

ТЕХНОЛОГИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В РАБОТЕ С ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПЕРСОНАЛА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И ВОДИТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА



Н.В. Камкичёва
Ведущий специалист Белорусской железной дороги, магистрантка кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР



Г.А. Розум
Ассистент кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, магистр техники и технологии



В.В. Савченко
Директор Научно-инженерного центра «Бортовые системы управления мобильных машин», доцент кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, кандидат технических наук



Н.В. Щербина
Старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, магистр технических наук, аспирант БГУИР



К.Д. Яшин
Заведующий кафедрой инженерной психологии и эргономики БГУИР, кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: kafipie@bsuir.by, rozum@bsuir.by, uus@tut.by, shcherbina@bsuir.by, yashin@bsuir.by

Abstract. Psychophysiological qualities of drivers of vehicles have a decisive impact on road safety. Currently, there is a large number of technical tools used to study psychophysiological functions and characteristics with the purpose of conducting professional selection for various types of transportation. The development of relaxation skills in healthy people using systems with biological feedback was studied. Studies of professionally important qualities in the professional selection of drivers of vehicles have been carried out.

Введение. Тоническая и фазическая составляющие электродермальной активности человека позволяют судить о преобладании симпатических или парасимпатических процессов в организме человека в момент исследования [1]. Использование биоадаптивной компьютерной программы NeuroDog (разработка компании «Нейроком», Россия, версия 25.11.2013) может позволить научить человека навыкам самостоятельной активации механизма релаксации.

Для поддержания оптимальной работоспособности персонала железной дороги, непосредственно обеспечивающего перевозочный процесс (машинисты, помощники машинистов)

имеются санаторно-профилактические учреждения. Психологи проводят индивидуальные занятия по управлению психофизиологическим состоянием работников. Одним из основных направлений мероприятий, проводимых с машинистами и помощниками машинистов, является профилактика стресса.

Обеспечение безопасности движения является важнейшей задачей не только на железных, но и на автомобильных дорогах. В современных условиях управление транспортным средством осложняется высокой интенсивностью дорожного движения и участием в нем водителей с различной профессиональной подготовкой. Эти обстоятельства обуславливают значительное возрастание психических нагрузок и существенно повышают вероятность развития негативных изменений психофизиологического функционального состояния человека.

Цель настоящей работы – исследовать психофизиологические характеристики здоровых людей и определить подходы обработки полученных разноплановых экспериментальных данных.

Задачи работы следующие: 1) Рассмотреть теоретические и практические вопросы исследований психофизиологических качеств здоровых людей. 2) Исследовать развитие навыков релаксации здоровых людей (машинистов железнодорожных локомотивов). 3) Исследовать профессионально важные качества водителей транспортных средств.

Развитие навыков релаксации у здоровых людей с использованием системы с биологической обратной связью. Профессиональная психологическая работа с машинистами и помощниками машинистов на железной дороге ведется в нескольких направлениях: тестирование при приеме на работу; профессиональные плановые осмотры психолога по графику в зависимости от группы профессиональной годности; внеплановые осмотры (после травмы, продолжительной болезни, создания аварийной ситуации и др.); вспомогательные психологические мероприятия (консультации по релаксации, активации, по преодолению стресса, по поддержке своего функционального состояния на оптимальном уровне и др.).

Ранее нами был подготовлен сравнительный анализ известных методов и систем для анализа известных методов и систем для развития навыков релаксации у здоровых людей [2, 3]. Далее было принято решение о проведении эксперимента по выработке навыков релаксации у железнодорожного персонала с использованием программно-аппаратного комплекса NeuroDog [4].

Цель исследований заключалась: 1) в проверке возможности выработки релаксации у испытуемых при использовании визуальной биологической обратной связи по параметрам электродермальной активности; 2) установлении среднего количества сеансов, необходимого для обучения навыкам релаксации; 3) определении индивидуальных взаимосвязей между возможностью и скоростью выработки навыка релаксации у испытуемого и психофизиологическими качествами, диагностируемыми при профессиональном психологическом осмотре испытуемых.

В таблице 1 приведен пример результатов исследований испытуемого №1 (фамилия закрыта). С – сеанс, его порядковый номер.

Таблица 1. Пример результатов исследования одного из машинистов (двадцать сеансов)

№	С	Время, с												
1	1	5,8	3,6	7,3	13,4	10,4	4	6,3	5	9,7	4	5,9	3,7	→
		9,8	5,3	5,8	4,7	4,9	5,4	13,7	9,9	7	7,3	5,5	8,3	→
		5,2	6,7	7,6	5,4	4,3	82	33,4	77,1	260	7,6	12,2	61,7	→
		5,6	21,1	17,8	24,4	85	4,2	94,7						
	2	10,9	8,2	5	4,6	7,3	3,5	8,8	10	3,2	4,6	3,2	5,6	→
		6,3	7,5	6	6,2	3,9	6,7	4,1	7,5	3,2	4,8	5,7	4,4	→
		23,8	4,5	4,7	57,5	9,4	3,2	13,6	4,7	5,2	5	9,2	5,4	→
		4,2	9,9	12,1	5,5	4,8	4,9	5,5	145	36,5	17,8	11	3,9	→
		8,7	52,3	5,8	17,2	8,4	140	77,2	5,3	19,3	5	47,1	9,3	→
	3	50,2	3,2	9,8	4,8	7,7	25,7	54,7						
		15,8	4,2	8,5	5	12,5	7,6	3	3,1	3,2	3,6	5,9	5,7	→
	4	7,1	5,7											
		3,5	5,6	9,5	10,1	6,3	3,8	7,1	7,4	4,8	7,2	7,6	4,5	→
		11	6,9	5,7	9,4	3,9	24,8	21,8	6,2	3,4	14	3,3	5,6	→
		16,3	16,6	8,2	21,1	4,8	3,6	15	4,2	5,7	5,4	22,8	8,8	→
		20,4	108	13,6	20,9	4,6	3,2	19,2	5,8	6,5	12,4	35,3	15,2	→
		10,9	4,2	4,5	7	3,9	10,7	12	3,1	3,7	3,8	16,5	7,6	→
		11	6,1	22,7	3,6	6	6,5	20	8,1	82	51,9	14,3	11,2	→
		127	50	21,3	7,2	8,2	18,2	10,4	17,1	128	3,3	31,3	5,5	→
	5	14,9												
5,2		4,7	15	11,1	3,2	3,6	8,2	5,9	8,5	4,3	15,3	5,1	→	
25,5		40	3,8	6,1	34,5	4,4	8,2	7,6	5,1	4,5	30,1	69,4	→	
8,6		82	6,7	5,7	32,3	71,7	6,5	8,6	10,1	4,4	6	21,1	→	
6	44,4	62,3												
	10,5	3,6	3,7	3,6	8,1	5,8	5,6	3,2	6,6	19,6	9,7	46,8	→	
	22,2	36,3	20,2	12,1	20	6,1	26,2	5,2	5,1	12,9	3,8	15,4	→	
	222	3,5	13,1	26,5	38,3	23,3	14,2	18,7	6,7	7,4	5,4	14,1	→	
	6,4	37,2	18,4	25,5	4,5	3,5	18,6	27,7	23,5	4,2	22,1	38,6	→	
7	3,8	5,9	10,2	6,8	28,2	4,8	10,4	13,7						
	3,2	16,7	31,7	4,1	5,5	34,4	11,3	33,6	4,1	41,6	6,6	4,3	→	
	19,8	4,8	11,6	3,9	36,4	6	18,8	4,1	9	4,9	10	4,3	→	
	4,1	4,5	3,3	8,2	5,5	5,4	5	14,1	4	19,2	4,8	5,4	→	
	4,2	3,3	4,2	9,2	9,4	8,9	9,1	4,5	3,5	4,9	4,6	4,3	→	
	3,9	13,4	12,7	5,4	4,8	3,3	5,9	7,6	5,3	9,7	8,2	6,2	→	
	11,1	8,1	5,2	3,6	32,3	10	7,4	3,9	13,6	5,9	7,5	3,3	→	
8	36,8	8,8	6,6	5	10									
	4,8	6,7	3,5	3,7	3,5	6,5	4	11,3	7,5	18	23,3	16	→	
	4,4	16	6,8	20,2	9,1	5,5	12	15,7	113	6,8	5	4,8	→	
	13,5	7	3,6	3,1	16	5,7	4,8	27,4	6,1	7	11,1	6,8	→	
	5,8	4	6,3	3,4	5,8	3,6	6,2	37,5	8,8	5,8	5,5	9,9	→	
	10,2	4,4	22,3	14,2	3,7	3,9	30,1	37,8	5,1	30,9	10,1	20,2	→	
	12,8	9,4	5,2	8	10,5	7,6	3,1	3,8	32,8	4,4	17,4	4,1	→	
	4	4,2	3,8	3,9	4	13,8	4,1	7	9,2	4,5	11	4,7	→	
	9,5	11	17,7	8,6	3,4	4,3	4,2	3,2	3,6	11,2	32,5	15,6	→	
	13,4	12,3	3,3	5,5	3,8	7	8,6	4,9	26,5	73,7	7	31,5	→	
	6,7	6	6,2	8	8,1	3,8	11,9	15	23,4	26	16,1	26,6	→	
	11,2	3,9	12,2	24,5	41,6	4,5	42,1	26,7	16,9	51,5	60,8	4,3		

№	С	Время, с												
9		51,3	429	7,6	4,2									
		52,5	24,7	7,9	16	21	23,4	8,8	65,6	3,3	317	14,2	8,2	→
10		4,2	8,2	3,7	14,4	23,4	9,2	14,4	23,4	21,1	18,7	11	7,8	→
		18,5	9											
11		3,7	11,1	3,6	6,8	7,2	6,9	9,1	6,7	10,3	6,1	11	11,8	→
		4,2	10,1	5,2	8	8,5	19,9	4,7	4,5	9,7	10,6	7	7,9	→
		3,3	5,3	3,3	3,3	5,9	6,6	3,2	3,5	5,2	3,6	5	15	→
		4,3	4,1	7,1	9,4									
12		22,1	3,2	6,9	8,7	5,6	7,9	8,2	7,8	11,2	14,4	5,2	12,6	→
		6,1	6,9	10,7	4	3,1	6,2	4,1	5	5,2	3,7	7,9	21,5	→
		11,7	13,1	13,5	10,4	7,7	23,6	4,4	122	4,7	3,5	14,2	15	→
		3,2	5	9,5	5,2	5	3,7	6,8	3,5	5,2	19,7	11,9	6	→
		9	4,6	4,5	13,6	7,9	6	3,3	3,6	4,5	17,2	47,2	3,3	→
		61,3	59,6	20,9	35,2	31,6	21,2	5,5	10,3	11,7	4,9	27,1	4,5	
13		5,9	4,8	16,5	7	12,7	24,9	49,2	168	83,6	49,1	43,3	38,3	→
		96,8	29	62,4	59,8	18,1	10							
14		12,3	44	4,3	8,3	8,7	4,8	4,9	19,3	5	7,4	11,2	56,4	→
		3,6	11,2	4,9	4,9	6,7	24,8	11,7	5,1	17,3	3,1	6,7	11,7	→
		3	5,6	5,7	17,4	23,2	33	35,4	6,7	30,3	3,9	3,9	6,7	→
		9,4	13	96,2	37,2	8,2	101	7						
15		5,5	3,3	7,9	3,4	16,8	51,2	26,6	26,2	14,3	25	5,1	4,9	→
		12,4	6	28,9	94,2	10,7	24	16,5	10,8	5,9	7,2	8,5	5,5	→
		102	3,4	6,2	25,6	4,9	25,5	14,9	11,2	16,7	3,6	3,6	10,4	→
		23,7	126	213	6,1	10,4	19,1							
16		9,6	3,2	7,2	3,5	4,3	19,5	3,2	13,8	4,2	7,8	18	15,7	→
		7,8	59,6	24,6	11,1	6,8	6,2	5	11,5	4,7	12,1	10,9	6,8	→
		12,8	4,8	16,7	4,7	13,4	15,2	6,6	6,8	7,3	10,3	4,5	7,6	→
		8,3	16	3,3	6,9	4,5	4,2	15,5	7,7	4,4	12	11,7	16,7	
17		40,7	9,9	3,4	6,2	21,4	13,5	3,5	5,8	3,1	10,9	14,3	9,6	→
		7,5	16,3	29	6	12,7	6	5,7	5,4	4,9	13,7	10,4	12,8	→
		6	3,6	28,4	11,1	9,2	14,4	9,8	6,9	4,8	7,6	19,8	28,5	→
		3,7	8,6	8,5	11,2	3,6	7,9							
18		4,6	9	8	15	3,9	14,7	10,5	3,1	6,6	31,6	5,4	35,1	→
		3,9	11,2	7	3,2	3,6	13,3	27,2	21,6	9,4	10,4	13,8	29	→
		38,6	12,1	3,1	6,1	7,1	3,5	17,4	7,5	54,5	62,7	25,4	48,2	→
		42,6	166	161	27,1	112,7								
19		30,3	5,2	32,3	7,2	4,1	3,6	18,3	29,8	10,1	13,2	12,1	4,1	→
		9,1	9	5,3	4,7	5,7	5	3,2	8,2	6,2	9,3	7,7	6	→
		4,8	5,8	7,7	8	5,3	5,7	3,4	3,7	4,8	4,1	5,1	4,5	→
		7	13,1	3,8	3,6	5,8	3,8	7,5	7,1	4,4	5,9	5	4	→
		3,3	7	5,9	5,9	5,6	6,7	9	3,6	3,3	7,1	10,2	5,7	→
		5,3	4,9	26,4	10,2	10,8	20,5	22,7	18	3,7	8,2	8,8	18,1	→
		4,5	6,7	5,9	19,4	12,7	3,1	11	12,9	7,6	3,4	11,9	11,8	→
		15,4	24,1	36,9	4,1	7,1	10,4	15	6,8					
20		119	53,8	148	153,9	68	5,4	90	481	3,6				

После набора группы из 35-40 человек, положительно прошедших эксперимент, т.е. успешно достигших полной релаксации, проводится вторая часть этого эксперимента. Устанавливается индивидуальная взаимосвязь между результатами эксперимента по выработке навыков на релаксацию испытуемых и результатами, полученными при периодическом про-

фессиональном осмотре психологом. Здесь необходимо отметить следующее. При периодическом профессиональном осмотре машинистов и помощников машинистов электровозов психолог использует стандартизованный Комплекс универсальный психодиагностический УПДК-МК для профессионального психофизиологического отбора работников локомотивных бригад, диспетчеров.

Существуют зависимости (корреляции) между экспериментальными результатами, полученными при психофизиологическом осмотре испытуемого психологом с использованием УПДК-МК и экспериментальными результатами, полученными в результате использования экспериментального образца биоадаптивной компьютерной программы NeuroDog версии 25.11.2013. Т.е. существуют определенные индивидуальные психофизиологические параметры человека, которые влияют на скорость и возможность выработки им навыков на релаксацию (рисунок 1).

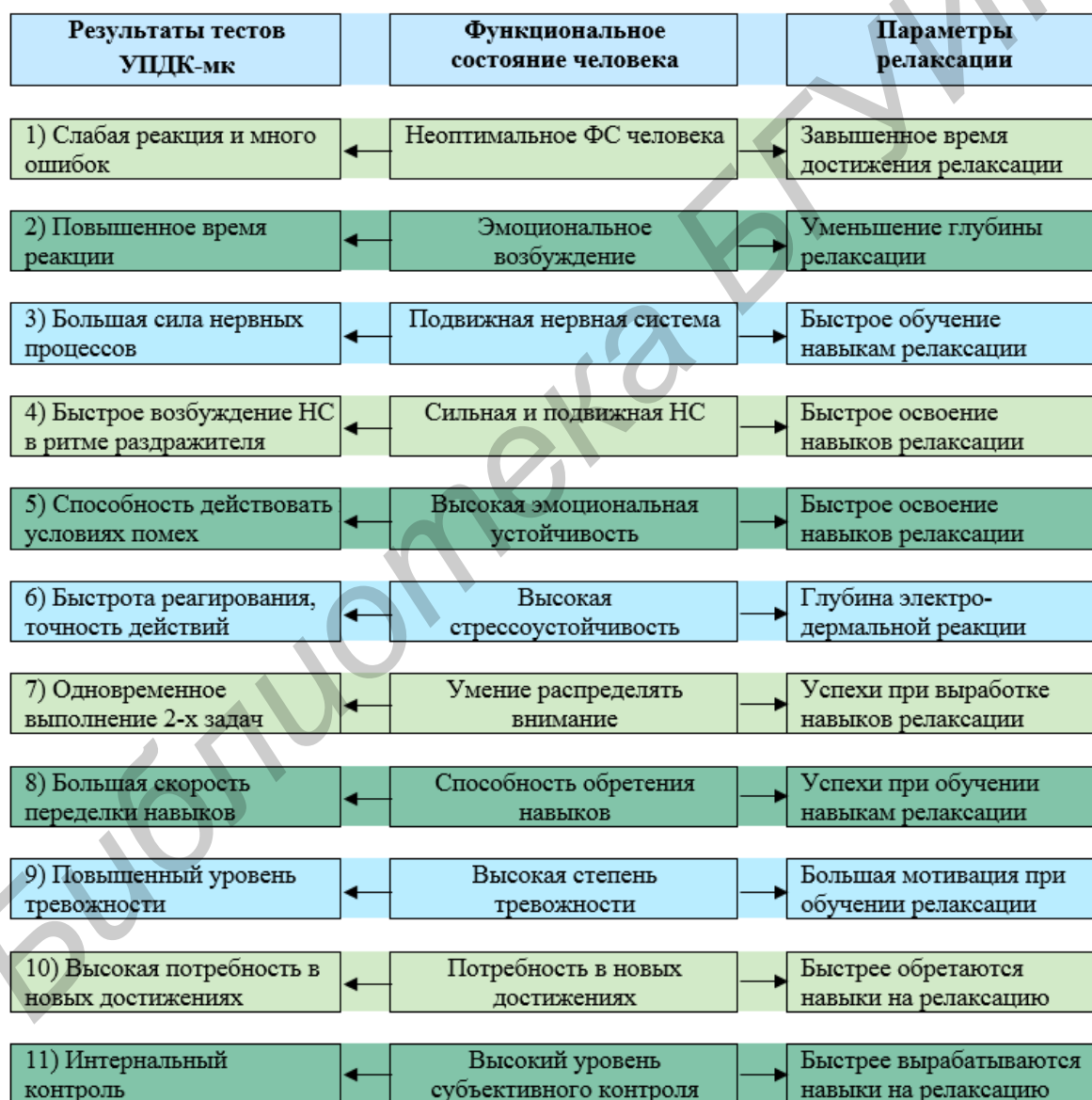


Рис. 1. Корреляция между результатами осмотра испытуемого психологом и исследованиями, полученными с использованием компьютерной программы NeuroDog

Такая связь существует для результатов, полученных при применении следующих методик из УПДК-МК (разработка компании «Нейроком», Россия).

1) Общая готовность к работе. Тест проводит динамический контроль функционального состояния оператора. При низком времени реагирования и большом числе ошибок испытуемый находится в неоптимальном функциональном состоянии, что влияет на увеличение времени, необходимого для его релаксации.

2) Реакция на движущийся предмет. Тест оценивает степень уравновешенности процессов возбуждения и торможения у испытуемых. Повышенное время реакции свидетельствуют об эмоциональном возбуждении, что влияет на глубину диапазонов релаксации. Время реакции в среднем находится в диапазоне 0,20 – 0,35 с.

3) Теппинг-тест. Позволяет выявить силу и подвижность процессов нервной системы. Человек быстрее обучается навыкам релаксации, если он обладает более подвижной нервной системы. Среди испытуемых нет людей со слабой нервной системой, поскольку испытания проводятся среди машинистов и помощников машинистов электровозов.

4) Критическая частота световых мельканий. Показывает наибольшую частоту световых мельканий, при которой нервная система человека возбуждается в ритме раздражителя. Люди с наиболее подвижной нервной системой быстрее осваивают навыки релаксации.

5) Эмоциональная устойчивость. Человек с высокой способностью действовать в условиях помех и негативных эмоциональных факторов способен быстрее освоить навыки релаксации.

6) Стрессоустойчивость. Умение мобилизоваться, сохранять точность и быстроту реагирования. Испытуемые с высокой стрессоустойчивостью имеют малый диапазон глубин электродермальной реакции.

7) Распределение внимания. Человек с высокой способностью одновременного выполнения двух задач также успешен и при выработке навыка на релаксацию: одновременное слежение за анимационной картиной и применение способов самоуспокоения.

8) Скорость переделки навыков. Работники с высокой способностью обретения навыков в похожих видах деятельности, успешны и при обучении навыкам релаксации.

9) Методика измерения уровня тревожности по Тейлору. Позволяет оценить уровень тревожности. При высокой тревожности человек имеет большую мотивацию к обучению навыкам на саморелаксацию. Возможно применение вместо этой методики теста Спилбергера по определению ситуативной тревоги и личной тревожности.

10) Потребность в достижениях. При средней и высокой потребности в достижениях человек быстрее обретает навыки на саморелаксацию.

11) Уровень субъективного контроля. Люди с интернальным контролем быстрее вырабатывают навык на саморелаксацию.

Исследование профессионально-важных качеств при профессиональном отборе. Сравнение категорий ошибок водителей транспортных средств с причинами ДТП показывает, что задержка распознаваемости предметов, в результате которой происходит около 50 % ДТП, зависит главным образом от временной ошибки. Принятие ошибочных решений водителями является причиной 40 % ДТП (ошибки исполнения). Важное значение для повышения надежности водителя имеет проверка состояния здоровья, функций органов чувств и изучение психофизиологических особенностей. Для такого изучения нужны соответствующие приборы и методы, обеспечивающие на должном уровне индивидуализированный подход при медицинском освидетельствовании водителей и кандидатов. Задачей исследований является анализ предпосылок ошибочных действий водителей, диагностика актуального состояния участников эксперимента, а также поиск методов коррекции уязвимых профессионально-важных качеств участников эксперимента – водителей и кандидатов.

На рисунке 2 представлены основные компоненты структуры деятельности водителя транспортных средств.

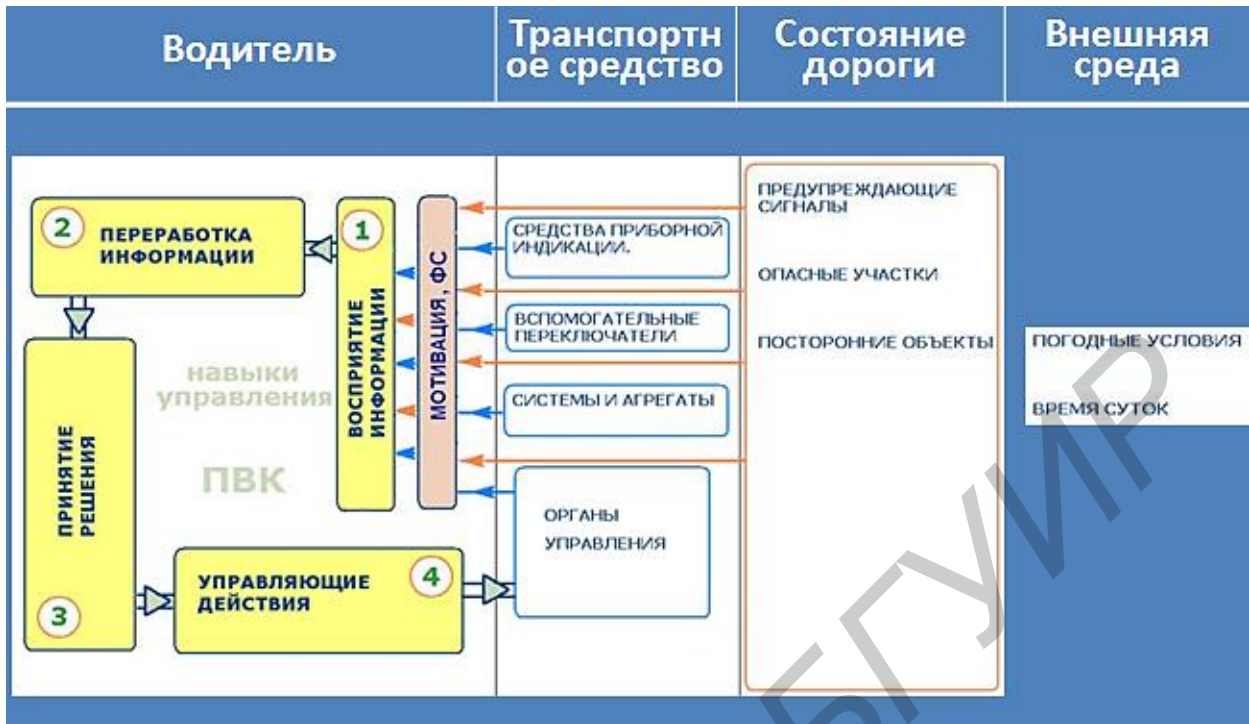


Рис. 2. Основные компоненты структуры деятельности водителя транспортных средств [5]

Применительно к транспортному процессу структурную схему системы эксплуатации транспортного средства можно представить состоящей из четырех основных элементов: водитель – автомобиль – дорога – среда [5]. Блок-схема компьютерных методов повышения уязвимых профессионально-важных качеств в составе мероприятий по профотбору водителей представлена на рисунке 3.



Рис. 3. Основные компоненты структуры деятельности водителя транспортных средств [5]

Для проведения экспериментальных исследований использованы аппаратно-программные комплексы УПДК-МК авто и стабилотренажёр Д-01.

Аппаратно-программный комплекс тестирования и развития УПДК-МК авто обеспечивает тестирование следующих ПВК водителя.

1) Оценка психофизиологических характеристик: готовность к психофизиологическим исследованиям; восприятие пространственных отношений и времени; глазомер; устойчивость, переключаемость и распределение внимания; память; психомоторика; эмоциональная устойчивость; динамика работоспособности; скорость формирования психомоторных навыков; оценка моторной согласованности действий рук.

2) Оценка свойств и качеств личности водителя, которые позволяют ему безопасно управлять транспортным средством: нервно-психическая устойчивость; свойства темперамента; склонность к риску; конфликтность; монотоностойчивость.

Программно-аппаратный стабилметрический комплекс стабилотренажёр Д-01 основан на использовании стабилметрической платформы балансирующего типа с биологической обратной связью по отклонению опорной поверхности от горизонтального положения. Платформа характеризуется наличием ряда устойчивых положений и позволяет оценивать и тренировать способность человека воспроизводить движениями центра тяжести тела заданные траектории.

Оценка уровня психофизиологической пригодности водителей сводится к определению количества уязвимых (ниже нормы) профессионально-важных качеств (ПВК). По результатам соответствия ПВК норме присваивается вид допуска (профпригодности): Д1, Д2, Д3 и недопуск.

Результаты прохождения комплекса тестов представлены на рисунке 4. Испытуемые разбиты на три группы: 1) кандидаты в водители; 2) водители со стажем до 4 лет; 3) водители со стажем 4 и более лет.

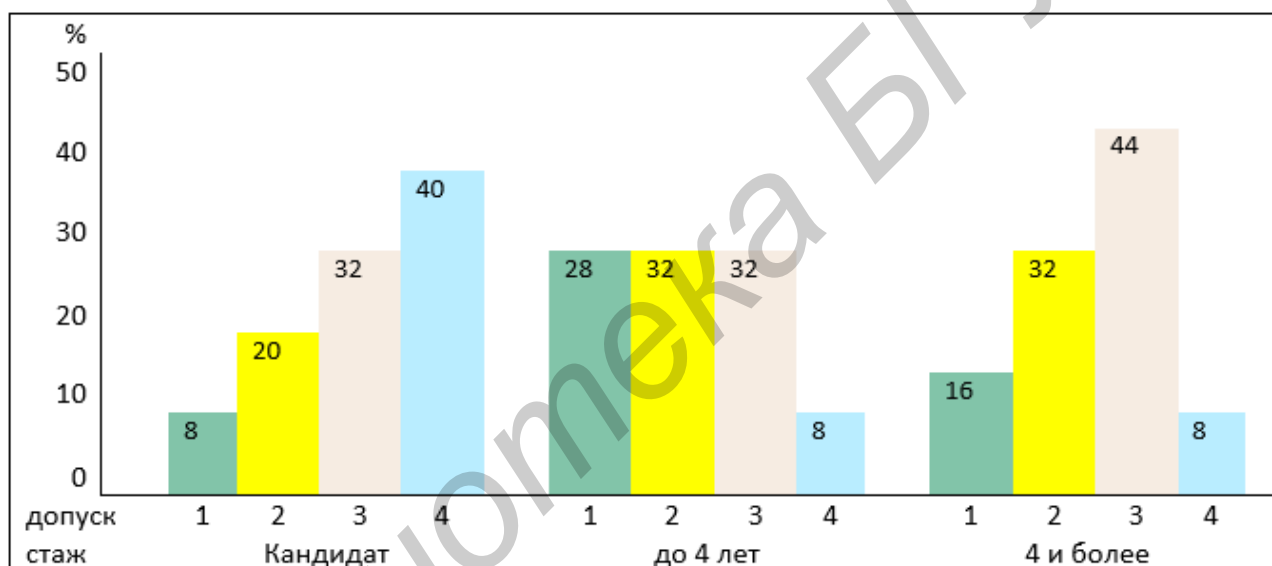


Рис. 4. Результаты прохождения участниками эксперимента комплекса тестов, где 1-Д1, 2-Д2, 3-Д3, 4-Недопуск

Процент недопуска снижается по мере возрастания стажа вождения. При этом 3-я группа (стаж вождения более 4 лет) показала, что по мере приобретения опыта происходит снижение самоконтроля за счет проявлений самоуверенности и некоторого пренебрежения к четности выполнения заданий.

Результаты теста на эмоциональную устойчивость показали следующее. Из всех участников эксперимента наиболее эмоционально устойчивыми являются 1-ой и 3-ей группы, т.е. участники, не имеющие опыта вождения (не знакомые с опытом принятия экстренных решений при аварийных ситуациях на дорогах) и водители, имеющие опыт вождения более 4 лет.

В таблице 2 представлен результат обработки результатов оценки уровня психофизиологических качеств и определения соотношения взаимного влияния некоторых психофизиологических качеств между собой.

Таблица 2. Коэффициент корреляции показателей эмоциональной устойчивости и сложной двигательной реакции

ЭУ \ СДР-М	Среднее время реагирования в задании №1	Время выбора	Среднее время реагирования в задании №2	Разница среднеарифметических времен реагирования
Количество ошибок без помехи	-0,40	-0,55	-0,70	-0,56
Среднеарифметическое время реагирования без помехи	0,42	-0,02	0,26	-0,03
Количество пропусков с помехой	0,42	-0,04	0,25	-0,04
Среднеарифметическое время реагирования с помехой	0,36	-0,10	0,16	-0,10

Выявлена обратно пропорциональная корреляционная зависимость между временем реагирования при сложных двигательных зрительно-моторных действиях и показателем эмоциональной устойчивости (количество ошибок без помехи), $r = -0,70$. Из этого можно сделать вывод, что чем меньше времени тратит водитель при принятии решения в процессе вождения, тем больше вероятность совершения ошибок на этапе принятия решения и при выполнении управляющих действий в нестандартных ситуациях и в условиях действия отвлекающих факторов.

Детальный анализ параметров психофизиологических качеств показывает, что при оценке уровня восприятия скорости и расстояния, количество точных попаданий пропорционально времени реагирования при оценке эмоциональной устойчивости ($r = 0,5$). Это означает, что чем выше эмоциональная устойчивость, тем более верно водитель транспортных средств способен оценивать скорость и дистанцию во время движения.

Литература

- [1]. Дементенко В.В. и др. Гипотеза о природе электродермальных реакций / Физиология человека. – 2000. – № 2, том 26. – С. 124-131.
- [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, № 1 (77), С. 62 – 69. URL: <http://elibrary.ru> – 22.03.2017.
- [3]. 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. URL: <http://elibrary.ru> – 22.03.2017.
- [4]. Применение модуля «Биоадаптивная система NeuroDog» как одного из методов психологической коррекции <http://www.neurocom.ru> – 6.03.2014.
- [5]. Дятлов М.Н. и др. Профессиональная надежность водителя автомобильного транспорта // Молодой ученый. – 2013. – №10. –С. 134-138.