

УДК 656.212(043.3)

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ БАЗОВОЙ ЧАСТИ УРОВНЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

О.В. Брусенцов, ассистент, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков

Аннотация. Рассматривается вопрос классификации состояний человека-оператора по уровню его функциональной надежности.

Ключевые слова: человек-оператор, классификация, функциональная надежность, базовая часть.

ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ БАЗОВОЇ ЧАСТИНИ РІВНЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ НАДІЙНОСТІ ЛЮДИНИ-ОПЕРАТОРА

О.В. Брусенцов, ассистент, Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

Анотація. Розглядається питання класифікації станів людини-оператора за рівнем його функціональної надійності.

Ключові слова: людина-оператор, класифікація, функціональна надійність, базова частина.

PROBLEMS OF ASSESSING THE BASIC PART OF THE FUNCTIONAL RELIABILITY LEVEL OF HUMAN OPERATORS

**O. Brusnetsov, Teaching Assistant,
Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkiv**

Abstract. The classification issue of human operator states according to the level of his functional reliability has been considered.

Key words: human operator, classification, functional reliability, basic part.

Введение

В связи со стремительным развитием техники резко выросла доля работников операторского профиля и сегодня составляет до 90 % [1]. При этом также возросла и цена ошибки человека-оператора. По официальным данным, на сегодняшний день от 50 % до 90 % всех аварий и нарушений технологического процесса на производстве вызваны ошибками оператора.

Вероятность таких ошибок напрямую зависит от уровня профессиональной надежности человека, следовательно, её уровень необходимо контролировать.

Анализ публикаций

Известно, что профессиональная надежность – это сложное образование, состоящее из ряда качественно разнородных составляющих, и одной из главных является функциональная надежность (ФН) [2]. Она понимается как свойство функциональных систем организма человека-оператора, которое позволяет ему поддерживать работоспособность без срывов [3].

Цель и постановка задачи

Целью работы является классификация состояний человека-оператора по уровню его функциональной надежности.

Оценка уровня функциональной надежности человека-оператора

ФН также является сложным образованием и состоит из двух составляющих – базовой и текущей частей. Наиболее важной является базовая часть (БЧ), так как именно она определяет границы изменчивости текущей. В нее входят: биологический возраст (БВ) и уровень здоровья (УЗ).

В настоящее время контроль уровня ФН на железнодорожном транспорте производится только для работников локомотивных бригад в виде предрейсового медицинского осмотра. Назревшей является задача контроля БЧ ФН, который позволит существенно повысить качество прогноза уровня профессиональной надежности. При этом одной из сложнейших проблем является измерение, поскольку БЧ состоит из качественно разнородных составляющих. Практически стоит задачу большую выборку данных рассортировать таким образом, чтобы можно было различать группы составляющих по уровню БЧ ФН.

После анализа существующих подходов к классификации было выделено несколько основных методов, подходящих для этих целей, это:

- вероятностно-статистические (методы разделения смесей);
- нормативные;
- структурные (геометрические) методы;
- нейросетевые методы.

Поскольку задачи такого рода лучше решаются на конкретном массиве данных – был проведен эксперимент. Было проведено обследование группы железнодорожных операторов, это мужчины в возрасте 26 – 50 лет. Их обследовали по следующему набору методик:

1. Биологический возраст (BV).
2. Уровень физического состояния (FCL).
3. Характеристики сердечно-сосудистой системы
 - артериальное давление систолическое (ADS);
 - артериальное давление диастолическое (ADD);
 - пульс (Pulse).
4. Характеристики вариативности сердечного ритма:
 - среднее значение R-R интервала (VK_XRR);

- коэффициент вариации кардиоинтервалограммы (VK_Kvar);
 - VK_Lf_ms;
 - VK_Hf_ms;
 - VK_TP_ms;
 - LF/HF.
5. Характеристики психомоторных реакций
 - время сложной двигательной реакции (VSDR_Time);
 - коэффициент вариации времени сложной двигательной реакции (VSDR_Kvar);
 - время реакции на движущийся объект (RDO_Time);
 - коэффициент вариации времени реакции на движущийся объект (RDO_Kvar);
 - коэффициент билатеральной асимметрии (RDO_KBA);
 - коэффициент вариации билатеральной асимметрии (RDO_Kvar_kba);
 - коэффициент РДО (RDO_KRDO).
 6. Время выполнения теста «память» (Mem_time).
 7. Коэффициент вариации (Mem_Kvar) [4].

Была поставлена задача: на основании полученных данных классифицировать уровни БЧ ФН железнодорожных операторов.

Первым этапом решения задачи классификации является выбор меры близости между классифицируемыми объектами – метрики. Существует большое количество метрик, но нами была выбрана наиболее простая из них – Эвклидова, так как остальные не давали ощутимого эффекта при классификации.

Далее с помощью кластерного анализа было определено оптимальное количество классов. Исходя из анализа динамики изменения коэффициента слияния кластеров, оптимальным оказалось число 4.

Исходя из тех же исходных данных, была построена нейронная сеть. Это была сеть без учителя с несколькими входными слоями, несколькими скрытыми и одним выходным слоем, который будет показывать номер класса по уровню ФН.

Выводы

После анализа результатов пришли к выводу, что оба метода можно использовать для классификации человека-оператора по уровню его ФН. Однако у каждого из них есть свои достоинства и недостатки. Так, кла-

стерный анализ представляет собой более классический подход, он прост и одновременно достаточно точен, однако он может классифицировать только определенное количество наблюдений, не менее и не более определенного числа. Это обусловлено тем, что для классификации требуется построение ковариационной матрицы. Нейронные сети – намного более гибкий инструмент для классификации, однако на сегодняшний день нет четких и однозначных критериев оценки работы нейронной сети.

Анализ динамики коэффициента слияния показывает, что должное разбиение пространства исходных данных должно состоять из 2 – 8 кластеров. Отметим важный момент – все полученные классификации являются однородными в том смысле, что в каждый кластер (анализировались структуры из 2 – 10 кластеров) входит по меньшей мере 10 % объектов. Это свидетельствует о хорошей репрезентативности исходной выборки и об отсутствии резко выделяющихся (аномальных) объектов.

Литература

1. Янковский Ф.В. Новые технические средства обучения локомотивных бригад рациональным способам вождения поездов и действиям в нештатных и аварийных ситуациях, создающих угрозу безопасности движения / Ф.В. Янковский // Железнодорожный транспорт. Сер. «Безопасность движения». ОИ / ЦНИИТЭИ МПС. – 1991. – Вып. 2. – С. 10 – 12.
2. Брусенцов В.Г. Контроль функциональной надежности человека-оператора как средство повышения уровня безопасности производства / В.Г. Брусенцов, М.И. Ворожбян, О.В. Брусенцов // Безопаса людини у сучасних умовах: матеріали Міжнародної конференції НТУ «ХП». – Х., 2011. – С. 173 – 174.
3. Бодров В.А. Психология и надежность: человек в системах управления техникой / В.А. Бодров, В.Я. Орлов. – РАН. Ин-т психологии. – М., 1998. – 285 с.
4. Уровень здоровья работников локомотивных бригад Украины как предпосылка их профессиональной надежности. Коммунальное хозяйство городов / В.Г. Брусенцов, М.И. Ворожбян, О.В. Брусенцов и др. – Киев-Харьков: Основа, 2010. – 446 с.

Рецензент: Л.И. Нефедов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 30 июля 2012 г.
