

УДК 656.2.08

В. И. Воронцов

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПЕРСОНАЛА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ПРИ ПОМОЩИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Дата поступления: 01.02.2016

Решение о публикации: 09.03.2016

Цель: Установить причины ошибок персонала, допускаемых при организации движения поездов. Изучить способы исключения (минимизации) этих ошибок, применяемые в настоящее время. Разработать инструменты для решения данной проблемы. **Методы:** Статистические данные о наиболее значимых некорректных действиях персонала железнодорожного транспорта, которые допускаются при организации движения поездов, обработаны с помощью математического анализа. Полученные результаты спроецированы на трехуровневую систему контроля, реализуемую в ОАО «РЖД». **Результаты:** Раскрыты недостатки каждого уровня системы контроля. Показано, что одной из наиболее серьезных проблем в работе оперативного персонала является качество принятия решений в нестандартных ситуациях, связанных с отказами технических средств. Выявлены объективные основы формирования новых подходов к улучшению управляемости процессами обеспечения безопасности движения поездов. Доказано, что трансформация отношений между различными структурными подразделениями представляет собой необходимое условие, а проводимая модернизация производства (особенно информационных систем) – достаточное условие для применения систем поддержки принятия решений. Указаны дополнительные риски, сопровождающие процесс обеспечения безопасности перевозочного процесса через статистику нарушений, допущенных работниками Дирекции управления движением в 2012 г. Определена зона первоочередного принятия мер (малый стаж работы) по минимизации риска. Для снижения данного риска предложена компьютерная программа поддержки принятия управленческих решений оперативного персонала. **Практическая значимость:** Разработанная программа исключит ошибки оперативного персонала, обеспечит гарантированную безопасность при организации движения поездов, улучшит управляемость, снизит время задержек поездов при отказах технических средств. Система имеет несколько уровней работы, которые в комплексе дают синергетический эффект и помогают оперативному работнику при его работе в нестандартных ситуациях.

Риск, нестандартная ситуация, диспетчер, принятие управленческих решений, надежность технических средств.

Vladimir I. Vorontsov, post-graduate student, vivdh@yandex.ru (Krasnoyarsk Institute of Railway Transport) INFORMATION SUPPORT FOR PERSONNEL ENSURING TRAIN MOVEMENT SECURITY BY EXPERT SYSTEMS

Objective: To establish the causes of personnel errors occurring in organisation of train movement. To study methods for exclusion (minimisation) of such errors that are applied currently. To develop instruments

for solution of this problem. **Methods:** Statistical data on the most significant incorrect actions of railway transport personnel that occur in organisation of train movement were processed with the use of mathematical analysis. The results obtained were projected on the three-level control system implemented by the Russian Railways JSC. **Results:** Shortcomings of each level of control system were uncovered. It was demonstrated that one of the most serious problems in the work of operators is the quality of decision-making in abnormal situations related to failures of technical equipment. Objective foundations for forming new approaches to improving manageability of processes of ensuring train movement safety. It was proven that transformation of relations between various structural units is a necessary condition of, and the ongoing modernisation of production (particularly information systems) is a sufficient condition for application of decision support systems. Additional risks that accompany the process of ensuring safety of transportation process are pointed out through the statistics of violations committed by the Traffic Control Directorate employees in 2012. The zone of top-priority actions to minimise risks (short length of employment) is identified. To decrease such risk, a computer program for support of managerial decision-making of operators is proposed. **Practical importance:** The program developed will eliminate operator errors, ensure guaranteed safety in organisation of train movement, improve manageability, and cut train delay time in cases of failures of technical equipment. The system has several operation levels which as a whole provide a synergetic effect and help an operator in his work in abnormal situations.

Risk, abnormal situation, dispatcher, managerial decision making, dependability of technical equipment.

После запуска iPad Стив Джобс сказал о секрете успеха Apple: «Недостаточно уделять внимание только технологиям. Нужно искать нечто на стыке технологии, свободного искусства и человеческой природы – только такой союз приносит результаты».

В настоящее время недостаточно развивать системы безопасности, контроля и мониторинга всего и вся. В ОАО «РЖД» эти системы развиты. Не хватает систем поддержки решений оперативного персонала в нестандартных, критических ситуациях при обеспечении безопасности движения поездов. И эти системы будут работать именно «на стыке технологий и человеческой природы», о чем сказал Джобс.

Чтобы поддерживать требуемый уровень безопасности, нельзя допускать возникновения транспортных происшествий или событий. Гораздо выгоднее и проще предупредить кризисную ситуацию, чем ликвидировать ее последствия. Для этого необходимо контролировать соблюдение норм безопасности в технологических процессах. Контроль базируется на мониторинге состояния безопасности движения, от качества, полноты и достоверности которого зависит точность предупрежде-

ний. Для решения данной задачи надо определить критерии, по которым обеспечивается требуемый уровень контроля за соблюдением норм безопасности в рамках технологических процессов. В зависимости от характера этих процессов, нормативной базы, методов (принципов) управления и опыта персонала организации дополнительно вводятся критерии для определения необходимого контроля за соблюдением норм безопасности.

Среди основных причин ошибок персонала железнодорожного транспорта (рис. 1) следует выделить [3]:

- отсутствие знаний и/или навыков;
- отсутствие инструментальной поддержки;
- усталость, перенапряжение, болезненные состояния;
- халатность, злой умысел.

Основными инструментами, обеспечивающими контроль за соблюдением технологического процесса, являются [5]:

- технические средства с элементами интеллектуального управления, контролирующиеся соблюдение норм безопасности и блокирующие ошибочные действия персонала. Данные устройства должны иметь интер-

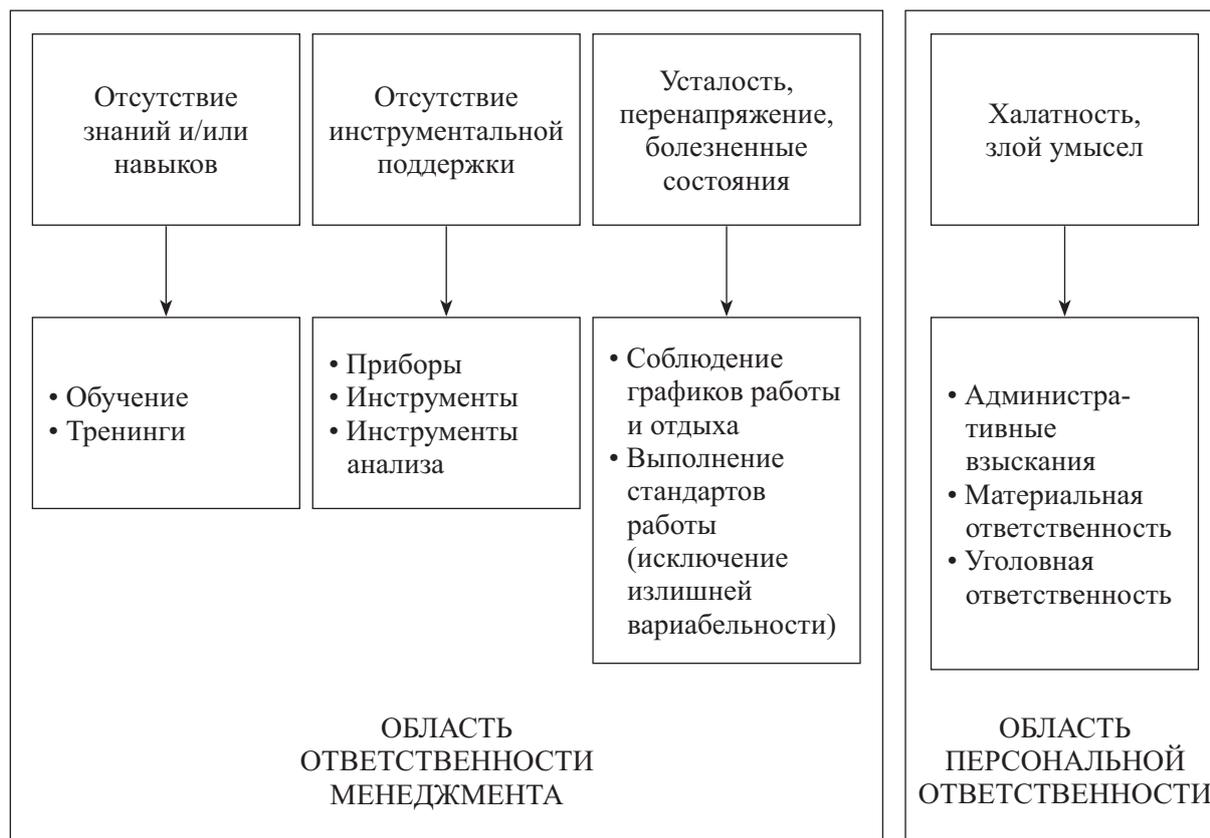


Рис. 1. Основные причины ошибок персонала

фейсы для интеграции в программные комплексы;

- программно-технические средства, обеспечивающие управление и дисциплинарный контроль соблюдения норм безопасности технологических процессов. Данные средства должны содержать программные модули для контроля, получения данных, их обработки и представления в удобном виде для решений и корректирующих действий;

- организационные средства для постоянного контроля за соблюдением норм безопасности при выполнении технологических операций путем непосредственного контроля, наблюдения (отслеживания) персоналом хода процесса, а также путем ревизорских и аудиторских проверок апостериорной информации по процессам.

Учитывая состав инструментальной базы, можно выделить способы контроля технологических процессов:

1) программно-технический контроль, наиболее эффективный контроль за исполнением технологического процесса происходит без участия человека за счет использования интеллектуальных программно-технических средств (рис. 2). Он происходит постоянно, в основном, круглосуточно;

Как только переменные системы достигнут значения, превышающего установленный предел (C_1), специальным сигналом на устройстве управления это регистрируется, после чего производится коррекция (чаще всего оператором вручную). Если этого действия не производится и процесс при этом не создает опасных условий, следующая система не включается.

Когда переменная величина показателя процесса превышает предельное значение (C_2), автоматически включается система контроля, возвращающая эту переменную величину в диапазон ее нормальных значений. Если этого сделать не удастся, переменная величина

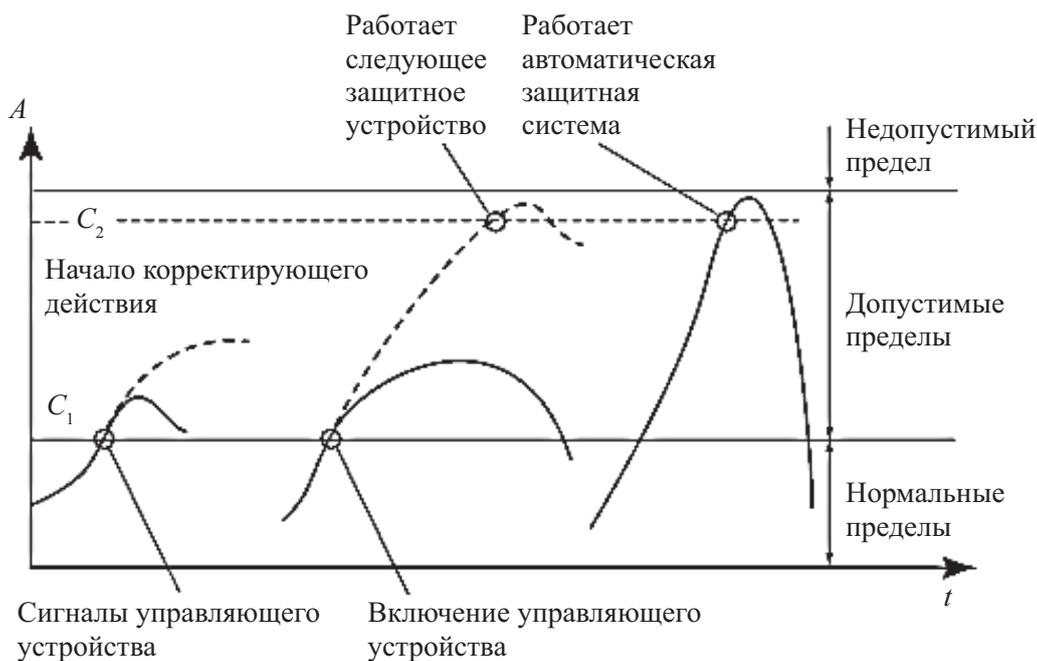


Рис. 2. Схема работы защитных устройств [7]:
 A – переменные характеристики процесса; t – время

показателя процесса может достичь таких значений, которые могут вызвать аварийную ситуацию.

2) диспетчерский контроль подразумевает использование всей инструментальной базы, чтобы диспетчерский аппарат и иные ответственные лица постоянно контролировали технологический процесс. Ведется постоянно во время процесса, в основном, круглосуточно;

3) ревизорский контроль включает в себя ревизорские и аудиторские проверки состояния безопасности движения. Проводится периодически – в соответствии с планом проведения ревизий и проверок либо внепланово – при необходимости дополнительно контролировать ход процесса.

Указанные виды контроля применяются много лет и доказали свою эффективность, однако они не позволяют полностью исключить ошибки персонала. Недостатки каждого из них:

1) неполный охват программно-техническим контролем всего производственного процесса. Доля влияния персонала на обеспечение безопасности движения достаточно велика, как и вероятность преднамеренного

исключения из работы персоналом контролирующих устройств (выключение машинистом кнопки бдительности, передислокация без необходимости подвижного состава при запрещающем сигнале светофора и т. д.);

2) диспетчер контролирует только малую часть вверенного ему подразделения и только по докладам работников, им же контролируемых (энергодиспетчеру зачитывает наряд-допуск руководитель работ, при этом диспетчер не может проконтролировать, в каком состоянии бригада, как произведено заземление и т. д.).

Имеются профессии, к которым вообще не применимы эти два вида контроля, например составитель поездов. В 2012 г. на ст. Юдино составитель уложил под поезд 9 тормозных башмаков, а контролирующему лицу доложил об укладке 20 башмаков. В итоге состав пришел в движение и, взрезав стрелку, столкнулся со встречным поездом. Данная категория работников выполняет работу в «одно лицо», и диспетчер не может ее проконтролировать, в то же время программно-технический контроль для них еще не разработан. В данном

случае применяется только ревизорский контроль;

3) ревизорский контроль не позволяет охватить всю работу персонала. Применяется в процессе исполнения персоналом своих обязанностей крайне редко, в основном уже по фактам произведенной работы, что не дает объективной картины.

Информационные системы поддержки

Научно-технический прогресс расширяет перечень инструментов контроля и способствует их постоянной эволюции. Вместе с тем наличие только соответствующих инструментов контроля не гарантирует соблюдения норм безопасности в рамках технологических процессов. На соблюдение норм безопасности в рамках технологических процессов значительное влияние оказывает состояние персонала, уровень его подготовки, что обуславливает формирование соответствующих систем поддержки принятия решений.

Ошибки персонала (см. рис. 1) возможны во время плановой, каждодневной работы, но в нестандартных, предаварийных, аварийных ситуациях эти ошибки возрастают многократно. Перечисленные причины ошибок персонала – отсутствие знаний и/или навыков, инструментальной поддержки, а также усталость, перенапряжение, болезненные со-

стояния могут создать ту критическую массу нарушений, которая приводит к тяжелым последствиям.

Также одним из значительных факторов риска является стаж работы сотрудников. Исследованы все нарушения безопасности на сети дорог в 2012 г. по вине движущихся (рис. 3).

Как видно из рис. 3, на железнодорожном транспорте неподготовленный человек с малым стажем работы нарушает безопасность движения значительно чаще. Более 44% нарушений допустили работники со стажем менее 1 года. И сколько ошибок они совершат, прежде чем приобретут необходимый опыт?

Становление эксперта – процесс длительный. Установлено, что требуется не менее 10 лет, чтобы при благоприятных условиях стать профессионалом в какой-либо области [4]. При этом большую роль играют постоянные упражнения.

Проектировщики человеко-машинных систем сделали вывод, что объем информации, который оператор может хорошо усвоить и переработать, должен не задаваться произвольно в информационной модели, а определяться или для конкретных условий работы, или на основе количественных оценок, или посредством специальных экспериментов.

Как правило, оператор длительный период действует в режиме безаварийной работы, выполняя хорошо заученные действия, или вообще бездействует в ожидании экстремаль-

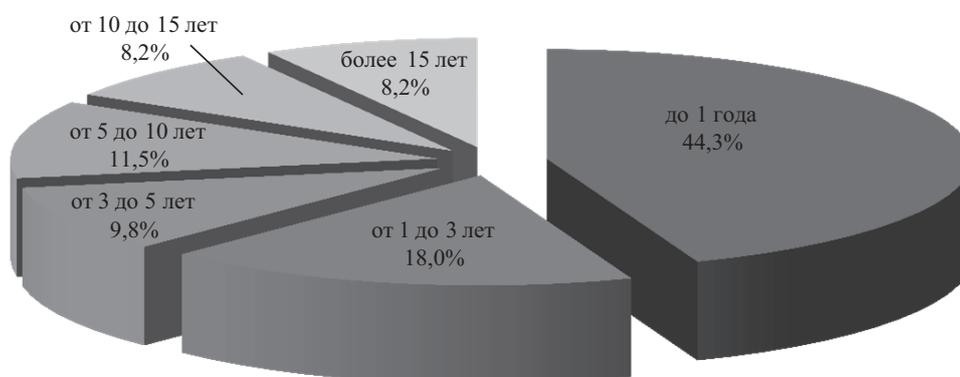


Рис. 3. Распределение случаев нарушений безопасности движения поездов в хозяйстве перевозок в зависимости от стажа работы в должности причастных работников за 2012 г.

ной ситуации, которая может и не возникнуть в его профессиональной деятельности. Такие режимы работы опасны, поскольку оператор может утратить навыки управления системой, снизить уровень операционной настороженности. Чтобы летчики не потеряли необходимых навыков во время посадки самолета, было сочтено целесообразным использовать не автоматическое, а полуавтоматическое управление на посадочной прямой. В результате благодаря сохранению тесной связи с объектом управления постоянно поддерживалась готовность летчика управлять самолетом вручную при внезапном отказе автоматики.

Для тренировки работников используются не только имитационные тренажеры, но и специальные экспертные системы, помогающие операторам анализировать поведение объекта, отличающегося от штатного. Установлено, что на восприятие, усвоение, переработку информации влияют десятки факторов, в том числе темперамент человека. Поскольку в организации работают люди с разными типами темперамента, управленческое решение должно представляться в форме, понятной всем заинтересованным сторонам.

Неоднократно отмечалось, что оперативные работники хозяйства перевозок (дежурные по станции, маневровые диспетчеры, составители поездов) при возникновении нестандартных ситуаций обращаются не к нормативным документам, а к своим коллегам – начальникам станций, ревизорам движения и т. д. То есть при наличии на рабочих местах инструкций, распоряжений, приказов они все равно их не применяют [2].

Один из способов сделать решение понятным людям с разным типом личности – составлять разные варианты решения, соответствующие разным темпераментам. Другой способ предусматривает оформление решения в виде структурированного сообщения (устного или письменного). Подыскивая подходы к каждому работнику, надо использовать разные инструменты, например, программы помощи принятия решений, построенные на основе баз экспертных знаний. Эти базы необ-

ходимы, поскольку содержат большой объем информации, что видно на примере оказания помощи остановившемуся поезду.

Активное развитие информационных технологий позволяет создавать разные базы знаний. Очень важно, на наш взгляд, создать базы экспертных знаний для оперативных работников железнодорожного транспорта. При разработке программы помощи принятия решений на основе таких баз можно подробно описать алгоритм действий движущегося в нестандартных ситуациях. Мы попытались создать виртуальную организацию. Программа в режиме реального времени должна контролировать процесс оказания помощи и своевременно вмешиваться в случае неверных действий.

Программа поддержки оперативного персонала

Для решения данной задачи необходимо применить разработанную в КрИЖТ ИрГУПС компьютерную программу поддержки оперативного персонала [6], которая позволяет при одном нажатии клавиши получить подробный порядок действий в любой нестандартной ситуации (с регламентом переговоров, с расчетом нахождения хвоста поезда на перегоне при оказании помощи и т. д.) [1]. Применение программы сократит время на лишние, некорректные действия диспетчеров, исключит ошибки.

При активации программы поездной диспетчер или дежурный по станции видит список нестандартных ситуаций, в которых ему нужна поддержка. Выбрав нажатием кнопки мыши, например, «Оказание помощи поезду, остановившемуся на перегоне», диспетчер заносит в появившееся меню ввода данные: фамилию машиниста, номер поезда, перегон, километр остановки, причину неисправности. Эти данные помогут ему правильно определить место остановки вспомогательного локомотива, без запинки произнести все приказы и выполнить другие действия (рис. 4).

Перечень необходимых документов для оказания помощи (Раскрыть/скрыть)

1. После остановки поезда на перегоне и невозможности дальнейшего следования, а так же убеждении машиниста в фактическом месте остановки головы поезда ДНЦ, ДСП должен получить доклад от машиниста по форме:
"Машинист Иванов поезда 2354, на перегоне Камала-Солянка, требую вспомогательный локомотив с [хвоста] по причине неисправности [электровоза] серии ВЛ-85 из-за отказа ГВ РЗ. Остановку головы поезда на 4293км, 3 пикете перегона Камала Солянка подтверждаю."
 Дата: 1.8.2013 20:30:7 (приложение 1, строка 9, распоряжения №512р от 16.03.2010г.).

ДНЦ, ДСП подтверждает правильность восприятия:
 "Понятно, поезду 2354 на - 4293км, 3 пк перегона Камала-Солянка требуется вспомогательный локомотив по причине неисправности [электровоза] серии ВЛ-85 из-за отказа ГВ РЗ."

1.8.2013 20:30:26

Примечание:

2. Полученное уведомление о затребовании вспомогательного локомотива ДНЦ, ДСП записывают в журнал диспетчерских распоряжений ф. ДУ-58 с последующей отметкой в журнале движения поездов (напротив номера поезда в графе примечание). (п.3 прил.7 ИДП). **Примечание:**
 В записанном уведомлении обязательно должно быть указано: - время поступления требования об оказании помощи, - место остановки поезда (километр, пикет на котором находится голова остановившегося поезда), - причина затребования вспомогательного локомотива, - лицо, от которого получено уведомление (должность, фамилия). (п.2, 3 прил.7 ИДП, п.9 прил.10 ИДП)

1.8.2013 20:33:5

3. Если уведомление машинистом поезда передано ДСП станции, последний незамедлительно передает его поезвному диспетчеру.

1.8.2013 20:33:16

4. Если движение поезда не может быть возобновлено в течение 20 минут и нет возможности удержать поезд на месте на автоматических тормозах машинист поезда обязан принять меры для закрепления подвижного состава на тормозные башмаки, указав дежурному по ближайшей станции и поезвному диспетчеру о закреплении поезда и количество уложенных тормозных

Рис. 4. Пользовательский интерфейс программы

После занесения данных на экране монитора появляется конкретный алгоритм действий для ситуации, разработанный на основе экспертных знаний. В правом верхнем углу имеется окно «Перечень необходимых документов», который диспетчер может задействовать в тяжелых спорных случаях для детальной проработки ситуации. Активировав этот перечень, диспетчер видит все документы, которые могут ему помочь. При нажатии на синюю строку с названием документа открывается текст необходимого в данной ситуации пункта (рис. 5).

Самый глубокий уровень программы позволяет фиксировать все действия оперативного персонала во времени. Активация самой программы и каждого последующего окна в ней сводится в итоговый отчет (протокол), который можно получить одним нажатием кнопки сразу после вывода поезда с перегона. Ведь согласно существующим положениям, необходимо оценивать правильность действия

движенца в каждой нестандартной ситуации (рис. 6).

Заключение

Научная новизна программы состоит в объединении трех видов контроля (программного, диспетчерского, ревизорского), применяемых сейчас на транспорте для обеспечения безопасности движения поездов, в одном ресурсе. Впервые реализуется трехуровневая архитектура программы, позволяющая не только повысить эффективность работы оперативного персонала (имеется подробный алгоритм его действий), но и дать возможность ревизору или руководителю с другого рабочего места контролировать правильность действий персонала. Благодаря пошаговой фиксации развития нестандартной ситуации третий уровень системы даст возможность анализировать ситуацию для выработки пред-

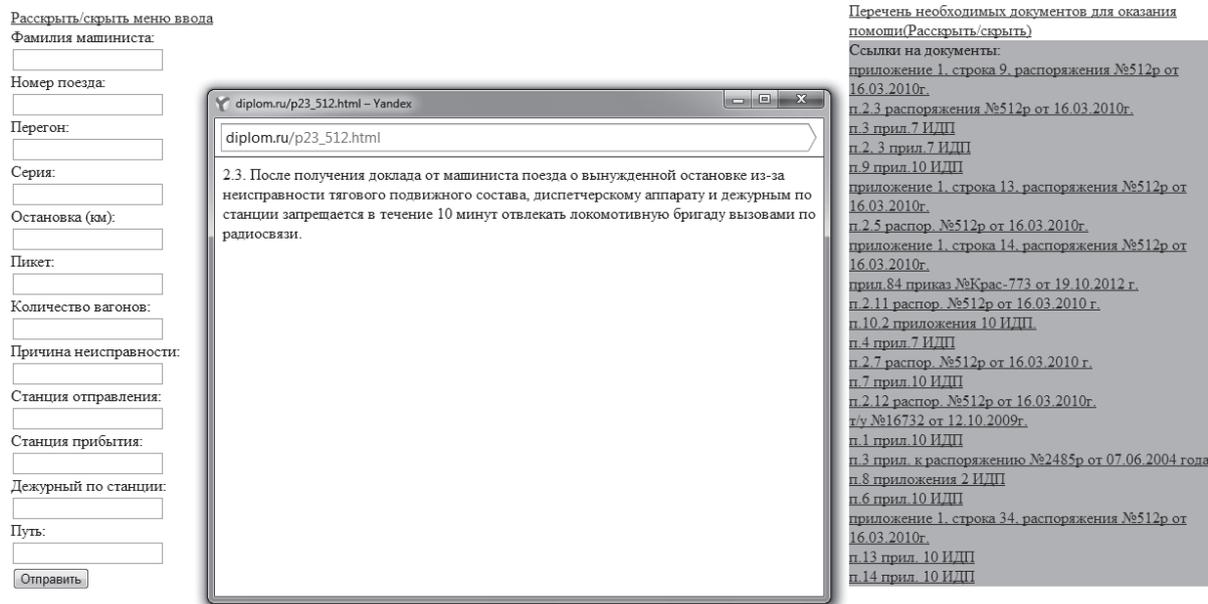


Рис. 5. Интерактивная база нормативных документов

Отчет

по порядку действий ДНЦ, ДСП при оказании помощи поезду, остановившемуся на перегоне.

1. Дата __, __ часов, __ мин. получен доклад от машиниста остановившегося на перегоне: "Машинист (фамилия) поезда N__, требую вспомогательный локомотив с головы (с хвоста) по причине неисправности тепловоза (электровоза, МВПС, ССПС) серии N__ из-за (указать причину неисправности). Остановку головы поезда на __км, __пикете перегона __ подтверждаю. Время __". (приложение 1, строка 9, распоряжения №512р от 16.03.2010г.).

Дата __, __ часов, __ мин. ДНЦ, ДСП подтвердил правильность восприятия доклада машиниста: "Понятно, поезду N__ на __км, __пк перегона__ требуется вспомогательный локомотив по причине неисправности тепловоза(электровоза, МВПС, ССПС) серии N__ из-за (указать причину неисправности). Время __"

2. Полученное уведомление о затребовании вспомогательного локомотива ДНЦ, ДСП записал в журнал диспетчерских распоряжений ф. ДУ-58 с последующей отметкой в журнале движения поездов (напротив номера поезда в графе примечание). (п.3 прил.7 ИДП). Примечание: В записанном уведомлении обязательно должно быть указано: - время поступления требования об оказании помощи, - место остановки поезда (километр, пикет на котором находится голова остановившегося поезда), - причина затребования вспомогательного локомотива, - лицо, от которого получено уведомление (должность, фамилия). (п.2, 3 прил.7 ИДП, п.9 прил.10 ИДП)

3. Если уведомление машинистом поезда передано ДСП станции, ДСП в __ часов, __ мин. передал его поезвному диспетчеру.

4. Движение поезда не было возобновлено в течение 20 минут и не было возможности удержать поезд на месте на автоматических тормозах машинист поезда закрепил подвижной состав на тормозные башмаки, указав дежурному по ближайшей станции и поезвному диспетчеру о закреплении поезда и количество уложенных тормозных башмаков (п.2.5 распор. №512р от 16.03.2010г.): Дата __, __ часов, __ мин. "Машинист (фамилия) поезда N__, состав поезда закреплен __ тормозными башмаками со стороны станции __ и __ тормозными башмаками со стороны станции __". (приложение 1, строка 13, распоряжения №512р от 16.03.2010г.). Примечание: Если поезд закрепляется на уклоне круче 0,012 тысячных, то диспетчер поездной получил информацию от машиниста поезда о закреплении, сверяет количество уложенных тормозных башмаков с данными унифицированной таблицы ГИД Урал ВНИИЖТ и делает отметку на графике исполненного движения. (прил.67 приказ №Крас-773 от 19.10.2012 г.).

5. Дата __, __ часов, __ мин. Поездной диспетчер, получив информацию о закреплении подвижного состава на перегоне подтвердил правильность восприятия доклада машиниста: "Понятно, состав поезда N__ закреплен __ тормозными башмаками со

Рис. 6. Итоговый отчет о порядке действий оперативного персонала в нестандартной ситуации

упреждающих воздействий, т. е. будет обеспечена достоверность действий работника при расследовании тяжелых спорных случаев.

Применение такой программы будет своего рода прорывом, значительно более высоким уровнем работы оперативных сотрудников в нестандартных ситуациях, позволит гарантировать управляемость и надежность перевозок, обеспечит сохранность перевозимых пассажиров и грузов.

Библиографический список

1. Воронцов В. И. Информационно-коммуникационные технологии в управлении : монография / В. И. Воронцов. – Одесса : Куприяненко СВ, 2015. – 245 с.
2. Воронцов В. И. Учить руководить / В. И. Воронцов // Железнодорожный транспорт. – 2010. – № 7. – С. 40.
3. Лapidус В. А. Построение системы менеджмента безопасности движения на принципах КИ СМК (Корпоративной интегрированной системы менеджмента качества) / В. А. Лapidус // Бюл. ОУС ОАО «РЖД». – 2010. – № 3. – С. 46–60.
4. Ларичев О. И. Теория и методы принятий решений, а также Хроника событий в Волшебных странах : учеб. – М. : Логос ; Университетская книга, 2008. – 392 с.
5. Методические указания по внедрению функциональной стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в ОАО «РЖД», 2009. – 18 с.
6. Свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2016611232. Программа поддержки принятия решений оперативного персонала железно-

дорожного транспорта на основе баз экспертных знаний / В. И. Воронцов, А. С. Баженов. – Заявл. № 2015660858 ; Зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 28.01.2016.

7. Фалеев М. И. Надежность технических систем и техногенный риск : учеб. пособие / М. И. Фалеев. – М. : Деловой экспресс, 2002. – 367 с.

References

1. Vorontsov V. I. Informatsionno-kommunikatsionnyye tekhnologii v upravlenii: monografiya [Information and Communication Technologies in Management: A Monograph]. Odesa, Kupriyenko SV, 2015. 245 p.
2. Vorontsov V. I. *Zheleznodorozhny transport – Railway Transport*, 2010, no. 7, p. 40.
3. Lapidus V. A. *Byulleten OUS OAO RZhD – Bulletin of the United Academic Board of Russian Railways JSC*, 2010, no. 3, p. 46–60.
4. Larichev O. I. *Teoriya i metody prinyatiy resheniy [Theory and Methods of Decision Making]*. Moscow, Logos, Universitetskaya kniga, 2008. 392 p.
5. Methodological Directions for Introduction of Functional Strategy of Ensuring Guaranteed Safety and Reliability of Transportation Process at Russian Railways JSC. 2009. 18 p.
6. Certificate for State Registration of Computer Program No 2016611232. Program for Decision-Making Support of Railway Transport Operators on the Basis of Expert Knowledge Databases. V. I. Vorontsov, A. S. Bazhenov. Registered January 28, 2016.
7. Faleyev M. I. *Nadezhnost tekhnicheskikh sistem i tehnogenny risk [Reliability of Technical Systems and Technology-Related Risk]*. Moscow, Delovoy ekspress, 2002. 367 p.

ВОРОНЦОВ Владимир Иванович – аспирант, vivdh@yandex.ru (Красноярский институт железнодорожного транспорта).