

УДК 656.2: 65.012.122

Н. О. БЕРЕСТОК, В. А. КОБЗЕВ, Е. А. ОВЧИННИКОВА, Ж. ЯНЕВ
Российский университет транспорта, (МИИТ), г. Москва
bogdanelena@yandex.ru, vkobzev46@yandex.ru, berestok@mail.ru,
Zivkoacter@yahoo.com

МЕТОД ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ОСНОВЕ ПРИЗНАКОВ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрен порядок формирования экспертной группы для проведения анализа нарушений по признакам культуры безопасности и последовательность ранжирования этих нарушений по признакам культуры безопасности. Дана оценка влияния человеческого фактора на безопасность движения поездов на основе признаков культуры безопасности.

Эффективность обеспечения безопасности движения поездов требует постоянной оценки влияния человеческого фактора. Учитывая, что система менеджмента безопасности движения (далее СМБД) [1] строится на процессной модели, следует и подсистему управления рисками человеческого фактора реализовать применительно к существующему процессу – процессу развития культуры безопасности, что позволит сделать СМБД более гибкой, эффективной и результативной.

Одним из важных этапов развития культуры безопасности является оценка нарушений по признакам культуры безопасности, которая позволит ответить на следующий вопрос: «Какие нарушения требований и правил безопасности движения могут произойти при неразвитой культуре безопасности?».

Для получения ответов на указанный вопрос используем метод анализа видов, последствий и причин потенциальных несоответствий, который позволяет учитывать влияние человеческого фактора.

Исходными данными являются виды нарушений и количество нарушений, зафиксированные в автоматизированной системе контроля работы ревизорского аппарата (АС РБ КР). Последовательность этапов оценки состояния признаков культуры безопасности на основе допущенных нарушений представлен на рисунке 1.

Данный метод является экспертным, поэтому для его проведения необходимо сформировать группу экспертов.



Рисунок 1 - Последовательность проведения оценки состояния признаков культуры безопасности

1 Методика формирования экспертной группы

Для определения необходимого количества экспертов используется зависимость между видами нарушений, которая определяется по формуле [2]:

$$m = \sqrt{n}, \quad (1)$$

где n – количество оцениваемых объектов, m – минимальное количество экспертов.

Следующим этапом является оценка уровня компетентности (K) каждого эксперта, которая определяется по формуле [2]:

$$K = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 K_{ij}. \quad (2)$$

С целью возможности выбора экспертов с соответствующей компетенцией для проведения ранжирования нарушений по признакам культуры безопасности рекомендуется увеличить количество экспертов на 15-20 %.

Оценка уровня компетенции включает четыре обобщенных значения, учитывающие профессиональную деятельность и личные качества эксперта. Так, коэффициент K_{ij1} отражает уровень профессиональной подготовки и информированности эксперта; K_{ij2} характеризует уровень базовой аргументации при принятии решения экспертом; K_{ij3} – это самооценка личных качеств эксперта; K_{ij4} – это оценка личных качеств эксперта коллегами-экспертами.

Значения коэффициентов K_{ij1} и K_{ij2} определяется на основании данных, указанных в таблицах 1 и 2.

Каждый эксперт, получив таблицу 2 без цифр, указывает в ней символом (V) уровень влияния каждого источника информации на свое мнение. После сопоставления таблицы эксперта с эталонной таблицей с цифрами производится подсчет суммы баллов по всем источникам информации, отмеченным экспертом. Полученная оценка соответствует значению коэффициенту K_{ij2} .

Таблица 1 – Определение уровня профессиональной подготовки и информированности экспертов

Профессиональная подготовка эксперта	Значение коэффициента K_{ij1} (балл)
Главный ревизор	1,0
Ревизор	0,9
Инженер со стажем более 20 лет	0,8
Инженер со стажем от 15 до 20 лет	0,7
Инженер со стажем от 10 до 15 лет	0,6
Инженер со стажем от 5 до 10 лет	0,5

Таблица 2 – Определение аргументированности экспертов

Источник информации	Значение степени влияния источника информации на мнение эксперта (балл)		
	Высокая	Средняя	Низкая
Проведённый теоретический анализ	0,30	0,20	0,10
Опыт производства	0,50	0,40	0,20
Знакомства с научными работами	0,05	0,05	0,05
Знакомство с состоянием дел по культуре безопасности в других отраслях	0,05	0,05	0,05
Интуиция	0,05	0,05	0,05

Коэффициенты K_{ij3} и K_{ij4} определяются на основе оценки пяти основных качеств экспертов:

- 1) стремление к профессиональному росту и постоянному повышению квалификации как в своей области, так и в смежных областях;
- 2) способность оперативно оценивать ситуацию и принимать эффективные решения;
- 3) способность своевременно реализовывать принятые решения;
- 4) умение создавать в рабочем коллективе нормальный психологический климат;
- 5) дисциплинированность и организованность.

Для оценки значений коэффициентов K_{ij3} и K_{ij4} экспертов используется вербально-цифровая шкала, указанная в таблице 3.

Таблица 3 – Шкала оценки профессиональных навыков эксперта

Качества	Балл	Качества K_{ij3}	Балл K_{ij4}
Всегда	1,0	Реже средней	0,4
Почти всегда	0,9	Редко	0,3
Очень часто	0,8	Очень редко	0,2
Часто	0,7	Иногда	0,1
Чаше средней	0,6	Никогда	0,0
Средняя	0,5	–	–

Значения коэффициентов K_{ij3} и K_{ij4} определяются на основе данных, приведенных в таблице 3, по следующим формулам:

$$K_{ij3} = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 K_{ij3}, \quad (3)$$

$$K_{ij4} = \frac{1}{5m} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^5 K_{ji4}, \quad (4)$$

где m – общее количество экспертов, которые участвуют в оценке личных качеств эксперта.

Все эксперты ранжируются по уровню компетентности в соответствии с коэффициентом K от максимального значения до минимального значения. Далее, из ранжируемого списка определяется минимально необходимое количество экспертов в соответствие с формулой (1), при этом эксперты последовательно выбираются из ранжированного ряда, начиная с максимального уровня компетентности.

Сформированная таким образом рабочая группа экспертов является компетентной, если уровень компетентности рабочей группы отвечает условию $0,67 \leq M \leq 1$, при этом коэффициент компетентности M экспертной группы вычисляется по формуле (6) [2]:

$$M = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m K_i, \quad (6)$$

где K_i – коэффициент компетентности i -го эксперта; m – количество экспертов в составе группы.

2 Формирование оценки нарушений требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности

Оценка нарушения требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности должна выполняться сформированной группой экспертов не чаще одного раза в год.

Цифровая оценка нарушений требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности приведена в таблице 4 [3]. В каждой ячейке экспертом проставлялись цифры 1 или 0 (1 – если тип нарушения зависит от признака культуры безопасности, 0 – если не зависит).

Таблица 4 – Фрагмент таблицы ранжирования нарушений по признакам культуры безопасности

Тип нарушения	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак _	Признак _	Сумма
1	d_1^1	d_2^1	1	0	0	1	$\sum_1^1 D$
2	0	1	0	0	1	0	$\sum_1^1 D$
3	1	0	1	0	0	1	$\sum_1^1 D$
...	0	1	0	1	1	1	$\sum_1^1 D$
....	1	0	1	1	0	0	$\sum_1^1 D$

На следующем этапе производится обработка полученных данных по ранжированию нарушений по признакам культуры безопасности экспертами. По каждому признаку культуры безопасности определяется среднее значение по формуле [4]:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^m d_i^j}{m}, \quad (7)$$

где d_i^j – значение в ячейке при ранжировании нарушений по признакам культуры безопасности.

Результат обработки данных формируется в таблице 5. В каждой ячейке таблицы данных указывается среднее значение влияния признака культуры безопасности на вид нарушения.

Таблица 5 – Среднее значение влияния признака культуры безопасности на вид нарушения

Тип нарушения	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак ...	Признак ...
1	D_1^1	D_2^1				
2						
3						
...						

Далее оценивается согласованность полученных результатов экспертной группы. Для проведения оценки согласованности результатов каждый эксперт заполняет таблицу 6 (карту опроса).

Таблица 6 – Карта опроса

Тип нарушения	Номер эксперта				R_{ij}	$(R_{ij})^2$
	m_1	m_2	...	m_i		
1	D_{11}	D_{21}	...	D_{i21}		
					$\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m R_{ij})$	$(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij})^2$

В каждой ячейке столбца (см. номера эксперта в таблице 6) указывается ранг каждого типа нарушения. Экспертом проставляется значение от 1 до максимального значения количества видов нарушений. Максимальное значение ранга – это общее количества оцениваемых объектов. Значение ранга проставляется экспертом в зависимости от значимости нарушения по мнению эксперта. Ранг с цифрой 1 является самым важным. После заполнения таблицы производится расчет коэффициента согласованности экспертного мнения по формуле [2]:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (8)$$

где n – число видов нарушений; S – сумма квадратов разностей рангов (отклонений от среднего).

Сумма квадратов разностей рангов определяется по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m R_{ij})^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij})^2}{n}, \quad (9)$$

где R_{ij} – значение эксперта j по виду нарушения i .

При получении значения коэффициента согласованности экспертного мнения в интервале от 0,4 до 1 производится дальнейшее использование полученных данных для оценивания состояния признаков культуры безопасности.

3 Оценка состояния культуры безопасности

Первоначальная оценка состояния культуры безопасности производится без учета количества нарушений. На данном этапе определяются все виды нарушений из АС РБ КР, по которым были допущены нарушения в структурном подразделении.

Исходными данными для матрицы для оценки состояния культуры безопасности (таблица 7) являются:

- цифровые значения признаков культуры безопасности, указанные в таблице 5;
- данных системы АС РБ КР по видам нарушений, на основе которых заполняются графы «предыдущий период» (далее – «П») и «текущий период» (далее – «Т»);
- расчетное значение «Расчетного коэффициента» (далее – «Рк»).

Таблица 7 – Матрица для оценки состояния культуры безопасности

Виды нарушений	Количество нарушений в АС РБ КР		Расчетный коэффициент «Рк»	Признаки культуры безопасности				
	Предыдущий период	Текущий период		1	2	3	...	12
1				D^1				
2								
...				...				
N								
Итого				Ок				

Значение «Рк» определяется согласно значениям периода, если:

- «П» = 0 или «Т» = «П», то «Рк» = 1;
 - «Т» > «П», то «Рк» = 1 + «П» / «Т»;
 - «П» и «Т» = 0, то «Рк» = 0;
 - «Т» < «П», то «Рк» = «Т» / «П».
- (10)

При отсутствии значений по количеству нарушений по «видам нарушений» за предыдущий период, указывается значение «Рк» = 1.

Цифровое значение признака культуры безопасности определяется по формуле:

$$Ок = \sum_{i=N}^1 (D_N^i P_{K_N}^i), \quad (11)$$

где N – количество видов нарушений всего; P – признак культуры безопасности.

Оценочное значение состояния признака культуры безопасности

$$O = 1 - O_k / N. \quad (12)$$

По цифровому значению признаков культуры безопасности определяется уровень текущего состояния указанных признаков в соответствии с таблицей [5].

Таблица 8 – Уровни состояния признаков культуры безопасности

Уровень текущего состояния	Итоговая оценка текущего состояния
Достаточный	$(O) \geq 0,8$
Приемлемый	$0,79 \leq (O) < 0,41$
Низкий	$0,4 \leq (O) < 0,22$
Неприемлемый	$(O) < 0,21$

Уровень культуры безопасности определяется как среднее значение признаков культуры безопасности. Описание характеристик уровней культуры безопасности приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристика уровней культуры безопасности

Уровень культуры безопасности	Общее описание состояния безопасности движения поездов	Общие рекомендации
Достаточный	Нарушения безопасности движения работниками практически не допускаются или нарушения выявляются работниками и устраняются в течение рабочей смены. При проведении проверок выявляются нарушения, которые направлены на повышение качества функционирования системы управления безопасностью движения поездов. Система управления безопасностью движения поездов функционирует устойчиво	Разработка индивидуальных планов обучения работников. Совершенствование системы управления безопасностью движения поездов
Приемлемый	Основные допускаемые нарушения связаны с несоблюдением технологии перевозочного процесса и качеством выполнения технологических операций. Система управления безопасностью движения функционирует устойчиво, но имеются отдельные недостатки несистемного характера. Все выявляемые нарушения имеют локальный характер	Изучение технологии организации процессов производства с участием работников. Повышение профессиональных компетенций работников

Окончание таблицы 9

Уровень культуры безопасности	Общее описание состояния безопасности движения поездов	Общие рекомендации
Низкий	Отсутствует системная работа в вопросах обеспечения безопасности движения поездов. Работниками допускаются нарушения, которые могут привести к транспортным происшествиям. Выявляемые нарушения по безопасности движения имеют системный характер. Увеличивается количество нарушений, которые могут привести к транспортным происшествиям	Разработка мероприятий по повышению эффективности функционирования системы управления безопасностью движения поездов. Повышение профессиональных компетенций работников
Неприемлемый	Нарушения допускаются практически всеми работниками. Руководители предприятий нарушения, которые допускают работники, не выявляют. Отсутствует система управления безопасностью движения поездов. Основные допускаемые нарушения – это нарушения безопасности при производстве поездной и маневровой работы, которые приводят в основном к транспортным происшествиям	Проведение аудита с разработкой мероприятий по повышению уровня культуры безопасности

Предложенный метод оценки влияния человеческого фактора на безопасность движения поездов на основе признаков культуры безопасности может быть использован на линейных предприятиях железнодорожного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Распоряжение ОАО «РЖД» от 3.12.2019 № 2711/р «Об утверждении Методических рекомендаций по развитию Культуры безопасности на основе построения в холдинге «РЖД» социотехнической модели взаимодействия персонала, техники и технологии».

2 Харченко, М. А. Корреляционный анализ / М. А. Харченко. – Воронеж: ИПЦ Воронежского гос. ун-та, 2008. – 31 с.

3 Кластерный анализ нарушений безопасности движения поездов по признакам культуры безопасности / Н. О. Бересток [и др.] // Качество. Инновации. Образование. – 2020. – № 3. – С. 45–54.

4 Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М. : Высш. шк., 1999. – 479 с.

5 Минимальные баллы ЕГЭ 2020 по предметам [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://bingoschool.ru/blog/139/>. – Дата доступа 13.07.2020.

N. O. Berestok, V. A. Kobzev, E. A. Ovchinnikova, J. Zhivko

METHOD ESTIMATION OF INFLUENCE THE HUMAN FACTOR ON SAFETY TRAINS MOVEMENT ON THE BASIS OF ATTRIBUTES SAFETY CULTURE

The base formation of expert's group was developed for making the analyses of falsies in the case of safety culture and humping the falsies in case of safety culture. The point was given for attempting the human's factor in train operation safety in the case of safety culture.

Получено 22.09.2020

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития
железнодорожных станций и узлов. Гомель, 2020**

УДК 656.213

С. П. ВАКУЛЕНКО, Н. П. ЖУРАВЛЕВ, А. А. СИДРАКОВ
Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва
post-iiut@bk.ru, nzhuravlev@bk.ru, sidrakov@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГРУЗОТПРАВИТЕЛЯ И ПЕРЕВОЗЧИКА В МОРСКИХ ПОРТАХ

В статье рассматриваются пути повышения эффективности взаимодействия железнодорожного перевозчика, грузоотправителя и оператора морского терминала. На примере взаимодействия портовой станции Новороссийск и АО «Новороссийский судоремонтный завод» проводится анализ особенностей технологии работы путей необщего пользования в морских портах. Определяются основные параметры подачи и уборки вагонов на пути необщего пользования: число вагонов в подаче, интервалы подачи, степень влияния сгущения подачи отдельных грузов на простой вагонов. На основе приведенного анализа определяются «узкие» места существующей технологии работы и приводятся предложения по ее совершенствованию.

Развитие железнодорожных грузовых перевозок в современных условиях неразрывно связано с развитием морских портов, куда поступает большая часть грузов, перевозимых железнодорожным транспортом. Для повышения рентабельности перевозок и конкурентоспособности с другими видами транспорта железнодорожному транспорту необходимо налаживать