

УДК:658.3:61:681.3

## ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД

**А.В. Гончаров, ассистент, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков**

*Аннотация.* Предлагается методика количественной оценки функционального состояния работников локомотивных бригад с целью снижения аварийности на железнодорожном транспорте. Применение методики позволит снизить производственный травматизм работников локомотивных бригад.

*Ключевые слова:* профессиональная надежность, функциональное состояние, работники локомотивных бригад.

## ОБ'ЄКТИВНА ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД

**А.В. Гончаров, асистент, Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків**

*Анотація.* Пропонується методика кількісної оцінки функціонального стану працівників локомотивних бригад з метою зниження аварійності на залізничному транспорті. Застосування методики дозволить знизити виробничий травматизм працівників локомотивних бригад.

*Ключові слова:* професійна надійність, функціональний стан, працівники локомотивних бригад.

## OBJECTIVE ASSESSMENT OF LOCOMOTIVE CREW FUNCTIONAL STATE

**A. Goncharov, Teaching Assistant,  
Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkiv**

*Abstract.* A method of assessing the functional state of locomotive crews in order to reduce accidents on railways has been proposed. The methods will enable to reduce occupational injuries of the locomotive crews.

*Key words:* professional reliability, functional state, locomotive crews.

### Введение

Снижение аварийности на железнодорожном транспорте – одна из ключевых проблем охраны труда. Железнодорожные аварии влекут за собой человеческие жертвы, экологические катастрофы, большой материальный ущерб. Согласно мировой статистике, от 50 до 95 % эксплуатационных ошибок совершается человеком-оператором. Работники локомотивных бригад (РЛБ) при авариях травмируются на рабочем месте, поэтому обеспечение их профессиональной надежности требует повышения эффективности контроля их функционального состояния (ФС)

как в процессе деятельности, так и на этапе допуска к работе.

Таким образом, контроль ФС РЛБ является одной из важнейших задач повышения безопасности их труда.

### Анализ публикаций

Число аварий в опасных сферах деятельности из-за ошибок человека составляет до 80% от всех причин [1, 2]. Из-за ошибок человека происходит 60 – 80 % всех аварий и несчастных случаев в промышленности и на транспорте [3].

Эта проблема остро стоит также перед железнодорожным транспортом. Например, в системе УЗ, по официальным данным, этот процент составил в 2006 – 2007 г.г. 80 % – 84 % [4].

Таким образом, для снижения аварийности и производственного травматизма РЛБ целесообразно контролировать их профессиональную надежность, а этого, в свою очередь, можно достичь путем контроля их ФС.

**Цель и постановка задачи**

Целью работы является разработка новых методов и средств контроля текущего функционального состояния работников локомотивных бригад для снижения аварийности на железнодорожном транспорте путем повышения надежности их деятельности.

**Изложение основного материала**

Для объективной количественной оценки ФС РЛБ организм человека рассматривается как иерархическая система автоматического регулирования, состоящая из двух уровней – физиологического и уровня высшей нервной деятельности. Разработан интегральный показатель функционального состояния (ИПФС), вычисляемый по формуле

$$d = \sqrt{(1 - F_1) \times (1 - F_2^{yt})}, \quad (1)$$

где  $F_1$  и  $F_2^{yt}$  – оценки состояния физиологического уровня и уровня высшей нервной деятельности соответственно.

$$F_1 = \frac{k_1 - 50}{70} \times 0,1421 + \left| \log_2 \frac{k_2}{0,06} \right| \times 0,1340 + \frac{|k_3 - 3466|}{1018} \times 0,0839 + \frac{k_4 - 0,64}{1,86} \times 0,2313 + |\lg k_5 - 2| \times 0,1185 + \frac{1 - k_6}{0,474} \times 0,1126 + \frac{k_7 - 20}{40} \times 0,1777, \quad (2)$$

где  $k_1$  – среднее значение частоты сердечных сокращений, 1/мин;  $k_2$  – коэффициент вариации значений R-R интервалов;  $k_3$  – общая мощность сигнала сердечного ритма,  $мс^2$ ;

$k_4$  – отношение мощности сигнала сердечного ритма в низкочастотной области к мощности в высокочастотной области;  $k_5$  – среднее значение активного сопротивления кожи правой руки, кОм;  $k_6$  – уровень физического состояния [5];  $k_7$  – биологический возраст, лет [6].

$$F_2^{ym} = \begin{cases} \frac{n_1 - 200 + \Pi \cdot n_2}{800}, & 0 < F_2 < 1 \\ 0, & F_2 \leq 0 \\ 1, & F_2 \geq 1 \end{cases}, \quad (3)$$

где  $n_1$  – время сложной зрительно-моторной реакции, мс;  $n_2$  – количество ошибочных реакций;  $\Pi$  – временная цена ошибки, мс.

Для практической реализации данной модели создан микропроцессорный комплекс «Гамма» [7], состоящий из аппаратной и программной частей. Структура аппаратной части показана на рисунке 1.

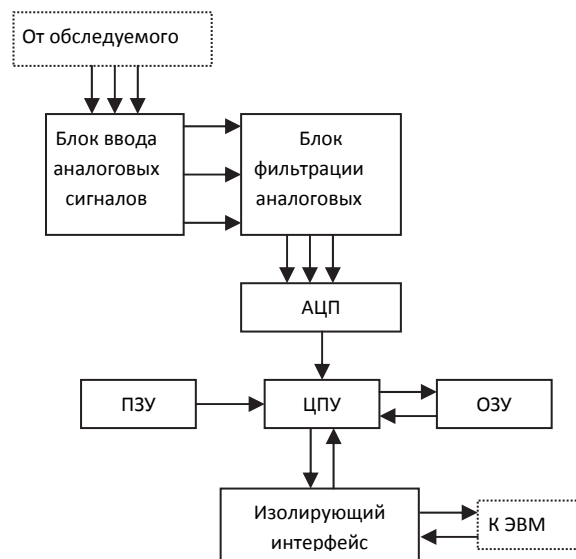


Рис. 1. Структурная схема микроконтроллера

Аппаратная часть предназначена для съема сигналов с обследуемого, их преобразования и передачи для дальнейшей обработки в персональный компьютер. Программная часть обеспечивает реализацию методик обследования, расчет всех показателей и вывод результатов в графической форме в реальном времени. Ее структура показана на рисунке 2.

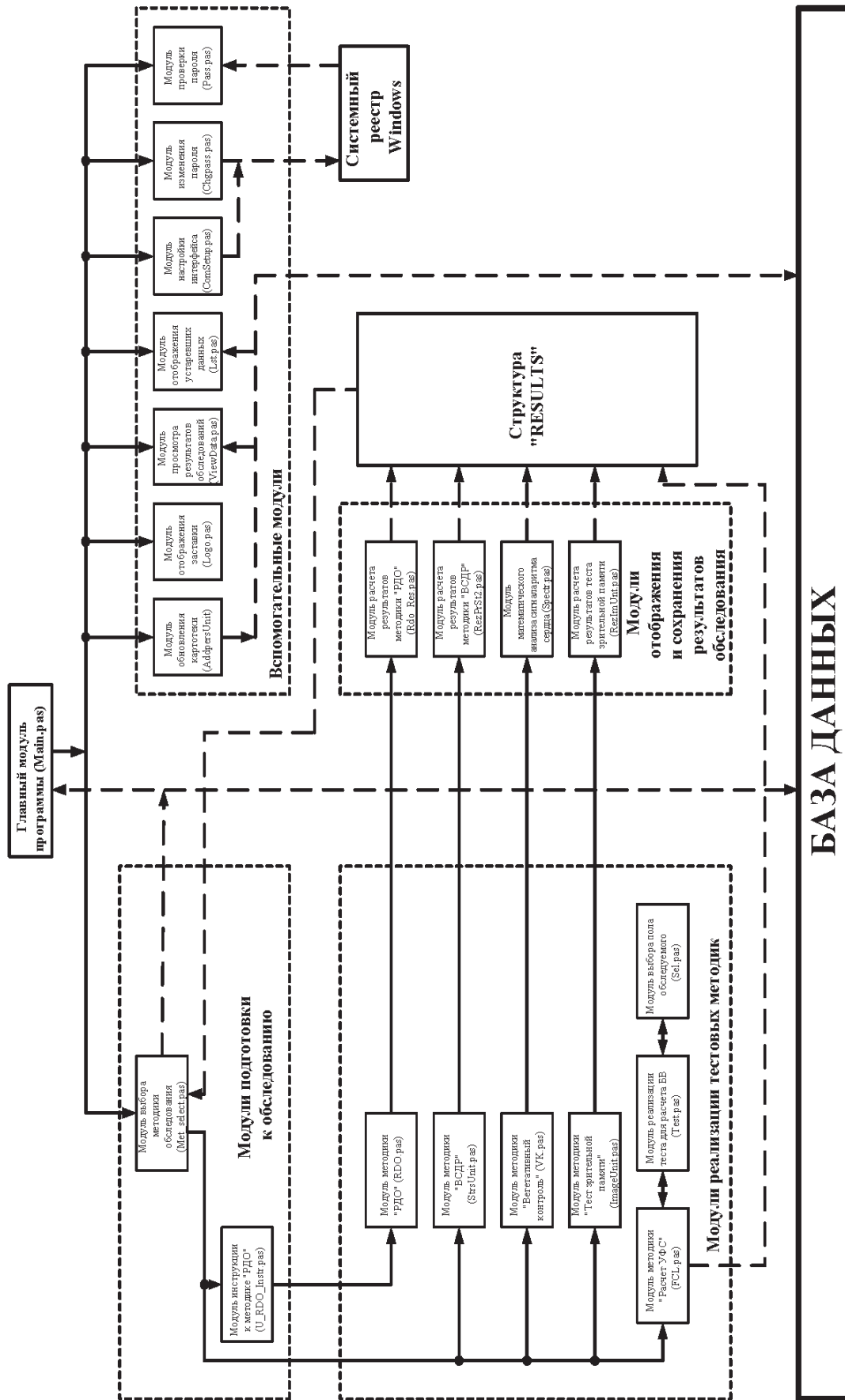


Рис. 2. Структурная схема программного продукта

Для мониторинга ФС РЛБ данные по каждому обследованию вносятся в базу, что позволяет медицинскому работнику, проводящему обследование, отслеживать динамику изменения как ФС в целом, так и значений отдельных показателей.

Для проверки возможности использования ИПФС в качестве критерия оценки ФС РЛБ было обследовано 124 РЛБ, выходящих в рейс и 74 РЛБ, вернувшихся из рейса. Распределения значений ИПФС в группах «до работы» и «после работы» характеризуются значениями: до работы  $\bar{d} = 0,510$ ,  $\sigma_d = 0,162$ , после работы  $\bar{d} = 0,426$ ,  $\sigma_d = 0,164$ . Анализ значимости различий по t-критерию Стьюдента показал, что эти различия статистически значимы ( $t = 3,722$ ,  $p = 0,01$ ). Расчет проводился с помощью программы «Statistica 6». Разработанный показатель позволяет выявлять РЛБ в неудовлетворительном ФС.

### Выводы

Используемые в настоящее время методы предрейсового контроля ФС РЛБ не позволяют достоверно и надежно выявлять РЛБ в неудовлетворительном ФС.

Разработанный комплекс «Гамма» позволяет реализовать новую усовершенствованную методику предрейсового контроля ФС РЛБ.

ИПФС может быть использован в качестве критерия для объективной количественной оценки ФС РЛБ.

### Литература

1. Hollnagel E. Human Reliability Analysis: Context and Control. Academic / E. Hollnagel. – London. 1993. – 156 p.
2. Reason J. A systems approach to organizational error / J. Reason // Ergonomics. – 1995. – Vol. 38, № 8. – P. 1708 – 1721.
3. O'Hare D. Cognitive failure analysis for aircraft accident investigation / D. O'Hare, M. Wiggins, R. Batte, D. Morrison // Ergonomics. – 1994. – Vol. 37, № 11. – P. 1855 – 1869.
4. Анализ состояния безопасности движения на железных дорогах Украины в 2007 году / В. Гусь, М. Кутняк, В. Крот. – К.: УАЗТ, 2008. 234 с.
5. Пирогова Е. А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека / Е.А. Пирогова, Л.Я. Иващенко, Н.П. Страпко. – К.: Здоров'я, 1986. – 152 с.
6. Номограммы для определения некоторых интегральных показателей биологического возраста и профессионального здоровья / В.А. Пономаренко, Г.П. Ступаков, В.С. Тихончук. – М.: ВЦ АН СССР, 1991. – 52 с.
7. Брусенцов В. Г. Комп'ютерний комплекс контролю психофізіологічного стану локомотивних бригад / В.Г. Брусенцов, А.В. Гончаров // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2001. – №5. – С. 115 – 117.

Рецензент: А.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 22 августа 2012 г.