

УДК 656.25

Н.Б. Чернецкая, д.т.н.  
Ю.А. Красникова  
Л.Г. Волчок**ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля

*В статье рассмотрены вопросы влияния человеческого фактора и разработки автоматизированных систем оценки безопасности движения поездов железнодорожного транспорта.***Постановка проблемы**

Железнодорожный транспорт любой страны является одним из самых необходимых видов транспорта. Влияние человеческого фактора на безопасность движения приводит к тому что около 60 % аварий, нештатных ситуаций и катастроф происходят из-за ошибок людей. В связи с этим актуальным является исследование вопросов влияния человеческого фактора на работу железнодорожного транспорта.

**Анализ предыдущих исследований**

Обеспечение безопасности на транспорте, достижение его высокой эксплуатационной надежности требует развитие мониторинга технического состояния всей системы. Этой проблемой занимаются многие ученые: Рогов А.А. – кандидат физико-математических наук, доцент Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ); Финагин В.Г. – ассистент кафедры «Менеджмент качества»; а также отечественные ученые Макаренко Л.М. который предлагает определение безопасности транспортной системы как интегральное понятие, что не поддается непосредственному измерению., Самсонкин В.М. и Соколов О.И. разработали модель влияния человеческого фактора на безопасность движения. Также рассматриваются вопросы о профессиональной надежности человека-оператора посвящены работы таких ученых как Ломов Б.Ф., Медведев В.И., Пономаренко В.А., и другие. Не квалифицированные кадры не посредственно негативно влияют на работу железнодорожного транспорта.

Оценка составляющих элементов системы железнодорожного транспорта не дает представление про различные процессы и взаимодействия, что характеризуют ее в целом. Поэтому для обеспечения их системного анализа необходимо использовать модель SHEL (рис.1).

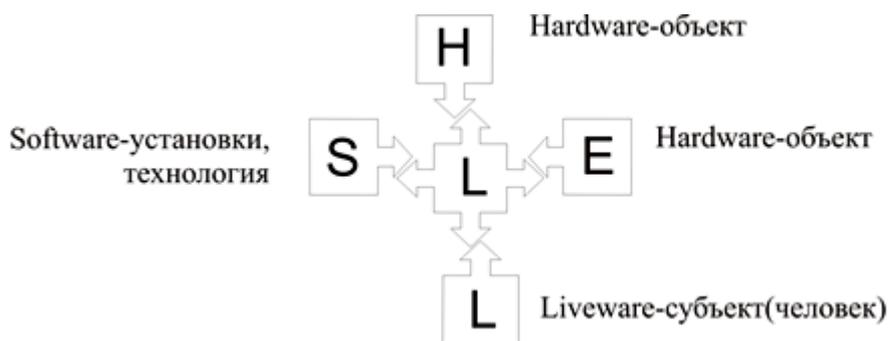


Рис.1.Иллюстрация применения модели SHEL на железнодорожном транспорте.

Предложенную ICAO (International Civil Aviation Organization-международная организация гражданской авиации, членом которой есть Украина), как вариант модели «человек – оператор - машина-окружение», можно выделить четыре группы факторов, которые влияют на безопасность движения.

1.Субъект (L) и столкновение субъект – субъект (L-L).Информация для исследования центрального компонента, различают несколько категорий и факторов которые влияют на человека, тем самым могут нарушить нормальное функционирование перевозочного процесса:

Физические факторы (определяются возможностями человека, сила, слух и другие чувства).

Психологические факторы (профессиональная подготовка, знание, опыт, степень внимательности и уровень рабочей нагрузки, умственное и эмоциональное состояние).

Физиологические факторы (общее состояние здоровья, питание, болезни, курение, употребление алкоголя, усталость).

2. Столкновение «субъект-объект (L-H)». Человек-оператор может не знать о дефекте, в конечном этапе приведет к катастрофе.

3. Столкновение «субъект – установки (L-S)», здесь имеется виду не физические аспекты, которые способны выявить на рабочем месте и отображают отношения между человеком-оператором и вспомогательными системами.

4. Столкновение «субъект - среда (L-E)» обозначает отношение между человеком – оператором, внутренним и внешним.

Важное место в анализе состояния транспортных комплексов занимает разработка методик, связанных с автоматизацией экспертного оценивания безопасности и эксплуатационной надежности текущих процессов. Для создания таких систем используем математический аппарат.

1. Каждый эксперт задает ранжировку показателей оценки:

$r_{ij} \in [0; r_{\max}]$  ранг  $i$ -го критерия. Строим матрицу  $a_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^n r_{ij}$ , где  $a_{ij}$ -веса  $i$ -го критерия, определенные  $j$ -м экспертом

2. Итоговый весовой коэффициент показателя рассчитываем по методу медианы Кемени (как суммарное расстояние от которой до всех заданных экспертным ранжировок минимально)  $\sum_{j=1}^m \{d_j(A_j, W)\} \rightarrow \min$ , где  $A_j$   $j$ -ранжировка  $j$ -го эксперта;  $W$ -медиана Кемени;  $d_j(A_j, W)$  расстояние между ранжировкой  $j$ -номер текущего эксперта.

Метрика  $d_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n \{(w_i - a_{ij})^2\}}$ , где  $w_i$ -вес  $i$ -го показателя в медиане Кемени;

$n$ -количество показателей.

3. Далее используем для обработки экспертных оценок применяем аддитивную

$$x_{i,j} = \sum_{j=i+1}^P w_j x_j \text{ или мультипликативная свертка } x_{i,j} = \prod_{j=i+1}^P (x_j)^{w_j}.$$

Для описания вербальных оценок используется понятие «нечетких чисел», представляющих собой числовой промежуток на множестве действительных чисел  $R$  с заданной на нем функцией принадлежности  $f_A : R \rightarrow [0,1]$  (рис.2).

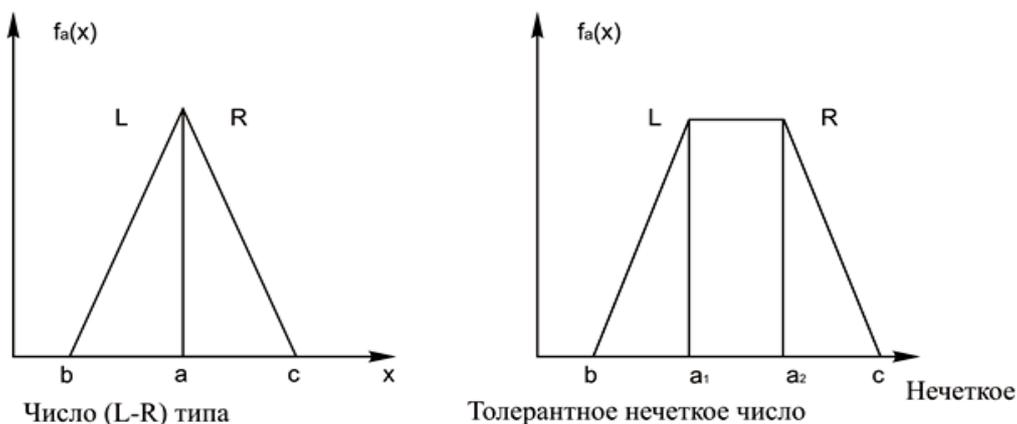


Рис. 2. Анализ влияния человека на безопасность движения.

Установлено, что количество аварий в опасных сферах деятельности из-за ошибок человека составляет до 80% от всех причин. Неверные и не своевременные действия во время управления сложными техническими операциями есть причиной 40% негативных последствий

во время испытаний технических средств.

Согласно статистики в 2008 году по вине работников транспорта было допущено 324 аварии. На 1 млрд. ткм. работы допущено 0,65/0,66 случая, что на 1,5% меньше, чем в 2007 году.

### **Формирование целей статьи**

Прошедшее столетие называют веком научно-технической революции. Вступив в третье тысячелетие, человек продолжает нуждаться в профессиях, связанных с повышенным риском, дискомфортом и экстремальными условиями работы. Люди этих профессий в условиях перестройки ощутили системный кризис, неясность дальнейшей перспективы, снижение благосостояния, безработицу и, как следствие, распад существовавших морально-нравственных ценностей. Жесткие, опасные условия профессиональной деятельности в сочетании со сложным социально-бытовыми проблемами и сейчас продолжают приводить к тому, что большинство представителей этих профессий попадают в стрессовые, экстремальные ситуации. В изменяющихся условиях жизнедеятельности происходит деформация личности в негативную сторону. А главной составляющей бесперебойной работы железной дороги является подбор квалифицированных кадров, их психическое и физическое здоровье.

### **Материалы и результаты исследований**

Важнейшим условием успешного и эффективного выполнения работником своих обязанностей становится ее психологическая готовность к профессиональной деятельности. Понятие «человеческий фактор» носит собирательный характер и применительно к деятельности на транспорте включает в себя: психологические, биологические, физиологические и социальные составляющиеся организма человека, которые определяют профессиональное здоровье, профессиональные качества, надежность, работоспособность, психофизиологическую выносливость в изменяющихся условиях труда, которые регламентированы спецификой профессии. Для более точной оценки транспортной безопасности станций железных дорог, предлагается минимальный набор параметров.

1. Профессиональная подготовка персонала
2. Состояние физического здоровья работников
3. Состояние психологического здоровья
4. Состояние социального здоровья
5. Степень мотивации персонала
6. Оперативный контроль качества работы
7. Наличие замкнутых систем видеонаблюдения
8. Быстрое реагирование в экстремальных случаях
9. Регулярные инспекции оборудования и технического обслуживания
10. Мониторинг превышения допустимой пропускной способности
11. Эффективное освещение
12. Охранные заграждения и турникеты
13. Четкое и оперативное информационное обслуживание, наличие устройств экстренной связи
14. Наличие средств противопожарной безопасности
15. Наличие экологического мониторинга окружающей среды.

База критериев должна отображать их иерархичность. Для этого, необходимы сопутствующие реквизиты:

- а) шкала, используемая для оценок по критерию;
- б) максимальное и минимальное значение шкалы;
- в) единица измерения;
- г) пороговые значения для критериев фильтров;
- д) границы нормативных зон.

Перед построением концептуальной модели системы определяются модели деловых процессов взаимодействия пользователей с автоматизированной системой экспертного оценивания (рис.3)



Рис.3. Модели деловых процессов взаимодействия пользователей с АСЭО.

Создается концептуальная модель, которая показывает возможность выполнения заявленных требований использованием нескольких классов, каждый из которых нацелен на выполнение специализированных задач (рис.4)

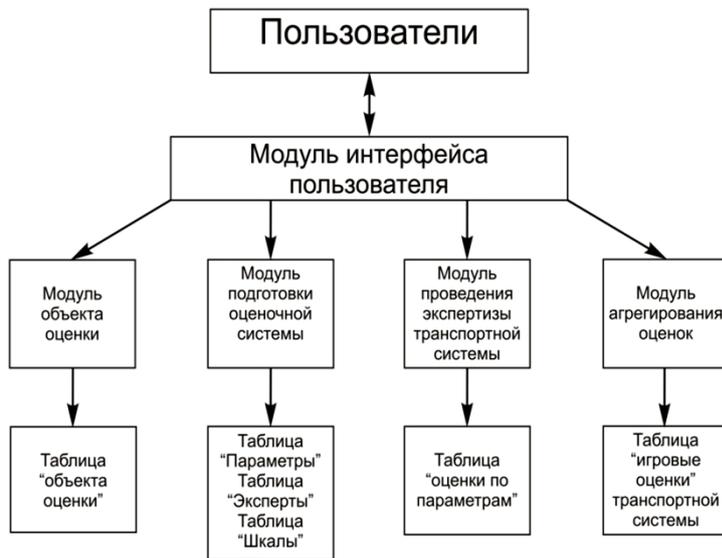


Рис.4. Концептуальная модель АСЭО

Для обработки данных формирования интегральной оценки используем аддитивную сверку оценок. Полученные исходные данные осуществляем посредством выбора из полей форм (анкет), заполненные экспертами, где оценки могут быть заданы в числовом или вербальном виде, то есть выбором из списка значений шкалы соответствующего показателя. Цифровые характеристики каждому отдельно взятому проекту позволяют сформировать оценку в нечетной – форме. Подсистема получения и обработки оценок приведенных на рис.5.

Опишем массивы информации, формируемые на каждом из этапов организации и проведения экспертизы по оценке технологической и эксплуатационной надежности транспортной системы (таблица1).

Таблица 1

1	Перечень объектов оценки
2	Информация об объектах оценки
3	Формирование семантической сети
4	Перечень кандидатов в эксперты
5	Информация о кандидатах, включая семантическую
6	Информация о результатах оценки кандидатов в эксперты, включая семантическую
7	Данные о составе экспертных комиссий
8	Перечень объектов транспортной системы
9	Развернутая информация об объектах
10	Оценка предложений экспертами специальной профессиональной ориентации
11	Результаты оценки уровня технологической эксплуатационной надежности
12	Информация об оценочной системе
13	Данные о многокритериальной оценке транспортной системы экспертами
14	Результаты ранжирования объектов оценки по уровню технологической и эксплуатационной надежности
15	Разделение экспертов на группы по согласованности экспертных оценок
16	Данные результирующих оценок транспортной системы каждой группой экспертов
17	Данные содержательного анализа результатов экспертизы
18	Экспертные заключения и другие выходные материалы

## Структурная схема базы данных автоматизированной системы экспертной оценки

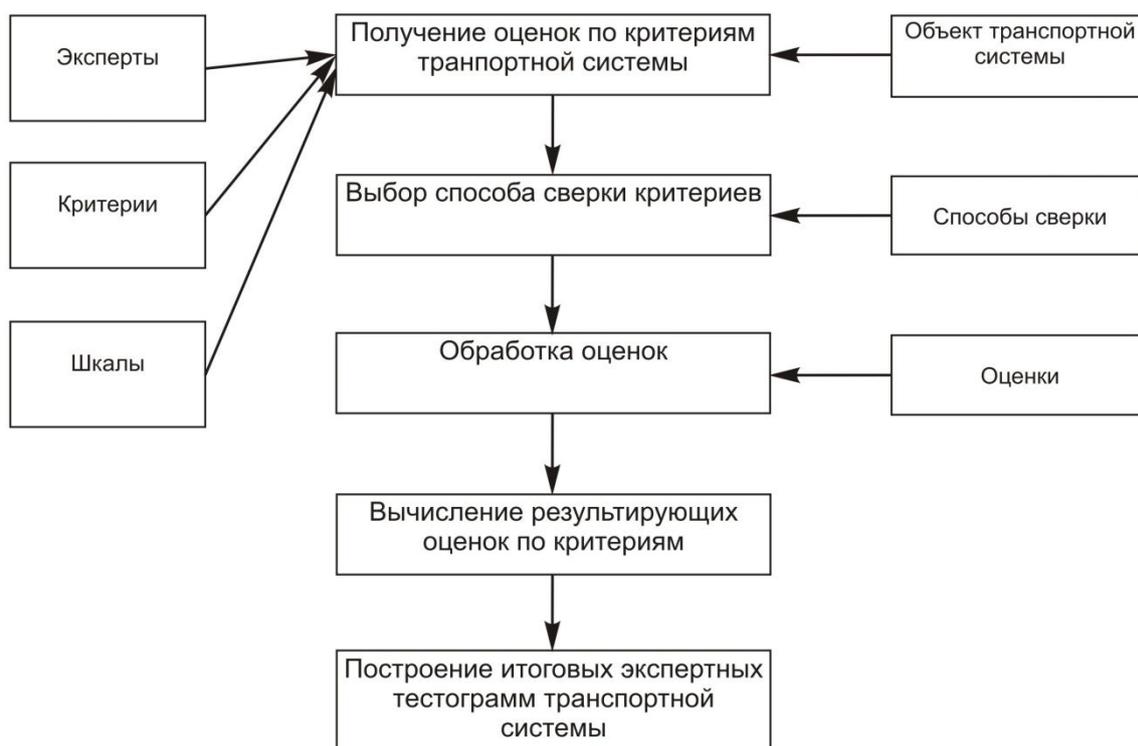


Рис.5. Подсистема получения и обработки оценок.

Применение автоматизированных систем экспертной оценки позволит обрабатывать значительные по объему наборы параметров и объектов, привлекать одновременно несколько экспертов по отдельным аспектам безопасности, давать сверки полученных результатов в виде итоговых оценок и рейтингов по объектам, выявляя слабые места и направления. Результаты оценки интегральной безопасности на железных дорогах и в их подразделениях применимы для осуществления текущего контроля, и для выстраивания долгосрочных концепций развития железнодорожных сетей.

**Вывод**

Безопасность движения на железной дороге снизится, если будет развиваться комплексно новые системы автоматики и повышение уровня знаний, навыков работников, только тогда, можно будет добиться положительных результатов, снизить остроту проблемы «человеческого фактора» и, тем самым, повысить уровень обслуживания пассажиров и грузов.

**Список литературных источников**

1. Соболев П.А. Роль психологического фактора в повышении безопасности труда на железнодорожном транспорте / П.А. Соболев, И.С. Чернявская, В.Е. Кравченко. // Залізничний транспорт України, №2, 2007. - с. 50-52.
2. Соколов А.И. На повестке дня человеческий фактор / А.И. Соколов, В.Н. Самсонкин // Залізничний транспорт України, №1 (4-5), 1998. - 29 с.
3. Климов С.Н. «Человеческий фактор» в зоне проблем обеспечения безопасности на железной дороге как основа транспортного бизнеса XXI века. / С.Н. Климов, Т.И. Леженкина. // Наука техника транспорта, №2, 2009. - 14-18 с.