

УДК 159.9.072+159.9.078+612.821

## **АНАЛИЗ РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ ГРУППАМИ МАШИНИСТОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫМ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ И ЛИЧНОСТНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**



***Н. В. Щербина***

*старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», магистр технических наук*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь*

*E-mail: shcherbina@bsuir.by*

### ***Н. В. Щербина***

*Старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», магистр технических наук, «исследователь» в области технических наук. Проводит научные исследования в областях промышленной безопасности, эргономики, психологии и безопасности труда.*

**Аннотация:** Проведен анализ различий по психофизиологическим характеристикам между тремя группами машинистов и помощников машинистов локомотивных бригад Белорусской железной дороги с разной степенью способности к произвольной регуляции своего функционального состояния. В качестве диагностических инструментов использовались метод функционального биоуправления с биологической обратной связью (АПК NeuroDog, ЗАО «Нейроком», Российская Федерация) и данные психофизиологического обследования с использованием комплекса УПДК-МК для профессионального психофизиологического обследования и отбора работников железнодорожного транспорта (ЗАО «Нейроком», Российская Федерация).

**Ключевые слова:** биологическая обратная связь, электродермальная активность кожи, саморегуляция, выработка навыка релаксации, функциональное состояние, профессионально важные качества.

### ***Введение.***

Актуальность работы обусловлена важностью и актуальностью процесса расслабления как одного из условий качественного межрейсового отдыха машинистов и помощников машинистов локомотивных бригад (далее – машинистов), сохранения здоровья, охраны труда и поддержания «качественной» работоспособности машинистов на протяжении длительного времени. Проводится исследование по успешной выработке навыка релаксации у машинистов Белорусской железной дороги Республики Беларусь с использованием биологической обратной связи на основе электродермальной активности кожи. Выбранный метод адаптивного биологического управления с обратной связью является одним из совершенных приемов регуляции функционального состояния [1, 2]. Преимуществом является неинвазивность метода, отсутствие противопоказаний, индивидуальность и активное участие человека в оптимизации собственного функционального состояния. По результатам первой части исследования испытуемые были разделены на три группы, характеризующие степень успешной выработки навыка

релаксации: первая группа – успешные, вторая группа – менее успешные, третья группа – неуспешные [3]. В результате факторного анализа показано тринадцать факторов [4], которые отражают структуру успешной выработки навыка релаксации. Факторы представлены как психофизиологическими, так и личностными профессионально важными качествами машинистов и помощников машинистов локомотивных бригад.

Цель работы – оценить различие по психофизиологическим и личностным показателям между тремя группами машинистов.

#### **Материалы и методы.**

В качестве диагностических инструментов использовались метод функционального биоуправления с биологической обратной связью (АПК NeuroDog, ЗАО «Нейроком», Российская Федерация) и данные психофизиологического обследования с использованием комплекса УПДК-МК для профессионального психофизиологического обследования и отбора работников железнодорожного транспорта (ЗАО «Нейроком», Российская Федерация).

#### **Результаты.**

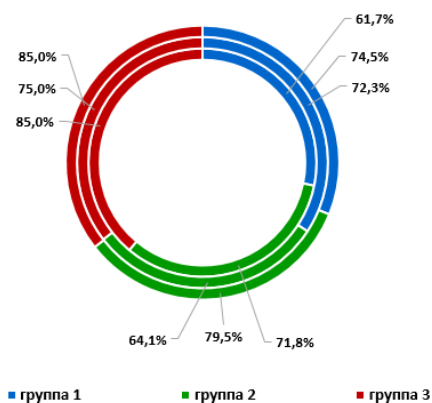
*Методика оценки бдительности.* Тест имеет прогностическое значение для оценки способности сохранять на достаточном уровне бдительность (не пропускать значимые сигналы) и экстренно реагировать при чередовании во время движения монотонных и оживленных участков пути.

При выполнении задания машинисту допускается совершить не более 6 неправильных нажатий; не более 4 пропусков сигналов с предупреждением; не более 3 пропусков сигналов без предупреждения. Среднее арифметическое значение времени реакции на сигналы без предупреждения не должно превышать 800 мс; допустимый уровень бдительности составляет не более 180 с. Бдительность рассчитывается как разность средних арифметических значений времени реакций на сигналы без предупреждений и с предупреждениями. Отметим, что в целом вся выборка испытуемых успешно справилась с выполнением заданий данной методики. Более 69,8 % всех испытуемых безошибочно выполнили задание, своевременно отреагировали на сигналы с предупреждением и без предупреждения (таблица 1). Подробная статистика по допущенным ошибкам в группах приведена на рисунке 1. Уровень бдительности у всех участников находится в пределах допустимого (не более 180 мс). При этом испытуемые первой группы быстрее реагируют на сигналы без предупреждения и с предупреждением в отличие от испытуемых второй и третьей групп.

Таблица 1. Статистика выполненных заданий без совершения ошибок

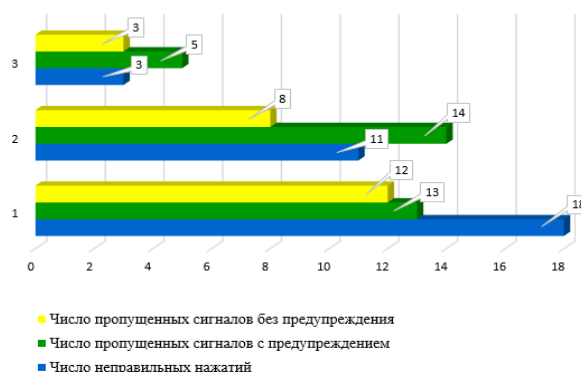
Параметр	Процент от общего количества испытуемых в выборке			Всего по выборке
	1	2	3	
<b>Задания, выполненные без совершения ошибок</b>				
Объем правильных нажатий	61,7%	71,8%	85,0%	69,8%
Объем не пропущенных сигналов с предупреждением	72,3%	64,1%	75,0%	69,8%
Объем не пропущенных сигналов без предупреждения	74,5%	79,5%	85,0%	78,3%
<b>Задания, выполненные с совершением ошибок</b>				
Объем неправильных нажатий	38,3%	28,2%	15,0%	30,2%
Объем пропущенных сигналов с предупреждением	27,7%	35,9%	25,0%	30,2%
Объем пропущенных сигналов без предупреждения	25,5%	20,5%	15,0%	21,7%

Статистика безошибочно выполненных заданий в группах



а)

Статистика неправильных нажатий и пропущенных сигналов в группах, чел



б)

Рисунок 1. Диаграмма статистических данных по результатам выполнения заданий на оценку бдительности: а) статистика: внутренний круг – объем правильных нажатий; средний круг – объем правильных нажатий с предупреждением; внешний круг – объем правильных нажатий без предупреждения; б) статистика по пропущенным и ошибочным сигналам

*Оценка переключения внимания и эмоциональной устойчивости (помехоустойчивости).* Данная методика позволяет оценить скорость переключения внимания с одного объекта на другой и обратно, удерживая информацию о состоянии предыдущего объекта внимания. В методике используют красно-черные таблицы Горбова-Шульте; 25 черных и 25 красных чисел. В первом задании испытуемому нужно отыскать все черные числа в порядке возрастания. Допустимое время выполнения первого задания – не более 90 с. Допускается использовать две попытки (при условии замены таблицы), если время выполнения первого задания при повторном выполнении более 90 с, то данные считаются неудовлетворительными. Во втором задании необходимо отыскать все красные числа в порядке убывания. Допустимое время выполнения второго задания – не более 90 с. Также допускается использовать две попытки (при условии замены таблицы), если время выполнения второго задания при повторном выполнении более 90 с, то данные считаются неудовлетворительными. Для машинистов и помощников машинистов локомотивных бригад суммарное время выполнения первого и второго задания не должно превышать 150 с, в противном случае данные считаются неудовлетворительными. В третьем задании нужно попеременно отыскать черные (в порядке возрастания) и красные (в порядке убывания) числа. Допустимое время выполнения третьего задания – не более 280 с. Также допускается использовать две попытки (при условии замены таблицы), если время выполнения второго задания при повторном выполнении более 280 с и/или не доведено до конца, выполнено с грубыми ошибками (смена направления одного ряда, обоих рядов, смена цвета ряда, не исправленные испытуемым до конца выполнения задания), то данные считаются неудовлетворительными. Четвертое задание направлено на оценку помехоустойчивости. Данное задание повторяет требования к третьему заданию и сопровождается сбивающими звуковыми помехами. Задача испытуемого – не отвлекаться на помехи, не останавливаться, продолжать работу и довести задание до конца. Допустимое время выполнения четвертого задания – не более 380 с, в противном случае данные считаются неудовлетворительными.

Максимально допустимое количество других ошибок при выполнении всех трех заданий (пропуск очередного числа, повторное нажатие, возврат к предыдущим числам, несоблюдение порядка чередования цвета) – 7.

Индивидуальный показатель скорости переключения внимания оценивается по соотношению между фактическим и нормативным показателями и не должен его превышать. Нормативный показатель скорости переключения внимания для машинистов и помощников машинистов локомотивных бригад составляет 130 с.

Показатель эмоциональной устойчивости (помехоустойчивости) рассчитывается как разница во времени, затраченном на выполнение задания с помехами (задание № 4) и без помех (задание № 3). Индивидуальный показатель скорости помехоустойчивости для машинистов и помощников машинистов локомотивных бригад не должен превышать нормативный показатель помехоустойчивости – 100 с. При превышении нормативного значения данные считаются неудовлетворительными.

Максимально допустимое количество других ошибок при выполнении четвертого задания (пропуск очередного числа, повторное нажатие, возврат к предыдущим числам, несоблюдение порядка чередования цвета) – 7.

На рисунках 2-3 представлены диаграммы статистики параметров оценки переключения внимания. Значения параметров методик оценки переключения внимания и эмоциональной устойчивости (помехоустойчивости) находятся в пределах нормативных значений. Однако можно отметить незначительное отличие испытуемых первой группы от второй и третьей при выполнении заданий методики – оценка переключения внимания. Испытуемые первой группы быстрее выполнили первое задание: на 4,6 с быстрее, чем испытуемые второй группы и на 2,81 с быстрее, чем испытуемые третьей группы (рисунок 2). Время выполнения второго задания испытуемыми первой группы также лучше по сравнению с данными времени выполнения задания второй и третьей групп. Разница во времени – на 2,48 с быстрее, чем испытуемые второй группы и на 2,53 с быстрее, чем испытуемые третьей группы.



Рисунок 2. Диаграмма статистических данных параметров оценки переключения внимания

При максимально допустимом значении количества ошибок – 7, некоторые испытуемые выборки допустили максимум по 3 ошибки. При этом 83,96 % испытуемых всей выборки выполнили задания № 1-3 без ошибок, результаты статистик приведены в

таблице 2 и на рисунке 3а. При максимально допустимом значении количества ошибок – 7, некоторые испытуемые выборки допустили максимум по 4 ошибки. При этом большая часть испытуемых 86,79 % всей выборки выполнили задание № 4 без ошибок, результаты статистик и процент безошибочного выполнения задания по группам приведены на рис. 3а. Подробная статистика ошибок, допущенных при выполнении заданий методики – переключение внимания приведена в таблице 2 и на рисунке 3б.

Таблица 2. Статистики совершенных ошибок при оценке переключения внимания

Количество ошибок	Кол-во испытуемых по выборке / процент от общего кол-ва испытуемых в выборке							
	группа 1		группа 2		группа 3		вся выборка	
	47 чел	100%	39 чел	100%	20 чел	100%	106 чел	100%
без ошибок	40	85,11	34	87,18	15	75	89	83,96
1 ошибка	3	6,38	2	5,13	2	10	7	6,6
2 ошибки	3	6,38	3	7,69	1	5	7	6,6

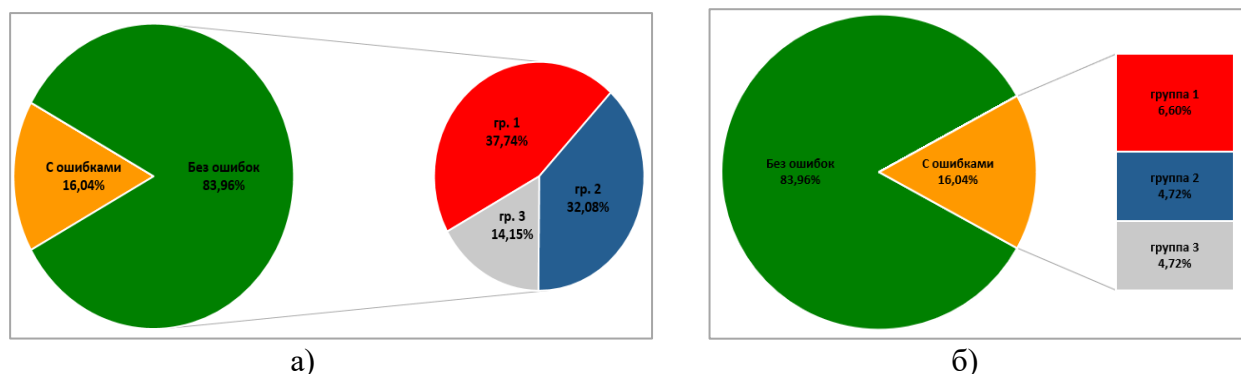


Рисунок 3. Диаграмма статистик выполнения заданий методики – оценка переключения внимания: а) без ошибок и б) с ошибками

Анализируя результаты испытуемых после проведения методики – эмоциональная устойчивость (помехоустойчивость) (рисунок 4) отметим тот факт, что испытуемые первой группы быстрее выполнили четвертое задание: на 22,86 с быстрее, чем испытуемые второй группы и на 16,17 с быстрее, чем испытуемые третьей группы.

*Корректирующая проба.* Данная методика предназначена для оценки концентрации и устойчивости внимания испытуемого. Тест имеет прогностическое значение для оценки способности испытуемого концентрировать и удерживать свое внимание на основной задаче деятельности. Испытуемый получает бланк с различными буквами и ему предлагается вычеркнуть в каждой строчке все встречающиеся буквы, которые стоят первыми в данной строке. Через минуту подается команда отметить чертой просмотренные знаки. Продолжительность теста 5 минут. Объем внимания оценивается по количеству просмотренных букв, концентрация – по количеству сделанных ошибок. Норма объема внимания – 850 знаков и выше, концентрация внимания – 5 ошибок и менее.

По средним значениям концентрация внимания находится в пределах нормы, но при более детальном рассмотрении групп отметим следующие наблюдения: 18,87 % испытуемых всей выборки справились с заданием не допустив ошибок. Эта часть испытуемых способна концентрировать и удерживать свое внимание на основной задаче. В эти 18,87 % вошли 29,79 % испытуемых первой группы и 15,38 % испытуемых второй группы (рисунок 5а). Согласно данной методике при выполнении которой допускается совершить 5 ошибок включительно (в зависимости от тяжести ошибки минусуется

количество отмеченных знаков при выполнении корректурной пробы) 75,47 % испытуемых всей выборки допустили до 5 ошибок включительно при выполнении задания оценки объема внимания.



Рисунок 4. Диаграмма статистических данных параметров оценки эмоциональной устойчивости (помехоустойчивости)

Данная часть испытуемых способна концентрировать и удерживать свое внимание на основной задаче, но при этом возможны ошибочные действия. В эти 75,47 % вошли испытуемые следующих групп: 63,83 % – первой группы, 84,62 % – второй группы и 85 % – третьей группы. Кроме этого, отметим, что 5,66 % всех испытуемых допустили более 5 ошибок, что превышает нормативное значение. Процент в группах распределился следующим образом: 6,38 % испытуемых первой группы и 15 % испытуемых в третьей группе.

*Объем внимания.* Тест предназначен для оценки объема внимания. Тест имеет прогностическое значение для оценки способности машиниста, работая на железнодорожных станциях в условиях большого количества сигналов, выделять из них группы значимых для него сигналов. Для изучения объема внимания использовались карточки: на клетчатом фоне, размером четыре на четыре, определенным образом расположены точки. Задача испытуемого – повторить фигуру. Критерием выполнения служит количество правильно воспроизведенных знаков на двух любых карточках, содержащих максимальных результат испытуемого.

На рисунке 5б приведена диаграмма статистик процентного соотношения в группах количества правильно воспроизведенных по памяти символов. Испытуемые всех групп показали высокие результаты (рисунок 5б), т.е. в условиях большого количества сигналов они способны выделять значимые сигналы.

Анализируя успешность по группам можно отметить следующее (рисунок 5б): максимальное количество правильно воспроизведенных символов по всей выборке составило 17 символов, что почти в два раза превышает установленную норму в 10 символов. Так 47,17 % всех испытуемых воспроизвели 17 символов, из них 46,81 % испытуемых первой группы; 48,72 % испытуемых второй группы и 45 % испытуемых третьей группы. Правильно воспроизведенных 16 символов выполнили 24,53 % всех испытуемых, из них 27,66 % испытуемых первой группы; 20,51 % испытуемых второй группы и 25 % испытуемых третьей группы. Правильно воспроизведенных 15 символов выполнили 13,21 % всех испытуемых, из них 6,38 % испытуемых первой группы; 23,08 %



испытуемых второй группы и 10 % испытуемых третьей группы. Правильно воспроизведенных 14 символов выполнили 11,32 % всех испытуемых, из них 14,89 % испытуемых первой группы; 7,69 % испытуемых второй группы и 10 % испытуемых третьей группы. Правильно воспроизведенных 13 символов выполнили 2,83 % всех испытуемых, из них 4,26 % испытуемых первой группы и 5 % испытуемых третьей группы. И менее 10 символов, что является ниже нормы, правильно воспроизвели лишь 0,94 % всей выборки (1 человек третьей группы).



Рисунок 5. Диаграмма статистик: а) количества допущенных ошибок при оценке концентрации внимания (корректирующая проба) и б) количества правильно воспроизведенных символов при оценке объема внимания

*Оценка динамического контроля функционального состояния – простая двигательная реакция.* Тест предназначен для оценки скорости зрительно-моторной реакции испытуемого на предъявление светового сигнала (скорости процессов возбуждения нервной системы, свойства реактивности). Тест имеет прогностическое значение для оценки способности испытуемого достаточно быстро реагировать на появление значимого сигнала. Граничное значение среднего значения показателя времени простой двигательной реакции составляет 360 мс. Среднее время по группам не превышает 360 мс и составляет  $288,49 \div 294,05$  мс. Среднеквадратичное отклонение времени простой двигательной реакции изменяется в пределах  $46,05 \div 56,79$  мс.

*Оценка динамического контроля функционального состояния – сложная двигательная реакция.* Тест предназначен для оценки времени реакции испытуемого в ситуации принятия решения по выбору кнопки реагирования. Тест имеет прогностическое значение для оценки адекватности реагирования испытуемого в ситуации, требующей быстрых и точных действий в меняющейся обстановке. Среднее время по группам составляет  $496,19 \div 506,3$  мс. Среднеквадратическое отклонение изменяется в пределах  $111,74 \div 123,49$  мс.

#### **Заключение.**

1. Уровень бдительность у всех участников трех групп находится в пределах допустимого (не более 180 мс). Лучший показатель бдительности у испытуемых третьей группы ( $22,9 \pm 36,29$  мс), далее хороший результат показали испытуемые первой группы ( $29,57 \pm 34,17$  мс) и испытуемые второй группы ( $38,13 \pm 31,59$  мс). При этом испытуемые первой группы быстрее реагируют на сигналы без предупреждения (при норме 800 мс) ( $459,68 \pm 49,24$  мс) и с предупреждением ( $430,23 \pm 55,59$  мс) в отличие от испытуемых

второй ( $486,10 \pm 66,38$  мс) / ( $448,08 \pm 76,19$  мс) и третьей ( $483,90 \pm 68,16$  мс) / ( $461,00 \pm 79,5$  мс) групп соответственно.

2. Скорость переключения внимания у испытуемых первой группы выше (84 с), чем у испытуемых второй (89,49 с) и третьей (89,4 с) групп при норме 130 с.

3. Эмоциональная устойчивость (при норме 100 с) выше у испытуемых третьей группы ( $11,35 \pm 27,07$  с), чем у испытуемых первой ( $12,96 \pm 22,65$  с) и второй ( $14,82 \pm 26,56$  с) групп.

4. Объем внимания (воспроизведение фигуры по памяти, норма  $\geq 10$  символов) выше у испытуемых второй группы ( $16,1 \pm 1,02$  символа), чем у испытуемых первой ( $15,98 \pm 1,24$  символа) и третьей ( $15,55 \pm 2,35$  символа) групп.

5. Объем внимания (корректирующая проба, норма  $\geq 850$  знаков) выше у испытуемых третьей группы ( $1428 \pm 12$  знаков), чем у испытуемых первой ( $1402 \pm 235$  знака) и второй ( $1356 \pm 190$  знаков) групп.

6. Показатели простой и сложной двигательных реакций в группах находятся в пределах нормы и отличаются на  $1 \div 6$  мс.

#### **Список использованных источников**

[1] Гедранович Ю.А. Обзор и сравнительный анализ методов и систем для развития навыков релаксации. / Ю. А. Гедранович, В. В. Савченко, К.Д. Яшин, Н.В. Щербина // Журнал «Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики», 2016, № 1 (77), С. 62 – 69.

[2] Гедранович Ю.А. Обзор и сравнительный анализ методов и систем для развития навыков релаксации. / Ю.А. Гедранович, В.В. Савченко, К.Д. Яшин, Н.В. Щербина // Журнал «Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики», 2016, № 2 (78), С. 44 – 50.

[3] Щербина, Н. В. Исследование метода выработки навыка на релаксацию с биологической обратной связью по параметрам электродермальной активности / Н.В. Щербина, В.В. Савченко, К.Д. Яшин // Новости медико-биологических наук. - 2019. - № 1/2019. - Том 19. – С. 65-73.

[4] Щербина, Н. В. Регуляция функционального состояния машинистов локомотивных бригад с применением БОС-тренинга: факторный анализ экспериментальных данных. Доклады БГУИР. 2021; 19(4): 28-36.

## **ANALYSIS OF DIFFERENCES BETWEEN GROUPS OF ENGINE ENGINEERS OF LOCOMOTIVE BRIGADES ON PROFESSIONALLY IMPORTANT PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND PERSONAL INDICATORS**

***N.V.SHCHERBINA***

***Master of Engineering***

***Senior Lecturer, Department***

***of Engineering Psychology and Ergonomics,***

***Belarusian State University***

***of Informatics and Radioelectronics***

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*E-mail: shcherbina@bsuir.by*

#### **Abstract.**

An analysis of differences in psychophysiological characteristics between three groups of drivers and assistant drivers of locomotive brigades of Belarusian Railways with different degrees of ability to regulate their functional state arbitrarily was performed. As diagnostic tools the method of functional biocontrol with biofeedback (APC NeuroDog, "Neurocom", Russia) and the data of psychophysiological examination with the use of UPDK-MK complex for professional psychophysiological examination and selection of railway transport workers ("Neurocom", Russia) were used.

**Keywords:** biofeedback, electrodermal activity of the skin, self-regulation, development of relaxation skills, functional state, professionally important qualities.