

Разработка психофизиологических методов оценки функционального состояния работников локомотивных бригад (РЛБ) при различных видах движения с учётом сменного графика работы

А.С. Кремез, ЗАО «НЕЙРОКОМ», Москва

В.Е. Андреев, ООО ПО «НЕЙРОКОМ-ЭЛЕКТРОНТРАНС», Москва

В.В. Бонч-Бруевич, ООО ПО «НЕЙРОКОМ-ЭЛЕКТРОНТРАНС», Москва

Аннотация

В докладе содержатся материалы, представляющие собой результаты анализа натурных исследований функционального состояния (ФС) работников локомотивных бригад (РЛБ) с помощью аппаратно-программного комплекса УПДК-МК, оснащённого программным обеспечением с разработанными тестами ГДНС и СПД (тестом «Готовность к действиям в нестандартной ситуации» и тестом «Оценка уровня самоконтроля последовательности действий»).

Проведён анализ полученных экспериментальных данных с целью определения эффективности разработанных тестов для определения особенностей динамики ФС РЛБ при работе в дневное и ночное время суток. Проведённый анализ показал, что с помощью разработанных тестов имеется возможность выявлять группу РЛБ (группу риска «Надёжность деятельности при сменной работе»), у которых сбой естественных биологических ритмов организма из-за чередования ночных и дневных рабочих смен сопровождается значимыми нарушениями функции внимания (сужением объёма, устойчивости, концентрации и распределения внимания), что в свою очередь сопровождается снижением уровня мыслительной деятельности в ночное время и может неблагоприятно повлиять на безопасность движения на железнодорожном транспорте.

Разработанные психофизиологические тесты ГДНС и СПД предназначены для оценки функционального состояния машинистов (РЛБ) в

рамках обследования «Динамический контроль функционального состояния РЛБ» и «Расширенное обследование РЛБ».

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время научными учреждениями ОАО РЖД проводятся научно-исследовательские работы, направленные на уменьшение рисков негативного влияния человеческого фактора на безопасность движения на железнодорожном транспорте, в том числе на разработку методов оценки функционального состояния РЛБ при работе в дневные и ночные смены.

Разработанные ЗАО «НЕЙРОКОМ» психодиагностические методики использовались для выявления особенностей динамики ФС РЛБ при работе в дневное и ночное время суток, что позволило определить количественные критерии оценки процесса снижения работоспособности РЛБ в ночные смены. Использование методик, обеспеченных количественными критериями оценки, позволяет своевременно выявлять РЛБ, у которых наблюдается опасное снижение психофизиологических показателей работоспособности и своевременно проводить с ними необходимые коррекционно-восстановительные мероприятия.

Результаты статистического анализа данных исследований ФС РЛБ при различных видах движения и сменного графика работы (с ночными сменами)

Для проведения статистического анализа результатов исследования функционального состояния РЛБ с помощью разработанных психофизиологических тестов СПД и ГДНС, были использованы собранные нами в ходе НИР данные обследования 225 машинистов и помощников машинистов.

Основные задачи анализа заключались в следующем:

1. Уточнение критериев определения группы риска «Надёжность деятельности» с помощью тестов СПД (определение тенденции к снижению работоспособности) и ГДНС (определение уровня готовности к действиям в нестандартной ситуации);
2. Сравнение прогностической эффективности оценки негативной динамики ФС РЛБ с помощью тестов СПД и ГДНС;
3. Определение особенностей функционального состояния РЛБ при работе в дневные и ночные смены;
4. Определение различий функционального состояния РЛБ в различных видах движения.

Тест «Оценка уровня самоконтроля последовательности действий» ориентирован на проверку сохранения высокого уровня внимания у РЛБ для обеспечения выполнения точных и своевременных стандартных управляющих действий. Тест СПД предназначен для выявления склонности РЛБ к нарушению последовательности и алгоритма стандартных управляющих действий.

В основу данного теста положена стимульная ситуация, воспроизводящая такую психологическую нагрузку на испытуемого, при которой на фоне монотонно действующих факторов ему приходится своевременно замечать (нагрузка на функцию внимания) стандартные ситуации, требующие оперативного осуществления однозначной регламентированной последовательности действий (нагрузка на функцию мышления). Согласно основным научным данным по анализу неблагоприятного влияния биоритмологической дезадаптации организма из-за систематического сдвига фаз ритма «сон – бодрствование» отмечаются нарушения функции внимания и снижение уровня мыслительной деятельности в ходе управления подвижным составом [2, 3].

Тест позволяет проверить подверженность машиниста нарушениям в последовательности привычных действий по управлению подвижным составом под влиянием нарушений функционального состояния по причине

неполного восстановления функций внимания и мышления. Оценка склонности к таким ошибкам деятельности определяется по показателям изменения скорости и точности реагирования на значимые сигналы.

В основу оценки результатов выполнения теста положена шкала выраженности тенденции к снижению работоспособности:

- «Тенденция к снижению работоспособности: **отсутствует**»,
- «Тенденция к снижению работоспособности: **интенсивная**».

Из литературы известно, что по мере роста утомления наблюдаются значительные изменения в протекании различных психических процессов, а именно - увеличение абсолютных и дифференциальных порогов чувствительности, снижение критической частоты слияния мельканий, возрастание яркости и длительности последовательных образов [3]. Основываясь на этих закономерностях, в ЗАО «НЕЙРОКОМ» разработан и успешно апробирован тест «Экспресс-проба функционального состояния» (ЭПФС). Данный тест был использован для валидации теста СПД. Коэффициент корреляции между результатами оценки функционального состояния РЛБ по тестам имеет значение 0,81 на уровне значимости $p=0,05$.

Тест «Определение уровня готовности к действиям в нестандартной ситуации» (ГДНС) ориентирован на проверку сохранности высокого уровня внимания у РЛБ для обеспечения достаточной продуктивности мыслительной деятельности в ситуации принятия решения при возникновении нештатной ситуации.

В основу данного теста положена стимульная ситуация, воспроизводящая такую психологическую нагрузку на испытуемого, при которой на фоне монотонно действующих факторов ему приходится своевременно замечать (нагрузка на функцию внимания) нестандартные ситуации и точно реагировать (нагрузка на функцию мышления) на них. Согласно основным научным данным по анализу неблагоприятного влияния биоритмологической дезадаптации организма из-за систематического сдвига фаз ритма «сон – бодрствование» непосредственно отмечаются нарушения

функции внимания и опосредованно, по причине снижения уровня мыслительной деятельности, ошибки в управлении подвижным составом [2]. Тест позволяет оценить изменение скорости и точности реагирования в ситуациях отклонения алгоритма действий от стандартного по причине неполного восстановления функций внимания и мышления.

В основу общей оценки результатов выполнения теста положена шкала выраженности готовности к действиям в нестандартной ситуации:

- «Готовность к действиям в нестандартной ситуации: **высокая**»,
- «Готовность к действиям в нестандартной ситуации: **низкая**».

Валидизация теста ГДНС была проведена по результатам выполнения теста ЭПФС. Коэффициент корреляции между результатами оценки функционального состояния РЛБ по тестам имеет значение 0,79 на уровне значимости $p=0,05$.

Как показали результаты статистического анализа собранных данных о психофизиологических показателях ФС РЛБ, каждый из разработанных тестов позволяет целенаправленно выявлять основные типы ошибок деятельности [1, 2, 3].

Определение особенностей функционального состояния РЛБ при работе в дневные и ночные смены

Для определения особенностей функционального состояния РЛБ при работе в дневные и ночные смены были использованы психофизиологические данные, собранные в ТЧ-12 (депо «Александров» Московской железной дороги), ТЧ-25 (депо «Медвежья Гора» Октябрьской железной дороги (40 испытуемых)), ТЧЭ-6 (депо «Сортировочный», Горьковской железной дороги), Северо-Западной дирекции скоростного сообщения Октябрьской железной дороги.

Для проведения сравнения особенностей ФС машинистов при работе в ночное и дневное время суток была использована оценка как групповых, так и индивидуальных данных обследования РЛБ.

Полученные групповые (усреднённые) данные результатов обследований позволяют судить, что отрицательная динамика функционального состояния РЛБ по показателям работоспособности (тест СПД) и показателям готовности к действиям в нестандартной ситуации (тест ГДНС) при работе в ночное время превышает аналогичные показатели при работе в дневное время более чем в 1,1 – 1,5 раза (см. рис.1, 2, 4, 5).

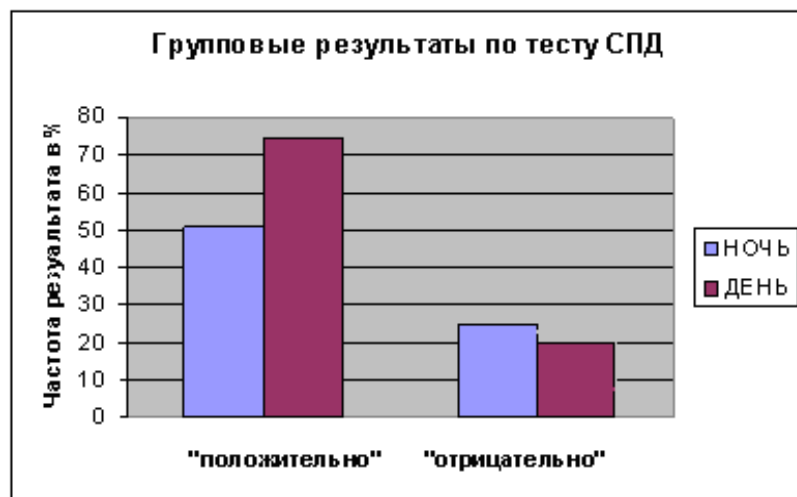


Рис.1. Групповые результаты оценки динамики ФС РЛБ МВПС по тесту СПД при ночной и дневной работе («Ночь – День»)

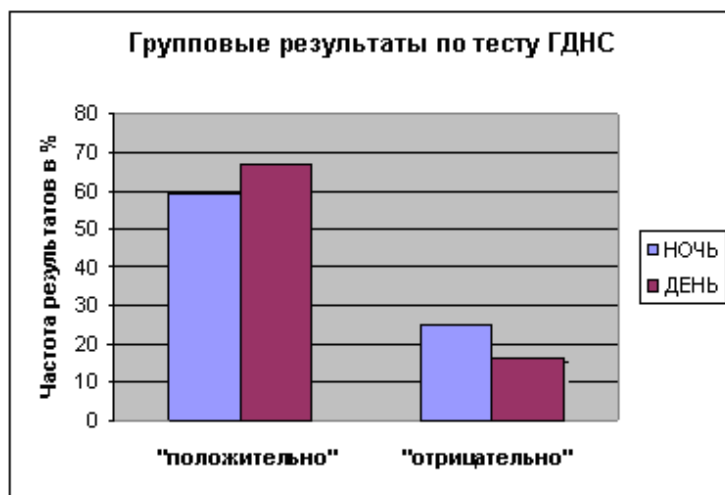


Рис.2. Групповые результаты оценки динамики ФС РЛБ МВПС по тесту ГДНС при ночной и дневной работе («Ночь – День»)

Использованный в качестве проверочного для оценки валидности разработанных тестов тест ЭПФС показал аналогичную динамику

функционального состояния РЛБ (см. рис.3, 6).

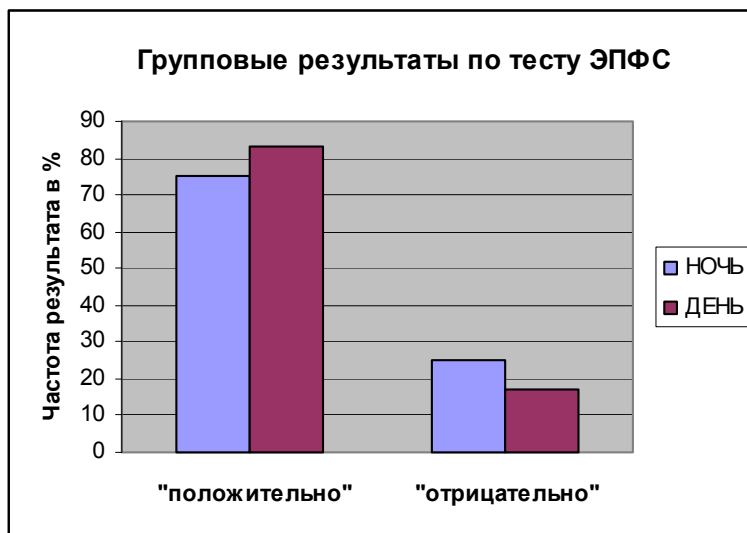


Рис.3. Групповые результаты оценки динамики ФС РЛБ МВПС по тесту ЭПФС при ночной и дневной работе («Ночь – День»)



Рис.4. Групповые результаты оценки динамики ФС РЛБ маневрового движения по тесту СПД при ночной и дневной работе («Ночь – День»)

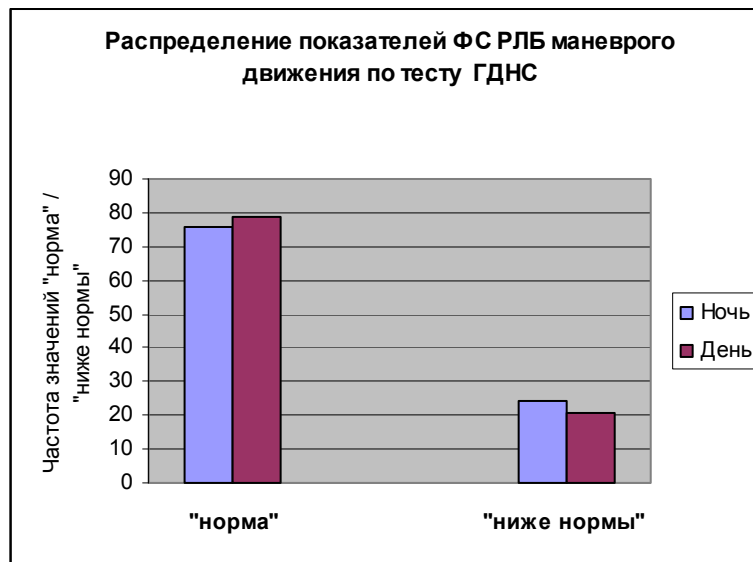


Рис.5. Групповые результаты оценки динамики ФС РЛБ маневрового движения по тесту ГДНС при ночной и дневной работе («Ночь – День»)

Использованный в качестве проверочного для оценки валидности разработанных тестов тест ЭПФС показал аналогичную динамику функционального состояния РЛБ (см. рис.6).

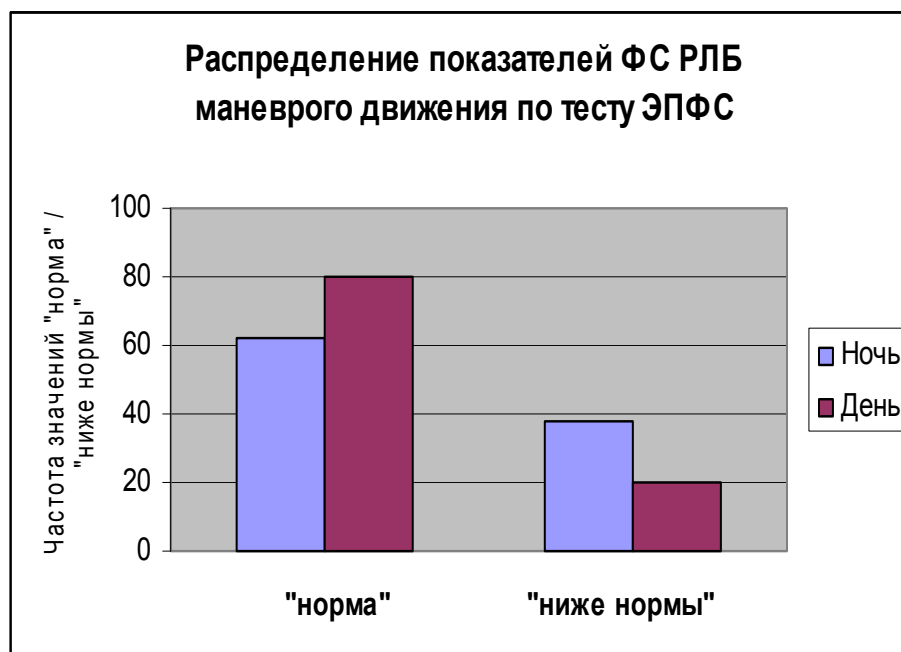


Рис.6. Групповые результаты оценки динамики ФС РЛБ маневрового движения по тесту ЭПФС при ночной и дневной работе («Ночь – День»)

Полученные индивидуальные данные результатов обследований (т.е. для машинистов, отработавших как ночную, так и дневную смены) позволяют судить, что отрицательная динамика их функционального состояния по показателям работоспособности (тест СПД) и показателям готовности к действиям в нестандартной ситуации (тест ГДНС) при работе в ночное время превышает аналогичные показатели при работе в дневное время более чем в 1,2 – 1,9 раза. Полученные групповые (усреднённые) и индивидуальные данные результатов обследований РЛБ различных видов движения позволяют сделать вывод, что отрицательные показатели функционального состояния РЛБ по тесту СПД (по показателям работоспособности) и по тесту ГДНС (по показателям готовности к действиям в нестандартной ситуации) при работе в ночное время превышает аналогичные показатели при работе в дневное время в 1,2 – 1,9 раза.

Определение различий функционального состояния РЛБ в различных видах движения

В качестве показателя различия функционального состояния РЛБ в различных видах поездного движения был использован процент машинистов (помощников машинистов), попавших в группу риска «Надёжность деятельности при сменной работе». Для определения принадлежности к группе риска использовались результаты прохождения трех тестов: ЭПФС, СПД, ГДНС. Группа риска присваивалась машинистам при получении двух и более результатов «ниже нормы» по трём проведённым тестам. Помимо результатов тестов были использованы показатели трудовой деятельности машинистов (браки в работе).

Результаты проведённого сравнения процента РЛБ в группе риска в различных видах движения представлены в таблице №1.

Сравнительная таблица процента РЛБ, попадающих в группу риска
«Надёжность деятельности при сменной работе», с учётом вида движения

№ п/п	Вид движения	Группа риска «Надёжность деятельности при сменной работе», %
1	Пригородное движение	14,3
2	Магистральное пассажирское	9,2
3	Магистральное грузовое	13,7
4	Маневровое	8,7
5	Высокоскоростное	6,5
6	Пассажирское движение без помощника	10,3

Наибольший процент РЛБ, попавших в группу риска «Надёжность деятельности при сменной работе» была выявлена в пригородном и магистральном грузовом движении.

**Выводы по результатам натурных испытаний разработанных
психофизиологических методов оценки динамики ФС РЛБ при работе
в дневные и ночные смены**

1. Оценка эффективности разработанных тестов для оценки влияния условий работы (ночное или дневное время суток) на состояние работоспособности РЛБ (по психофизиологическим показателям скорости и точности действий, сигнализирующих об ухудшении показателей внимания и снижении скорости мыслительной деятельности [2]) показала, что разработанные тесты позволяют выявлять различные по своей специфике типы ошибок деятельности. В связи с этим представляется целесообразным включить оба теста в процедуру динамического контроля ФС РЛБ.

2. Полученные групповые (усреднённые) и индивидуальные психофизиологические данные результатов обследований позволяют судить, что снижение уровня функционального состояния РЛБ по показателям работоспособности (тест СПД) и показателям готовности к действиям в нестандартной ситуации (тест ГДНС) при работе в ночное время превышает аналогичные показатели при работе в дневное время в 1,1 – 1,9 раза.

3. Наибольшее значение процентной принадлежности РЛБ к группе риска «Надёжность деятельности при сменной работе» была выявлена в ходе проведённых обследований в пригородном и магистральном грузовом движении.

4. Разработанные психодиагностические методики позволяют своевременно выявлять тех РЛБ, у которых наблюдается опасное снижение психофизиологических показателей работоспособности и своевременно проводить с ними необходимые коррекционно-восстановительные мероприятия.

5. Разработанные тесты целесообразно использовать в процедуре динамического контроля функционального состояния РЛБ, а также при оценке эффективности проведенных коррекционно-восстановительных мероприятий.

Список использованных источников

1. Небылицын В. Д. Психофизиологические исследования индивидуальных различий. М.: Наука. 1976
2. Бодров В.А., Орлов В.Я., Психология надежности: человек в системах управления техникой. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998. – 288 с.
3. Леонова А.Б., Психодиагностика функциональных состояний человека. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 200с.