



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2021-19-4-28-36>

Оригинальная статья  
Original paper

УДК 159.9.072+159.9.078+612.821

## РЕГУЛЯЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МАШИНИСТОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД С ПРИМЕНЕНИЕМ БОС-ТРЕНИНГА: ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Н.В. ЩЕРБИНА

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
(г. Минск, Республика Беларусь)*

*Поступила в редакцию 22 января 2021*

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2021

**Аннотация.** Используется биологическая обратная связь на основе электродермальной активности кожи как метод оптимизации функционального состояния машинистов и помощников машинистов локомотивных бригад. Качественный межрейсовый отдых машинистов локомотивных бригад обеспечивает сохранение здоровья, охрану труда и более высокие показатели профессионально важных психофизиологических качеств, необходимых для успешного выполнения деятельности по управлению локомотивом. Целью данной работы является определение характера зависимости между релаксационными способностями машинистов локомотивных бригад и их профессионально важными психофизиологическими и личностными качествами. Эксперимент проведен на базе кабинета психологической службы Моторвагонного депо города Минска. В качестве оборудования для БОС-тренинга был использован персональный компьютер и аппаратно-программный комплекс NeuroDog. Выполнен факторный анализ первичных эмпирических данных испытуемых, которые успешно выработали навык релаксации. Факторный анализ проведен с помощью метода главных компонент и метода Варимакс исходных в пакете Statistica 10.0. Результаты выполненного анализа позволили определить структуру психофизиологических и личностных качеств машинистов локомотивных бригад, а также степень их влияния на успешную выработку навыка релаксации. Полученные результаты в дальнейшем будут использованы для разработки методики обучения машинистов навыкам релаксации в соответствии с их индивидуальными характеристиками и алгоритмами ее реализации в контексте аппаратно-программного комплекса УПДК-МК, используемого психологической службой Белорусской железной дороги для мониторинга текущего состояния функциональных систем машинистов локомотивных бригад.

**Ключевые слова:** биологическая обратная связь, электродермальная активность кожи, саморегуляция, выработка навыка релаксации, функциональное состояние, факторный анализ.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

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

## REGULATION OF THE FUNCTIONAL STATE OF LOCOMOTIVE CREW DRIVERS USING BIOFEEDBACK TRAINING: FACTOR ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DATA

NATALIA V. SHCHERBINA

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

*Submitted 22 January 2021*

© Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2021

**Abstract.** Biofeedback based on electrodermal activity of the skin is used as a method for optimizing the functional state of drivers and assistant drivers of locomotive crews. High-quality inter-trip rest of locomotive crew drivers ensures the preservation of health, labor protection and higher indicators of professionally important psychophysiological qualities necessary for the successful performance of locomotive management activities. The purpose of this work is to determine the nature of the relationship between the relaxation abilities of locomotive crew drivers and their professionally important psychophysiological and personal qualities. The experiment was conducted on the basis of the office of the psychological service of the Motor Car depot in Minsk. A personal computer and the NeuroDog hardware and software complex were used as the equipment for the biofeedback training. A factor analysis of the primary empirical data of subjects who successfully developed the relaxation skill was performed. Factor analysis was carried out using the principal component method and the Varimax method available in the Statistica 10.0 package. The results of the analysis allowed us to determine the structure of psychophysiological and personal qualities of locomotive crew drivers, as well as the degree of their influence on the successful development of relaxation skills. The results obtained will later be used to develop a methodology for training drivers in relaxation skills in accordance with their individual characteristics and algorithms for its implementation in the context of the UPDK-MK hardware and software complex, used by the psychological service of the Belarusian railway to monitor the current state of functional systems of locomotive crew drivers.

**Keywords:** biofeedback, skin electrodermal activity, self-regulation, relaxation skill development, functional state, factor analysis.

**Conflict of interests.** The author declare no conflict of interests.

**For citation.** Shcherbina N.V. Regulation of the functional state of locomotive crew drivers using biofeedback training: factor analysis of experimental data. Doklady BGUIR. 2021; 19(4): 28-36.

### Введение

Изучение функционального состояния человека-оператора привлекает все большее внимание исследователей. Повышенный интерес проявляется к обучению человека управлению своим функциональным состоянием, поскольку в системе «человек – машина – среда» именно ошибка оператора нередко приводит к нарушению работоспособности системы или ее элементов (техники и человека), отказу системы, человеческим жертвам.

Проводится исследование по управлению функциональным состоянием машинистов и помощников машинистов локомотивных бригад (далее – машинистов локомотивных бригад) 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.

На базе кабинета психологической службы Моторвагонного депо г. Минска непосредственно во время периодических обязательных переосвидетельствований машинистов

(с использованием УПДК-МК<sup>1</sup>) в соответствии с утвержденным графиком проведено исследование по выработке навыка релаксации с использованием аппаратно-программного комплекса NeuroDog<sup>2</sup> (далее – АПК) [3]. Использование АПК NeuroDog позволяет оценить текущий уровень бодрствования испытуемого путем измерения электродермальной активности кожи (ЭДА) с помощью датчика регистрации. Изменения ЭДА отображаются для испытуемого анимированными ассоциативными изображениями с помощью «виртуального щенка», таким образом организовывая семантическую биологическую обратную связь (БОС).

Актуальность настоящей работы обусловлена важностью и актуальностью процесса расслабления как одного из условий качественного межрейсового отдыха машинистов локомотивных бригад, сохранения здоровья, охраны труда и поддержания «качественной» работоспособности машинистов на протяжении длительного времени. На функциональное состояние машинистов оказывают влияние неблагоприятные производственные факторы (шум, вибрация, психоэмоциональное напряжение, сменный график – работа в ночные смены); факторы окружающей обстановки, с которыми работники сталкиваются в нерабочее время, а также текущее физиологическое состояние и «тренды» психофизиологических функций. Бытовая неустроенность, коммуникативные проблемы, чередование ночных и дневных смен, отсутствие полноценного межсменного отдыха постепенно ухудшают психологическое состояние человека, что может привести к психологическому перенапряжению, эмоциональным срывам, развитию патологических изменений личности.

Цель работы – на основании полученных результатов исследования определить факторную модель, определяющую способность машинистов локомотивных бригад к успешной выработке навыка релаксации. Полагаем, что способность машинистов локомотивных бригад к успешной выработке навыка релаксации определяется профессионально важными психофизиологическими и личностными качествами.

### **Методика проведения исследования, факторный анализ эмпирических данных**

В исследовании приняли участие 106 машинистов локомотивных бригад Моторвагонного депо г. Минска в возрасте от 18 до 65 лет, средний возраст по выборке составил  $32 \pm 11,4$  года. Пол испытуемых – мужчины. Стаж работы участников эксперимента – в диапазоне от 1 до 36 полных лет. Средний по выборке стаж работы –  $8,7 \pm 8,1$  лет. Сеансы БОС-тренинга на выработку навыка релаксации осуществлялись с использованием АПК NeuroDog. Количество БОС-сеансов – 10. Продолжительность каждого сеанса – 15–20 мин. По результатам БОС-тренинга (по параметрам КГР) автор разбил испытуемых на три группы [3] (успешная, среднеуспешная, неуспешная). Факторный анализ выполнен для успешных групп.

Полученная база эмпирических данных УПДК-МК (данные периодических освидетельствований машинистов локомотивных бригад) и АПК NeuroDog (данные исследования по выработке навыка релаксации на примере машинистов локомотивных бригад) явилась исходным материалом для факторного анализа с использованием пакета Statistica 10.0.

Для решения поставленной задачи, для выделения факторов, используем метод главных компонент. Суть метода – коррелируемые между собой переменные объединяются в один фактор. Факторному анализу подвергнуты данные по отобранным переменным в количестве 64 признаков (данные УПДК-МК для успешных групп испытуемых, отобранных по результатам исследований на АПК NeuroDog) (табл. 1). Для вращения факторных нагрузок переменных был использован метод Варимакс исходных, цель которого в максимизации дисперсии (изменчивости) «новой» переменной (фактора) и минимизации разброса вокруг нее.

<sup>1</sup> Комплекс универсальный психодиагностический УПДК-МК для профессионального психофизиологического отбора работников локомотивных бригад, диспетчеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://neurocom.ru/ru2/rail/updk\\_mk\\_rail.html](http://neurocom.ru/ru2/rail/updk_mk_rail.html) – Дата доступа: 22.01.2021.

<sup>2</sup> Биоадаптивная игрушка NeuroDog. Руководство по эксплуатации (с приложением). – М.: ЗАО «Нейроком»; 2009: 36.

**Таблица 1.** Перечень переменных УПДК-МК, отобранных по результатам БОС-тренинга  
**Table 1.** List of UPDC-MC variables selected based on the results of the biofeedback training

№	Переменная Variable	Обозначение Designation
1	Число неправильных нажатий (методика оценки бдительности)	x1
2	Число пропущенных сигналов с предупреждением (оценка бдительности)	x2
3	Число пропущенных сигналов без предупреждения (оценка бдительности)	x3
4	Среднее время реакции на сигналы с предупреждением (оценка бдительности)	x4
5	Среднее время реакции на сигналы без предупреждения (оценка бдительности)	x5
6	Бдительность	x6
7	Время выполнения первого задания (оценка скорости переключения внимания)	x7
8	Время выполнения второго задания (оценка скорости переключения внимания)	x8
9	Время выполнения третьего задания (оценка скорости переключения внимания)	x9
10	Скорость переключения внимания	x10
11	Количество ошибок (оценка эмоциональной устойчивости)	x11
12	Время выполнения задания (оценка эмоциональной устойчивости)	x12
13	Эмоциональная устойчивость	x13
14	Количество ошибок (оценка объема внимания)	x14
15	Объем внимания, количество знаков (корректирующая проба)	x15
16	Концентрация, количество ошибок (корректирующая проба)	x16
17	Объем внимания, количество символов (воспроизведение фигуры по памяти)	x17
18	Среднее время простой двигатель. реакции (оценка скорости зритель.-мотор. реакции)	x18
19	Среднеквадратическое отклонение времени простой двигательной реакции	x19
20	Количество ошибок в простой двигательной реакции	x20
21	Среднее время сложной двигательной реакции	x21
22	Среднеквадратическое отклонение времени сложной двигательной реакции	x22
23	Количество ошибок в сложной двигательной реакции	x23
24	Среднее время реакции на движущийся объект	x24
25	Среднеквадратическое отклонение времени реакции на движущийся объект	x25
26	Сред. арифмет. чувство времени (оценка восприятия короткого интервала времени)	x26
27	Среднеквадратическое отклонение чувства времени	x27
28	Средняя критическая частота слияния световых мельканий	x28
29	Психологическое утомление (по цветовому тесту М. Люшера)	x29
30	Психологическое напряжение (по цветовому тесту М. Люшера)	x30
31	Тревожность (по цветовому тесту М. Люшера)	x31
32	Эмоциональный стресс (по цветовому тесту М. Люшера)	x32
33	Вегетативный коэффициент (по цветовому тесту М. Люшера)	x33
34	Суммарное отклонение от аутогенной нормы (по цветовому тесту М. Люшера)	x34
35	Доминирование реальный «Я» (межличностные отношения) (тест Т. Лири)	x35
36	Дружелюбие реальный «Я» (межличностные отношения) (тест Т. Лири)	x36
37	Доминирование идеальный «Я» (внутриличностные отношения) (тест Т. Лири)	x37
38	Дружелюбие идеальный «Я» (внутриличностные отношения) (тест Т. Лири)	x38
39	Фактор А: замкнутость-общительность (опросник Р. Кеттелла)	x39
40	Фактор В: конкретное-абстрактное мышление (опросник Р. Кеттелла)	x40
41	Фактор С: эмоциональная неустойчивость-стабильность (опросник Р. Кеттелла)	x41
42	Фактор Е: податливость-независимость (опросник Р. Кеттелла)	x42
43	Фактор F: сдержанность-экспрессивность (опросник Р. Кеттелла)	x43
44	Фактор G: низкая-высокая нормативность поведения (опросник Р. Кеттелла)	x44
45	Фактор H: робость-смелость (опросник Р. Кеттелла)	x45
46	Фактор I: реализм-чувствительность (опросник Р. Кеттелла)	x46
47	Фактор L: доверчивость-подозрительность (опросник Р. Кеттелла)	x47

Окончание таблицы 1

End of table 1

48	Фактор М: практичность-мечтательность (опросник Р. Кеттелла)	x48
49	Фактор N: прямолинейность-дипломатичность (опросник Р. Кеттелла)	x49
50	Фактор O: спокойная самоуверенность-склонность к чувству вины (Р. Кеттелла)	x50
51	Фактор Q1: консерватизм-радикализм (опросник Р. Кеттелла)	x51
52	Фактор Q2: зависимость от группы-самостоятельность (опросник Р. Кеттелла)	x52
53	Фактор Q3: низкий-высокий самоконтроль (опросник Р. Кеттелла)	x53
54	Фактор Q4: внутренняя расслабленность-напряженность (опросник Р. Кеттелла)	x54
55	MMPI, 1 – шкала ипохондрии	x55
56	MMPI, 2 – шкала депрессии	x56
57	MMPI, 3 – шкала истерии	x57
58	MMPI, 4 – шкала психопатии	x58
59	MMPI, 5 – шкала мужественности-женственности	x59
60	MMPI, 6 – шкала паранойальности	x60
61	MMPI, 7 – шкала психастении	x61
62	MMPI, 8 – шкала шизоидности	x62
63	MMPI, 9 – шкала гипомании	x63
64	MMPI, 0 – шкала социальной интроверсия	x64

В результате все переменные объединились в 13 (тринадцать) факторов, объясняющие 60,23 % общей дисперсии переменных. Это продемонстрировало структуру психофизиологических и личностных качеств личности машинистов локомотивных бригад. Таким образом, первый фактор объясняет 9,95 % суммарной дисперсии; второй – 7,22 %; третий – 6,45 %; четвертый – 4,87 %; пятый – 4,83 %; шестой – 4,26 %; седьмой – 3,99 %; восьмой – 3,67 %; девятый – 3,41 %; десятый – 3,24 %; одиннадцатый – 2,96 %; двенадцатый – 2,84 %; тринадцатый – 2,54 %.

Матрица факторных нагрузок показателей индивидуальных психофизиологических и личностных характеристик машинистов, отображающая успешность выработки навыка релаксации, представлена в табл. 2. Полужирным шрифтом отмечены факторные нагрузки более 0,40. Из табл. 2 удалены переменные (x20, x25, x28, x30, x32, x33, x47), которые показали факторные нагрузки менее 0,40.

Таблица 2. Матрица факторных нагрузок

Table 2. The matrix of factor loadings

Факторные нагрузки (Var. исходный) Выделение: Главные компоненты (Отмечены нагрузки >, 400000) Factor loadings (Varimax source) Selection: Main components (Marked loads >, 400000)													
Перем. Var.	Фактор Fac. 1	Фактор Fac. 2	Фактор Fac. 3	Фактор Fac. 4	Фактор Fac. 5	Фактор Fac. 6	Фактор Fac. 7	Фактор Fac. 8	Фактор Fac. 9	Фактор Fac. 10	Фактор Fac. 11	Фактор Fac. 12	Фактор Fac. 13
x1	0,07	0,17	-0,05	-0,10	0,06	0,08	-0,05	0,21	<b>-0,59</b>	0,16	-0,11	0,02	-0,08
x2	0,18	0,06	-0,11	0,10	<b>0,60</b>	0,03	-0,13	0,18	-0,15	-0,08	0,19	-0,06	0,03
x3	0,10	0,18	-0,08	-0,09	<b>0,66</b>	-0,02	-0,00	0,31	0,01	-0,03	0,14	0,25	-0,01
x4	-0,26	-0,02	0,07	0,01	<b>0,86</b>	-0,01	0,10	-0,09	-0,03	0,01	-0,06	-0,02	-0,15
x5	-0,17	0,03	0,04	0,08	<b>0,84</b>	0,05	0,02	-0,10	0,03	0,09	-0,01	0,06	0,13
x6	0,22	0,10	-0,07	0,13	-0,20	0,11	-0,14	-0,02	0,13	0,14	0,08	0,16	<b>0,52</b>
x7	<b>-0,74</b>	0,02	0,07	0,04	0,14	0,07	0,01	0,01	0,10	0,22	-0,12	-0,01	0,07
x8	<b>-0,66</b>	-0,00	0,08	0,14	-0,17	0,06	0,11	0,05	0,17	0,31	0,02	0,04	-0,04
x9	<b>-0,86</b>	-0,03	0,11	-0,01	0,23	-0,21	-0,06	0,02	-0,09	-0,04	0,04	0,06	0,04
x10	<b>-0,50</b>	-0,12	0,10	-0,11	0,31	-0,37	-0,15	-0,11	-0,28	-0,29	0,07	0,02	0,07
x11	-0,17	0,07	0,19	-0,18	-0,10	<b>-0,69</b>	0,08	-0,21	-0,13	0,02	-0,11	-0,11	-0,10
x12	<b>-0,78</b>	0,01	0,08	-0,05	0,17	0,07	-0,03	0,11	-0,05	0,09	0,04	0,01	-0,34
x13	-0,13	0,06	0,05	-0,02	-0,06	0,10	0,07	0,04	-0,07	0,17	0,02	-0,08	<b>-0,73</b>
x14	0,16	0,03	<b>0,47</b>	0,09	-0,18	<b>-0,44</b>	-0,13	-0,06	0,12	0,03	0,04	0,27	0,01
x15	0,34	0,02	-0,02	0,03	-0,05	0,23	0,05	0,02	-0,38	<b>-0,43</b>	0,03	0,10	-0,02
x16	-0,18	-0,01	0,10	0,34	-0,20	-0,00	0,02	0,33	0,02	-0,00	<b>0,42</b>	-0,09	-0,02

Окончание таблицы 2  
End of table 2

x17	0,35	0,12	-0,10	-0,06	-0,10	-0,13	-0,20	0,01	0,09	<b>-0,43</b>	0,12	0,09	0,10
x18	-0,16	0,14	0,29	-0,16	<b>0,46</b>	0,07	0,01	0,02	0,10	0,32	-0,07	-0,10	0,17
x19	0,01	-0,15	0,17	<b>-0,40</b>	0,34	0,13	-0,07	0,06	-0,19	0,21	0,12	-0,20	0,26
x21	-0,28	-0,05	-0,05	-0,13	<b>0,59</b>	-0,22	0,03	0,15	0,16	0,37	-0,09	-0,29	-0,03
x22	-0,25	-0,13	-0,10	-0,05	0,32	-0,02	-0,08	0,16	0,05	<b>0,63</b>	0,18	-0,23	-0,16
x23	0,01	0,02	-0,24	0,03	-0,04	0,09	-0,08	-0,08	-0,16	<b>0,64</b>	0,02	0,08	-0,37
x24	-0,17	0,13	0,08	0,13	0,12	-0,22	0,20	-0,18	-0,06	<b>0,63</b>	-0,03	0,16	0,22
x26	0,19	0,08	-0,14	0,07	-0,16	<b>-0,64</b>	-0,12	0,07	0,34	-0,06	-0,00	-0,03	0,09
x27	-0,19	-0,02	-0,11	-0,07	0,22	<b>-0,75</b>	0,05	0,03	0,02	0,12	0,04	-0,17	0,07
x29	-0,06	-0,18	0,09	<b>-0,56</b>	0,07	0,02	0,06	-0,01	0,15	0,07	-0,10	-0,23	-0,21
x31	-0,01	0,17	-0,12	<b>-0,75</b>	-0,07	-0,11	-0,11	0,10	0,02	-0,03	0,02	0,04	0,04
x34	0,01	0,05	-0,09	<b>-0,83</b>	-0,03	-0,05	0,14	0,01	-0,04	-0,05	0,01	-0,13	-0,08
x35	0,12	0,06	<b>-0,61</b>	0,01	0,01	0,19	-0,04	0,03	0,25	0,05	0,15	-0,25	0,12
x36	0,02	-0,10	0,18	0,08	0,05	0,11	-0,06	-0,01	0,07	-0,06	0,02	<b>0,75</b>	-0,04
x37	0,21	0,05	<b>-0,56</b>	-0,09	-0,14	0,14	-0,08	0,04	0,20	0,13	0,10	-0,21	0,06
x38	-0,13	-0,11	-0,07	0,27	-0,00	0,13	-0,00	-0,02	0,08	-0,02	0,09	<b>0,70</b>	0,11
x39	0,24	-0,14	0,00	0,08	0,02	-0,22	0,18	-0,12	-0,09	0,07	<b>0,65</b>	0,10	-0,04
x40	0,15	0,05	0,09	0,08	0,03	-0,17	0,03	0,13	-0,09	0,00	<b>-0,71</b>	-0,04	0,02
x41	0,26	-0,16	<b>-0,49</b>	-0,19	0,10	0,04	0,31	-0,13	-0,02	-0,08	0,13	0,29	0,04
x42	-0,02	0,04	0,12	-0,11	-0,04	0,04	<b>0,49</b>	-0,20	0,17	-0,08	0,13	-0,35	-0,07
x43	0,25	0,03	-0,00	0,08	0,13	-0,25	<b>0,50</b>	0,17	-0,20	0,16	-0,10	-0,05	0,17
x44	-0,15	-0,10	-0,14	-0,33	0,13	0,23	<b>0,49</b>	-0,21	0,16	-0,19	0,06	0,08	-0,13
x45	0,06	-0,01	-0,19	0,04	0,03	-0,03	<b>0,70</b>	0,05	0,11	0,05	0,02	-0,08	-0,07
x46	-0,03	0,04	<b>0,41</b>	0,17	0,14	-0,01	0,25	0,38	0,10	0,13	-0,19	-0,18	-0,01
x48	-0,03	0,06	-0,03	0,22	-0,05	0,01	0,15	0,24	-0,17	-0,15	-0,37	-0,26	<b>0,49</b>
x49	-0,09	-0,06	0,09	-0,16	0,01	0,29	<b>0,46</b>	-0,07	-0,23	0,04	0,14	<b>0,40</b>	0,00
x50	-0,26	0,03	<b>0,56</b>	0,09	0,04	0,20	-0,24	0,14	-0,06	-0,09	0,06	0,14	0,05
x51	0,09	0,29	-0,27	0,10	0,10	0,02	0,06	0,24	0,12	-0,24	0,06	<b>-0,47</b>	0,01
x52	0,12	0,26	<b>0,43</b>	-0,13	-0,03	0,02	0,05	-0,29	-0,13	-0,25	0,04	-0,12	0,02
x53	0,13	0,01	-0,09	-0,16	0,12	-0,05	0,31	-0,04	<b>0,55</b>	-0,04	0,06	0,22	0,13
x54	-0,25	0,09	<b>0,71</b>	0,09	0,04	0,15	-0,03	0,07	0,12	0,03	0,07	-0,05	0,05
x55	0,00	<b>-0,63</b>	-0,13	-0,01	-0,03	0,11	-0,15	0,02	0,10	0,16	0,13	0,14	0,15
x56	0,04	<b>-0,61</b>	0,36	-0,05	0,04	-0,08	-0,15	-0,05	0,03	-0,09	0,26	0,15	-0,08
x57	0,09	<b>-0,71</b>	-0,15	0,04	-0,01	-0,01	0,13	<b>0,41</b>	0,00	0,08	0,01	-0,08	-0,06
x59	0,21	<b>-0,41</b>	0,12	-0,09	0,14	0,07	-0,24	0,26	0,30	0,27	0,06	0,02	0,02
x60	0,07	-0,35	0,03	0,10	-0,02	-0,06	0,02	<b>-0,71</b>	0,05	0,04	0,19	-0,03	-0,06
x61	0,06	<b>-0,67</b>	0,12	-0,11	0,05	-0,12	-0,04	-0,36	-0,11	-0,08	0,15	0,13	-0,03
x62	-0,07	<b>-0,81</b>	-0,09	0,07	-0,10	0,13	0,13	-0,09	0,09	-0,02	-0,08	0,04	0,05
x63	0,40	0,14	-0,20	0,14	-0,04	-0,05	0,10	<b>-0,58</b>	0,22	0,10	0,04	0,13	0,08
x64	0,09	-0,01	<b>0,49</b>	0,03	0,09	0,06	-0,27	-0,31	0,14	-0,13	0,36	0,02	-0,13
Общ. дис.	4,40	3,82	3,56	2,68	3,84	2,87	2,65	2,55	2,19	2,70	2,28	2,87	2,13
Доля общ	0,07	0,06	0,06	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03

В первый полученный фактор, собственное значение которого 6,37, вошли следующие переменные (перечислены в порядке уменьшения величины по модулю их факторных нагрузок): x9 (-0,86), x12 (-0,78), x7 (-0,74), x8 (-0,66) и x10 (-0,50). Данный фактор получил наименование «Переключения внимания». Учитывая, что переменные входят в данный фактор со своими низкими значениями (имеют отрицательные факторные нагрузки), делаем вывод, что основной психофизиологической характеристикой хорошо релаксирующих машинистов локомотивных бригад является высокая скорость переключение внимания.

В фактор два (4,62) вошли переменные x62 (-0,81), x57 (-0,71), x61 (-0,67), x58 (-0,66), x55 (-0,63), x56 (-0,61) и x59 (-0,41). Переменные вошли в фактор с отрицательными факторными нагрузками, делаем вывод, что описываемый фактор определяет ослабление

личностных черт (по упомянутым шкалам опросника). Успешные в плане достижения релаксации машинисты отличаются простотой мыслей и суждений, доходящей до банальности, и проявляют тенденцию поступать, как все. Они не страдают от излишней тревожности и повышенного чувства вины, не волнуются по мелочам, уверены в себе и не робеют во взаимодействии с людьми. Это может порой проявляться в отсутствии осторожности в поступках, щепетильности в вопросах чести и совести, эгоцентризме. Для описываемых испытуемых характерно повышение порогов чувствительности и, как следствие, эмоциональной стабильности, их поведение не демонстративно и не направлено на непререкаемое признание и завоевание окружения. Это в некотором роде конформные, несамостоятельные личности, всегда следующие установленным нормам. У них не наблюдается признаков пессимизма и депрессии, они в целом довольны собой и окружением, достаточно энергичны, инициативны и общительны, с преимущественно ровным, хорошим настроением, понятны для окружения. Они ориентированы на следование традиционному образу мужественности, просты и даже грубоваты в общении, в характере могут наблюдаться жесткость и черствость. Фактор получил наименование «Адаптивность».

Фактор три (4,13) состоит из следующих переменных:  $x_{54}$  (0,71),  $x_{35}$  (-0,61),  $x_{37}$  (-0,56),  $x_{50}$  (0,56),  $x_{41}$  (-0,49),  $x_{64}$  (0,49),  $x_{14}$  (0,47),  $x_{52}$  (0,43) и  $x_{46}$  (0,41). Машинистам присущи напряженная собранность, энергетическая заряженность, повышенная мотивация, вызванные, возможно, обеспокоенностью, озабоченностью. Они могут быть эмоционально неустойчивыми, переменчивыми в настроении и подверженными ему (отсюда, по всей вероятности, увеличение количества ошибок при выполнении психофизиологического теста на эмоциональную устойчивость). Чувствительны, впечатлительны, порой ранимы, легко расстраиваются, в то же время чутки по отношению к другим людям. Демонстрируют тенденцию к подчинению, отказу от позиции лидера. Характеризуются большей обращенностью интересов в мир внутренних переживаний, чем во вне, сниженной степенью включенности в социальную среду. Отличаются стремлением иметь собственное мнение, независимостью суждений, самостоятельностью при принятии решений, находчивостью и изобретательностью. Фактор назван «Мотивация».

Четвертый фактор (3,11) образован следующими переменными:  $x_{34}$  (-0,83),  $x_{31}$  (-0,75),  $x_{29}$  (-0,56),  $x_{19}$  (-0,40). Фактор получил наименование «Психоэмоциональное состояние». Содержание четвертого фактора можно трактовать следующим образом: чем меньше у машиниста (с хорошими навыками релаксации) отклонение от аутогенной (психоэмоциональной) нормы, которая является индикатором психологического благополучия, меньше психологическое утомление и ниже тревожность, тем более устойчиво время его простой двигательной реакции.

Фактор пять (3,09) представлен:  $x_4$  (0,86),  $x_5$  (0,84),  $x_3$  (0,66),  $x_2$  (0,60),  $x_{21}$  (0,59),  $x_{18}$  (0,46). Данный фактор объединяет в себе показатели, определяемые двумя психофизиологическими тестами. Пятый фактор назван «Скорость реакции в ситуации принятия решения по выбору». Поскольку переменные, имея положительные факторные нагрузки, входят в него со своими высокими значениями, можно сделать вывод о том, что фактор увеличивает время перечисленных выше психофизиологических реакций и тем самым «ухудшает» соответствующие психофизиологические показатели.

В шестом факторе (2,73), со значимыми факторными нагрузками, были обнаружены такие переменные, как:  $x_{27}$  (-0,75),  $x_{11}$  (-0,69),  $x_{26}$  (-0,64),  $x_{14}$  (-0,44). Шестой фактор получил наименование «Чувство времени». Следует отметить, что на фоне относительно устойчивого чувства времени (малое среднеквадратическое отклонение) и склонности к недооценке временных интервалов как показателя преобладания процесса возбуждения (низкое среднее арифметическое чувства времени) снижается количество ошибок, допускаемых испытуемыми при выполнении методик «Переключение внимания» и «Эмоциональная устойчивость».

Седьмой фактор оказался третьим в факторной структуре личностным фактором (2,56). В нем обнаружены следующие переменные:  $x_{45}$  (0,70),  $x_{43}$  (0,50),  $x_{42}$  (0,49),  $x_{44}$  (0,49),  $x_{49}$  (0,46). В данном факторе сочетаются смелость индивида, его готовность к риску, к действию в незнакомых ситуациях, способность принимать самостоятельные, неординарные решения, предприимчивость с лидерскими качествами. Эти свойства, несомненно, присущи

человеку, социальные контакты которого, его отношения с людьми имеют выраженную, даже яркую эмоциональную окраску, а общение с окружающими отличается высокой динамичностью. Все это может способствовать установлению эмоционального лидерства данного человека. В то же время в описании присутствуют позитивные моменты. Это – добросовестность, развитое чувство долга и ответственности, осознанное соблюдение моральных норм, а также разумность, деловая направленность, настойчивость в достижении цели. Среди положительных качеств следует указать также умение вести себя в обществе, дипломатичность в общении, проницательность и осторожность, умение находить выход из сложных ситуаций. На основании всего вышесказанного седьмому фактору дано наименование «Предприимчивость».

Восьмой фактор (2,35) является четвертым личностным фактором в описываемой факторной структуре. В нем представлены  $x_{60}$  (-0,71),  $x_{63}$  (-0,58),  $x_{57}$  (0,41). Полученный фактор определяет возможность у машинистов, хорошо справляющихся с задачей релаксации, такого свойства, как быстрое угасание и деактуализация ранящих личность переживаний. Иначе говоря, такие индивиды необидчивы и незлопамятны, доверчивы и уступчивы, добродушны. Тем не менее они иногда могут быть безвольными и ленивыми, недостаточно упорны, легко истощаются в работе. В их деятельности часто отсутствует система, прослеживается несформированность цели, они не всегда уверены в целесообразности своей деятельности или ее успехе. Они не отличаются особым оптимизмом и чаще полагаются на волю случая или действия других людей. Для описываемых испытуемых характерно снижение порогов чувствительности и, как следствие, эмоциональная лабильность. Они неустойчивы к стрессу, в их поведении наблюдаются признаки эгоцентризма, демонстративности. Восьмой фактор получил наименование «Податливость».

В девятом факторе (2,18) находятся две переменные:  $x_1$  (-0,59),  $x_{53}$  (0,55). На этом основании делаем вывод, что количество ошибочных действий, совершаемых испытуемым при изучении у него бдительности, уменьшается при наличии у него умения контролировать свои эмоции и поведение, силы воли. Девятый фактор может получить наименование «Бдительность».

Десятый фактор (2,07) составлен из переменных, соответствующих ряду психофизиологических характеристик машинистов:  $x_{23}$  (0,64),  $x_{22}$  (0,63),  $x_{24}$  (0,63),  $x_{15}$  (-0,43),  $x_{17}$  (-0,43). Больше количество ошибок, допускаемых испытуемыми при демонстрации ими сложной двигательной реакции, нарастание неустойчивости времени данной реакции, увеличение числа запаздывающих реакций на движущийся объект (т. е. преобладание тормозного процесса) сопряжено с уменьшением количества правильно вычеркнутых встречающихся знаков на тестовом бланке и уменьшением количества правильно воспроизведенных испытуемыми по памяти знаков при изучении у них внимания, т. е. с уменьшением (сужением) у испытуемых объема внимания. Десятый фактор назван «Внимание».

В одиннадцатом факторе (1,89) оказались три переменные:  $x_{40}$  (-0,71),  $x_{39}$  (0,65) и  $x_{16}$  (0,42). Из этого следует, что конкретность и некоторая ригидность мышления, затруднения в решении абстрактных задач, сниженная оперативность мышления, а также общительность, открытость, непринужденность, приспособляемость, готовность идти на поводу, возможно, определяют у машинистов с высокой успешностью релаксации увеличение количества совершаемых ошибок при изучении у них концентрации внимания, т. е. ухудшение данного свойства. Одиннадцатый фактор получил наименование «Мышление».

В фактор двенадцать (1,82) вошли следующие переменные:  $x_{36}$  (0,75),  $x_{38}$  (0,70),  $x_{51}$  (-0,47),  $x_{49}$  (0,40). Машинисты консервативны, предпочитают следовать традициям, испытывают сомнения относительно новых идей и могут сопротивляться переменам; склонны к морализации; проявляют узость интеллектуальных интересов и ориентированы на конкретную реальную деятельность; эмоционально выдержаны и дипломатичны в общении, в то же время проницательны и осторожны. Двенадцатый фактор получил наименование «Дружелюбие».

В факторе тринадцать (1,63) присутствуют три переменные:  $x_{13}$  (-0,73),  $x_6$  (0,52),  $x_{48}$  (0,49). Исходя из содержания фактора, можно заключить, что машинисты, обладающие высокой эмоциональной устойчивостью и невысоким уровнем бдительности (значение показателя бдительности находится в пределах нормы, но при этом присутствует значительная

разница между временем реакции на сигналы с предупреждением и без предупреждения), имеют богатое воображение, ориентированы на свой внутренний мир и поглощены собственными идеями, мечтательны. Тринадцатый фактор получил наименование «Эмоциональная устойчивость».

### Заключение

В результате анализа получена факторная структура переменных исследования. Факторный анализ позволил: сократить объем анализируемых и интерпретируемых результатов; выявить структуру связей между переменными, обусловленных существованием латентных факторов; понять, какие факторы влияют на успешную выработку навыка релаксации и в какой степени. В результате анализа выявлено тринадцать факторов, отражающих структуру саморегуляции функционального состояния машинистов локомотивных бригад. Таким образом, можно сделать вывод о том, способность машинистов локомотивных бригад к успешной выработке навыка релаксации определяется профессионально важными психофизиологическими и личностными качествами.

### Список литературы

1. Гедранович Ю.А., Савченко В.В., Яшин К.Д., Щербина Н.В. Обзор и сравнительный анализ методов и систем для развития навыков релаксации. *Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики*. 2016;1(77);62-69.
2. Гедранович Ю.А., Савченко В.В., Яшин К.Д., Щербина Н.В. Обзор и сравнительный анализ методов и систем для развития навыков релаксации. *Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики*. 2016;2(78);44-50.
3. Щербина Н. В., Савченко В.В., Яшин К.Д. Исследование метода выработки навыка на релаксацию с биологической обратной связью по параметрам электродермальной активности. *Новости медико-биологических наук*. 2019;1;65-73.

### References

1. Gedranovich Yu.A., Savchenko V.V., Yashin K.D., Shcherbina N.V. [Review and comparative analysis of methods and systems for the development of relaxation skills]. *Chelovecheskiy faktor: problemy psikhologii i ergonomiki = Human factor: problems of psychology and ergonomics*. 2016;1(77);62-69. (in Russ.)
2. Gedranovich Yu.A., Savchenko V.V., Yashin K.D., Shcherbina N.V. [Review and comparative analysis of methods and systems for the development of relaxation skills]. *Chelovecheskiy faktor: problemy psikhologii i ergonomiki = Human factor: problems of psychology and ergonomics*. 2016;2(78);44-50. (in Russ.)
3. Shcherbina N.V., Savchenko V.V., Yashin K.D. [Research of the method of developing a skill for relaxation with biological feedback on the parameters of electrodermal activity]. *Novosti mediko-biologicheskikh nauk = News of medical and biological Sciences*. 2019;1;65-73. (in Russ.)

### Сведения об авторе

Щербина Н.В., старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

### Information about the author

Shcherbina N.V., Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

### Адрес для корреспонденции

220013, Республика Беларусь,  
г. Минск, ул. П. Бровки, 6,  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники;  
тел.: +375-29-755-92-70;  
e-mail: shcherbina@bsuir.by  
Щербина Наталья Витальевна

### Address for correspondence

220013, Republic of Belarus,  
Minsk, P. Brovka str., 6,  
Belarusian State University  
of Informatics and Radioelectronics;  
tel.: +375-29-755-92-70;  
e-mail: shcherbina@bsuir.by  
Shcherbina Natalia Vitalievna