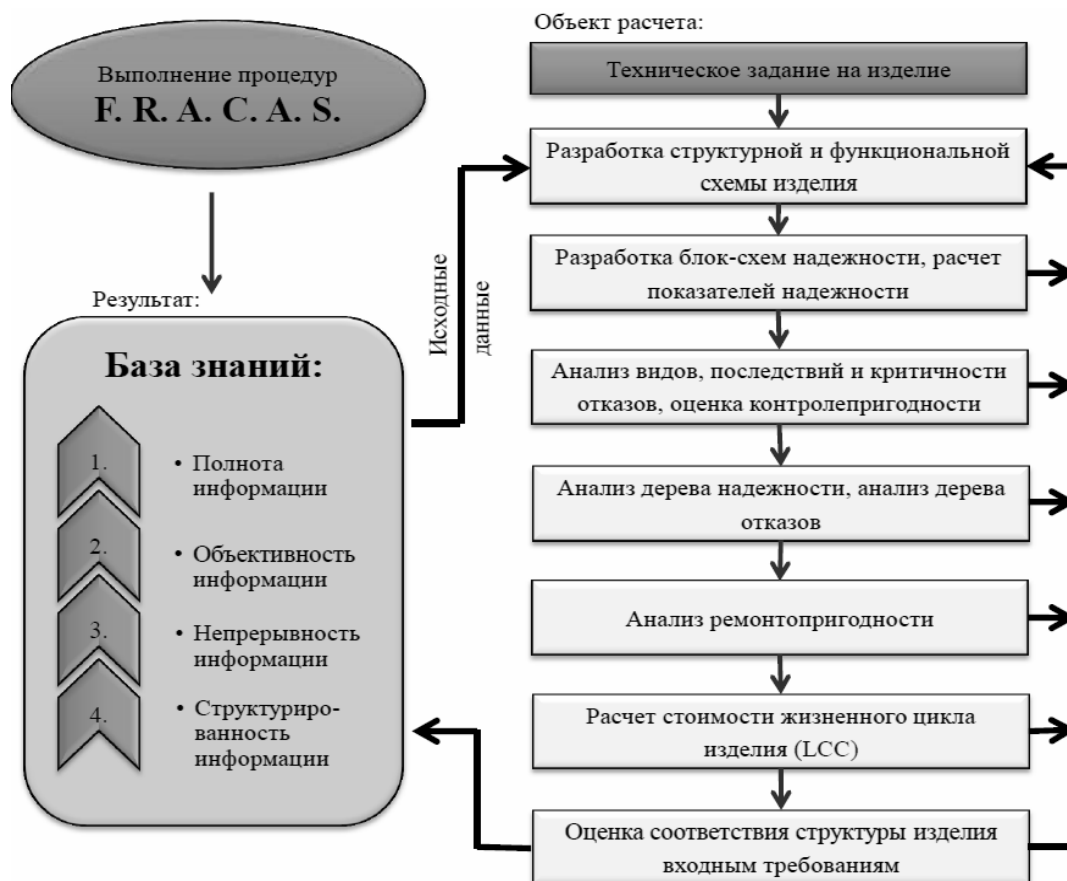


Рисунок 2 – Алгоритм процесса проектирования локомотивов с применением RAMS и FARACAS

Для обеспечения эффективно работы единого офиса по управлению надежностью необходимо:

1. Организовать серверное пространство для сбора и хранения документации по отказам и событиям, диагностических данных бортовых систем локомотивов, размещения учетной формы, с обеспечением доступа сотрудников отделов надежности к автоматизированным системам ОАО «РЖД» – АСУТ-Т, КАСАНТ и др.;

2. Создать отдельную штатную единицу в каждом сервисном локомотивном депо для обеспечения сбора и документирования первичной информации, заполнения учетной формы по зонам ответственности;

Стоит учесть, что эффективность функционирования любого процесса определяется согласованностью и отлаженностью механизмов работы всех

его инструментов, следовательно, работа единого офиса по управлению надежностью должно быть четко регламентирована.

Необходимо разработать ряд документов, определяющих функции, задачи и полномочия отдельных штатных единиц, входящих в офис (положения об отделах, должностные инструкции и др.). Эти внутренние документы должны быть согласованы с техническими регламентами Таможенного союза: ТР ТС 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава» [5], ТР ТС 002/2011 «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» [6], ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» [7] и другими нормативными документами [8; 9].

Выводы:

1. Основной проблемой, приводящей к большому числу часов простоя локомотивов, является отсутствие полной и объективной статистической информации о неисправности, явившейся причиной простоя.

2. Для решения данной проблемы предлагается использовать средства и методы RAMS, в том числе инструмент FRACAS на всех этапах ЖЦП.

3. Применение инструмента FRACAS позволит создать базу данных, которая обеспечит наличие полной, объективной, структурированной и актуальной информации о неисправностях, отказах и событиях.

4. Чтобы внедрить систему RAMS, в том числе инструмент FRACAS необходимо на всех предприятиях, участвующих в разработке, постановке на производство и ремонте локомотивов создать отделы надежности, которые будут подчиняться единому офису по управлению надежностью на уровне холдинга.

5. В целях обеспечения эффективности работы по управлению надежностью необходимо разработать документы, регламентирующие деятельность отдельных штатных единиц, входящих в офис. Эти документы (положения, должностные инструкции и др.) должны быть согласованы с техническими регламентами Таможенного союза, обеспечивающими безопасность железнодорожного транспорта и другими нормативными документами.

Список литературы

1. *Кочерга В. Г.* Надежность тепловозов: учеб. пособие / В. Г. Кочерга. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2012. 66 с.

2. *Ефанов Д. В.* Основы построения и принципы функционирования систем технического диагностирования и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: учебное пособие / Д. В. Ефанов, А. А. Лыков. Санкт-Петербург: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2012. 59 с.

3. *Итоги* работы за 2018 год ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] // ОАО «РЖД»: официальный сайт. Режим доступа: <http://www.rzd.ru>.

4. *Международный стандарт железнодорожной промышленности IRIS версия 02 (ISO/TS 22163:2017)* [Электронный ресурс] // IRIS Portal: официальный сайт. Режим доступа: <http://www.iris-rail.org>.

5. *ТР ТС 001/2011. О безопасности железнодорожного подвижного состава* [Электронный ресурс]. Введен 2011–07–15 // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

6. *ТР ТС 002/2011. О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта* [Электронный ресурс]. Введен 2011–07–15 // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

7. *ТР ТС 003/2011. О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта* [Электронный ресурс]. Введен 2011–07–15 // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

8. *Казанцева Н. К. Техническое регулирование в современных условиях / Н. К. Казанцева, Е. А. Котель, Е. С. Синегубова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург, 22-25 сентября 2015 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. С. 56-59.*

9. *Казанцева Н. К. Технические регламенты Таможенного Союза / Н. К. Казанцева, Г. А. Ткачук, К. В. Серков // Техническое регулирование в едином экономическом пространстве: сборник статей Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием. Екатеринбург, 20 мая 2015 г. Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т. 2015. С. 13-19.*