

УДК 613.644:614.872.5

К вопросу о гигиеническом нормировании общей вибрации на рабочих местах водителей подъемного автотранспорта

Кравцов А. В., Сычик С. И., Соловьева И. В., Арбузов И. В.

*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье отражены результаты оценки психофизиологического состояния исследованных групп водителей подъемного автотранспорта, работающих в условиях комбинированного воздействия транспортной и транспортно-технологической вибрации, в сравнении с водителями, подвергающимися воздействию только транспортной или только транспортно-технологической вибрации. Выявлены достоверные различия адаптационных механизмов систем организма водителей подъемного автотранспорта по отношению к водителям грузового автотранспорта или водителям, подвергающимся воздействию только транспортно-технологической вибрации.

Ключевые слова: общая транспортная вибрация, общая транспортно-технологическая вибрация, водители подъемного автотранспорта, комбинированное воздействие, психофизиологическое состояние.

Введение. Известно, что одним из ведущих факторов риска нарушения здоровья являются неблагоприятные условия труда и несоблюдение гигиенических нормативных требований, что является причиной высокого уровня травматизма и производственно-обусловленных заболеваний, а для водителей также риска совершения дорожно-транспортных происшествий [1]. Трудовая деятельность водителей характеризуется высокой информационной нагрузкой, значительной длительностью сосредоточенного внимания, вынужденной рабочей позой, личным риском, ответственностью за жизнь других участников движения, опасностью аварии, что обуславливает повышенную нервно-эмоциональную нагрузку в их трудовой деятельности [2]. Кроме того, на водителей воздействуют физические факторы, сопутствующие трудовому процессу, которые при высоких уровнях негативно влияют на производительность труда и здоровье самих работников. [3]. Одним из этих факторов является вибрация, воздействие которой приобретает важное социальное и экономическое значение в связи со значительным контингентом работающих и серьезностью вибрационных нарушений [1, 4]. Неблагоприятное воздействие общей вибрации вызвано тем, что органы и отдельные части человеческого тела представляют собой механические системы, имеющие различные сосредоточенные массы, соединенные между собой упругими связями, при этом большинство внутренних органов имеют собственные частоты колебаний в диапазоне 4–9 Гц и при воздействии на человека внешних колебаний с такими частотами возникают резонансные колебания внутренних органов, что приводит к аномальным режимам их функционирования [5]. Нарушения функционирования внутренних органов приводят к развитию застойного возбуждения с последующим стойким изменением как в рецепторном аппарате, так и в различных отделах нервной системы и опосредованно через центральную нервную систему в тканях, системах и органах человека [1].

Водители подъемного автотранспорта в течение рабочей смены подвергаются воздействию транспортной вибрации при передвижении и транспортно-технологической вибрации — при выполнении технологических операций. До настоящего времени не изучен механизм комбинированного воздействия на организм работающих транспортной и транспортно-технологической вибрации и не разработаны гигиенический норматив и способ гигиенической оценки комбинированного воздействия транспортной и транспортно-технологической вибрации в Республике Беларусь, что не позволяет обеспечить соблюдение безопасных условий труда для данной категории водителей.

В рамках программы «Здоровье и среда обитания» в республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены» были проведены физиолого-гигиенические исследования особенностей комбинированного воздействия транспортной и транспортно-технологической вибрации на организм работающих в сравнении с воздействием только транспортной и только транспортно-технологической вибрацией.

Материалы, представленные в настоящей статье, отражают результаты физиолого-гигиенических исследований психофизиологического состояния работающих в условиях комбинированного воздействия общей транспортной и транспортно-технологической вибрации (экспонируемая группа), водителей грузового автотранспорта, работающих в условиях воздействия только общей транспортной вибрации (1-я контрольная группа), и водителей, подвергающихся воздействию только транспортно-технологической вибрации (2-я контрольная группа).

Цель работы — изучение особенности психофизиологического состояния водителей подъемного автотранспорта, подвергающихся комбинированному воздействию общей транспортной и общей транспортно-технологической вибрации, и сравнение с аналогичными показателями психофизиологического состояния водителей грузового автотранспорта, подвергающихся воздействию только транспортной вибрации, и водителей, подвергающихся воздействию только транспортно-технологической вибрации.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 105 водителей (35 водителей в каждой группе), работающих на предприятиях г. Минска. Возраст исследованных водителей экспонируемой группы составлял 42 [36; 48] лет, водителей 1-й контрольной группы — 41 [32; 51] лет и водителей 2-й контрольной группы — 38 [33; 46] лет. Достоверных отличий между экспонируемой группой и двумя контрольными группами по возрасту выявлено не было. Предметом исследований являлся психофизиологическое состояние водителей исследованных групп.

Психофизиологическое состояние работников оценивалось до начала и после окончания рабочей смены с использованием следующих методик аппаратно-программного комплекса «НС-ПсихоТест»:

- определение скорости сенсомоторной реакции и критериев, отражающих разные стороны текущего функционального состояния центральной нервной системы (далее — ЦНС): функциональный уровень системы, устойчивость реакции и уровень функциональных возможностей. Функциональный уровень системы — величина, определяемая положением вариационной кривой относительно абсциссы, т. е. абсолютными значениями времени сенсорно-моторной реакции. Устойчивость реакции — это показатель, определяющий рассеивание времени сенсорно-моторной реакции. Уровень функциональных возможностей — это показатель способности минимизировать время сенсорно-моторной реакции (методика «Простая зрительно-моторная реакция»);

- измерение уравновешенности нервных процессов, т. е. степени сбалансированности процессов возбуждения и торможения (методика «Реакция на движущийся объект»);

- оценка общей работоспособности водителей-операторов, предназначенная для диагностики силы нервных процессов путем измерения динамики темпа движений кисти и отражающая общую работоспособность человека (экспресс-методика «Теппинг-тест»);

- оценка подвижности нервных процессов в корковом отделе зрительного анализатора, определяемая по скорости возникновения и исчезновения возбуждения и торможения и характеризующая процесс утомления функционального состояния ЦНС (методика «Критическая частота слияния световых мельканий»);

- изучение внимания по определению времени реакции на сигналы в условиях помех (методика «Помехоустойчивость»);

- измерение точности управления движениями при решении двигательных задач по оценке статического и динамического тремора (методики «Контактная треморометрия» и «Контактная координациометрия по профилю»);

- определение подвижности нервных процессов в зрительном анализаторе, то есть способность глаза воспринимать низкочастотные периодические прерывания светового раздражителя (методика «Критическая частота слияния световых мельканий»);

- выявление типологических особенностей нервной системы, функциональной моторной асимметрии, величины вегетативных сдвигов на изометрическую нагрузку по определению силы и выносливости мышц рук (методика «Оценка мышечной выносливости» или «Динамометрия»).

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием пакета программ *Statistica 10.0*. Для анализируемых случаев распределение некоторых данных не подчинялось закону нормального распределения, поэтому при сравнении исследуемую группу водителей подъемного автотранспорта с каждой из контрольных групп по изучаемым признакам применялся *U*-критерий Манна — Уитни. Исходя из полученных сведений, по каждой из исследуемых групп рассчитыва-

лись Me (медиана), Q25 (25-й процентиль), Q75 (75-й процентиль). Уровень доверительной вероятности $p < 0,05$ расценивался как статистически значимый.

Результаты и их обсуждение. Сравнительная оценка результатов исследований психофизиологического состояния водителей экспонируемой и 1-й контрольной групп показала, что показатели критической частоты световых мельканий у водителей экспонируемой группы не отличались от данных показателей у водителей 1-й контрольной группы. В результате сравнения данных показателей у водителей экспонируемой группы, как до рабочей смены Me = 44,7 [40,7, 48,0] Гц, так и после ее окончания Me = 42,7 [38,0, 46,7] Гц реакция в ответ на убывающие сигналы достоверно ниже при $p < 0,01$ и $p < 0,01$ соответственно, чем у водителей 2-й контрольной группы, которые составляли Me = 46,7 [44,7, 49,3] Гц и Me = 46,0 [45,3, 48,3] Гц. Кроме того, у водителей экспонируемой группы отмечалось снижение ($p = 0,02$) уровня реакции по усредненному показателю после рабочей смены Me = 41,7 [39,5, 44,0] Гц по сравнению с данным показателем у водителей 2-й контрольной группы Me = 44,3 [41,7, 46,0] Гц. По уровню реакции на возрастающие дискретные световые сигналы и усредненному показателю критической частоты световых мельканий различий не установлено.

Лабильность нервной системы по Теппинг-тесту у водителей 1-й контрольной группы выше лабильности нервной системы водителей экспонируемой группы как до рабочей смены, так после ее окончания при $p = 0,01$. Кроме того у водителей экспонируемой группы общее число ударов, выносливость и лабильность нервной системы достоверно ниже данных показателей, чем у водителей 2-й контрольной группы как до рабочей смены, так и после ее окончания при $p < 0,01$ для каждого из показателей. Отмечалось уменьшение различий проанализированных показателей после рабочей смены. Результаты исследований в цифровых выражениях представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Показатели исследований, определенные по Теппинг-тесту, у водителей до и после рабочей смены

Показатель	Величины показателей Me [Q25; Q75]		
	Экспонируемая группа	1-я контрольная группа	2-я контрольная группа
Общее число ударов до работы	173,00[155,00; 195,00]	186,00[171,00; 196,00]	200,23[192,00; 216,00]**
Уровень лабильности до работы	3,00[2,00; 6,00]	5,46[5,00; 6,00]*	6,31[6,00; 7,00]**
Уровень выносливости до работы	5,40[4,00; 8,00]	7,00[5,00; 8,00]	8,00[7,00; 10,00]**
Общее число ударов после работы	182,00[149,00; 194,00]	190,00[166,00; 210,00]	195,00[176,00; 213,00]**
Уровень лабильности после работы	4,09[3,00; 5,00]	5,40[4,00; 7,00]*	6,00[5,00; 7,00]**
Уровень выносливости после работы	6,00[3,00; 7,00]	7,00[6,00; 9,00]	8,00[6,00; 10,00]**

* имеются статистически значимые различия между экспонируемой группой водителей и 1-й контрольной группой;

** имеются статистически значимые различия между экспонируемой группы водителей и 2-й контрольной группой.

В результате сравнительного анализа показателей простой зрительно-моторной реакции определено, что усредненный показатель реакции водителей экспонируемой группы после рабочей смены значительно выше ($p = 0,04$), чем у водителей 1-й контрольной группы, у водителей 2-й контрольной группы данный показатель ниже как до рабочей смены ($p < 0,01$), так и после ее окончания ($p < 0,01$).

Анализ дополнительных показателей, определяемых по результатам теста простой зрительно-моторной реакции, определил, что уровень функциональных возможностей статистически достоверно после рабочей смены выше как у водителей 1-й контрольной группы ($p = 0,04$), так и у водителей 2-й контрольной группы ($p < 0,01$) по сравнению с водителями экспонируемой группы. Также после

рабочей смены у водителей экспонируемой группы функциональный уровень системы ($p < 0,05$) и уровень реакции ($p = 0,02$) ниже данных показателей у водителей 2-й контрольной группы. До рабочей смены достоверных различий дополнительных показателей по тесту «Простой зрительной моторной реакции» не установлено.

Таблица 2 — Показатели исследований, определенные по результатам теста простой зрительно-моторной реакции, у водителей до и после рабочей смены

Показатель	Величины показателей Me [Q_{25} ; Q_{75}]		
	Экспонируемая группа	1-я контрольная группа	2-я контрольная группа
Среднее значение до работы, мс	235,00[203,00; 295,00]	218,00[207,00; 252,00]	210,99[194,12; 221,67]**
Стандартное отклонение до работы, мс	73,00[45,00; 114,00]	61,00[37,00; 97,00]	46,57[36,80; 96,93]
Функциональный уровень системы до работы	4,42[3,85; 4,77]	4,36[4,17; 4,94]	4,65[4,33; 4,85]
Устойчивость реакции до работы	1,96[1,25; 2,44]	1,89[1,64; 2,36]	1,97[1,81; 2,45]
Уровень функциональных возможностей до работы	3,56[2,83; 4,17]	3,62[3,32; 4,03]	3,57[3,41; 4,13]
Среднее значение после работы, мс	241,00[208,00; 290,00]	210,00[191,00; 241,00]*	201,80[189,35; 243,39]**
Стандартное отклонение после работы, мс	73,00[45,00; 97,00]	52,00[38,00; 151,00]	54,36[40,23; 81,96]
Функциональный уровень системы после работы	4,32[4,08; 4,72]	4,60[4,30; 4,81]	4,67[4,36; 4,96]**
Устойчивость реакции после работы	1,85[1,57; 2,28]	1,98[1,70; 2,51]	2,10[1,80; 2,60]**
Уровень функциональных возможностей после работы	3,39[3,01; 3,85]	3,55[3,38; 4,17]*	3,94 [3,42; 4,24]**

*имеются статистически значимые различия у водителей экспонируемой группы и 1-й контрольной группы;

**имеются статистически значимые различия у водителей экспонируемой группы и 2-й контрольной группы.

Анализ теста реакции на движущийся объект показал, что реакций опережения как до рабочей смены ($p = 0,02$), так и после рабочей смены ($p < 0,01$) у водителей экспонируемой группы больше, чем у водителей 1-й контрольной группы. Реакций запаздывания после рабочей смены больше ($p < 0,01$) у водителей 1-й контрольной группы, по сравнению с данным показателем у водителей экспонируемой группы после рабочей смены. Число реакций запаздывания до рабочей смены статистически не отличаются у двух сравниваемых групп. Точные реакции у водителей экспонируемой группы до и после рабочей смены не отличались или незначительно отличались от данных показателей у водителей 1-й контрольной группы. При сравнительном анализе показателей точных и запаздывающих реакций у водителей экспонируемой и 2-й контрольной групп установлено, что данные показатели достоверно меньше у водителей экспонируемой группы, чем у водителей 2-й контрольной группы как до рабочей смены ($p < 0,01$ и $p < 0,01$ соответственно), так и после ее окончания ($p < 0,01$ и $p < 0,01$ соответственно), число реакций опережения достоверно больше до и после рабочей смены при $p < 0,01$ и $p < 0,01$ соответственно. Показатели энтропии между тремя группами сравнения статистически не отличались.

Данные исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 — Показатели исследований, определенные по тесту реакции на движущийся объект, у водителей до и после рабочей смены

Показатель	Величины показателей Me [Q_{25} ; Q_{75}]		
	Экспонируемая группа	1-я контрольная группа	2-я контрольная группа
Число точных реакций до работы	16[10; 23]	19[15;25]	23,00[19; 27]**
Число опережений до работы	21[13; 31]	16[6; 22]*	14,00[9; 20]**

Окончание табл. 3

Показатель	Величины показателей Me [Q25; Q75]		
	Экспонируемая группа	1-я контрольная группа	2-я контрольная группа
Число запаздываний до работы	8[4; 14]	13[5; 19]	11,00[9; 14]**
Энтропия до работы	2,72[2,66; 3,04]	2,82[2,67; 2,96]	2,91[2,63; 3,04]
Число точных реакций после работы	15[10; 23]	22[14; 28]	22,00[18; 27]**
Число опережений после работы	30[21; 37]	10 [5; 19]*	15,00[7; 21]**
Число запаздываний после работы	6[4,00; 8,00]	12[7; 22]*	10,00[7; 15]**
Энтропия после работы	2,72[2,63; 2,95]	2,86[2,63; 2,97]	2,83[2,66; 2,94]

*имеются статистически значимые различия между водителями экспонируемой и 1-й контрольной групп;

**имеются статистически значимые различия между водителями экспонируемой и 2-й контрольной групп.

Среднее значение времени реакции при оценке помехоустойчивости у водителей экспонируемой группы до и после рабочей смены ниже, чем у водителей 1-й контрольной группы и водителей 2-й контрольной группы. Также следует отметить, что функциональный уровень системы, устойчивость реакции и уровень функциональных возможностей до и после рабочей смены выше у водителей экспонируемой группы, чем у водителей двух контрольных групп.

Таблица 4 — Показатели исследований, определенные при оценке помехоустойчивости, у водителей до и после рабочей смены.

Показатель	Величины показателей Me [Q25; Q75]		
	Экспонируемая группа	1-я контрольная группа	2-я контрольная группа
Среднее значение времени реакции до работы	378,00[356; 439]	365,00[345; 401]	340,50[328,50; 371,40]
Функциональный уровень системы до работы	3,20[3,00; 4,00]	3,20[2,90; 3,60]	3,30[3,20; 3,60]
Устойчивость реакции до работы	1,10[0,53; 1,60]	0,80[0,40; 1,50]	0,90[0,70; 1,40]
Уровень функциональных возможностей до работы	1,90[1,60; 3,20]	1,80[1,30; 2,60]	2,10[1,80; 2,60]
Среднее значение времени реакции после работы	370[358; 395]	355[335; 387]	352,50[327,20; 393,60]
Функциональный уровень системы после работы	3,20[2,90; 3,50]	3,20[2,90; 3,50]	3,40[3,20; 3,60]
Устойчивость реакции после работы	0,70[0,30; 1,20]	0,80[0,30; 1,10]	0,80[0,60; 1,30]
Уровень функциональных возможностей после работы	1,70[1,30; 2,30]	1,90[1,50; 2,30]	2,00[1,70; 2,50]

*имеются статистически значимые различия между водителями экспонируемой и 1-й контрольной групп;

**имеются статистически значимые различия между водителями экспонируемой и 2-й контрольной групп.

Анализ результатов теста оценки вестибулярного анализатора показал, что у водителей экспонируемой группы до рабочей смены количество касаний, общая длительность касаний, частота касаний в пробе «5 мм» меньше ($p < 0,01$) для каждого из показателей, чем у водителей 1-й контрольной группы, но время координации и средний период двигательного цикла больше ($p < 0,01$) для каждого из показателей, чем у водителей 1-й контрольной группы. У водителей 1-й контрольной группы после рабочей смены в пробе «5 мм» для правой руки отмечались более высокие показатели количества касаний, общей длительности касаний и частоты касаний ($p < 0,05$) для каждого из показателей, при этом время координации и средний период двигательного цикла меньше ($p < 0,05$) для каждого из показателей, чем у водителей экспонируемой группы. При оценке показателей для левой руки в пробе «5 мм» и «6 мм», а также для правой руки в пробе «6 мм» по всем исследованным показателям,

определенным по методике «Контактной координациометрии» не отмечалось статистических различий. По результатам анализа теста «Координационной треморометрии» у водителей экспонируемой группы и водителей 2-й контрольной группы установлено, что до рабочей смены количество касаний, общая длительность касаний, частота касаний в пробе «5 мм» для правой руки ($p < 0,01$) для каждого из показателей водителей экспонируемой группы меньше, чем у водителей 2-й контрольной группы. Время координации до рабочей смены в пробе «5 мм» меньше у водителей 2-й контрольной группы, по сравнению с данным показателем у водителей экспонируемой группы ($p < 0,01$). Средний период двигательного цикла в пробе «5 мм» для правой руки у водителей подъемного автотранспорта ($p < 0,01$) больше, чем у водителей 3-й экспонируемой группы. Также отмечалось, что в пробе «6 мм» для правой руки общая длительность касаний ($p = 0,04$) в течение пробы у водителей 2-й контрольной группы меньше, чем у водителей экспонируемой группы. Время координации до рабочей смены в пробе «6 мм» для правой руки достоверно ($p = 0,04$) выше у водителей 2-й контрольной группы, по сравнению с данным показателем у водителей экспонируемой группы. По количеству касаний пластины в пробе, общей длительности касаний в течение пробы, времени координации, частоте касаний, средней длительности одного касания, среднему периоду двигательного цикла до и после рабочей смены для левой руки в пробе «5 мм» и «6 мм» отличий между исследованными группами не установлено.

Таблица 5 — Показатели исследований, определенные по статической треморометрии, у водителей до и после рабочей смены.

Показатель		Величины показателей Me [Q25; Q75]		
		Экспонируемая группа	1-я контрольная группа	2-я контрольная группа
1	2	3	4	5
Проба «5 мм» — правая рука до работы	Количество касаний пластины в пробе	26,00[13,00; 32,40]	67,00[38,00; 97,00]*	56,00 [33,00; 77,00]**
	Общая длительность касаний в течение пробы, сек	0,70[0,50; 1,30]	2,10[1,10; 2,80]*	1,90[1,00; 2,40]**
	Время координации, с	39,40 [38,70; 39,60]	37,90[37,20; 38,90]*	38,10[37,60; 39,00]**
	Частота касаний, Гц	0,73[0,35; 1,15]	1,68[0,95; 2,43]*	1,40[0,83; 1,93]**
	Средняя длительность одного касания, с	0,03[0,02; 0,03]	0,03[0,02; 0,04]*	0,03[0,03; 0,04]**
	Средний период двигательного цикла, с	1,46[0,83; 2,65]	0,57[0,38; 1,01]*	0,67[0,49; 1,16]**
Проба «6 мм» — правая рука до работы	Количество касаний пластины в пробе	15,00[4,00; 34,00]	8,00[2,00; 23,00]	5,00[1,00; 14,00]**
	Общая длительность касаний в течение пробы, сек	0,60[0,20; 1,50]	0,20[0,00; 0,80]	0,10[0,00; 0,50]**
	Время координации, с	39,70[38,50; 39,90]	39,80[39,20; 40,00]	39,90[39,50; 40,00]
	Частота касаний, Гц	0,28[0,10; 1,45]	0,20[0,05; 0,58]	0,13[0,03; 0,35]
	Средняя длительность одного касания, с	0,03[0,02; 0,03]	0,02[0,01; 0,03]	0,02 [0,01; 0,03]
	Средний период двигательного цикла, с	3,31[0,65; 7,97]	4,43[1,64; 13,32]	6,66[2,63; 19,99]
Проба «5 мм» — левая рука до работы	Количество касаний пластины в пробе	71,00[50,00; 109,00]	94,00[54,00; 166,00]	83,00[54,00; 127,00]
	Общая длительность касаний в течение пробы, с	1,80[1,40; 3,20]	2,90[1,60; 5,40]	2,90[1,60; 4,90]
	Время координации, с	38,20[36,80; 38,60]	37,10[34,60; 38,40]	37,10[35,10; 38,50]
	Частота касаний, Гц	1,78[1,25; 2,73]	2,35[1,35; 4,15]	2,08[1,35; 3,18]
	Средняя длительность одного касания, с	0,03[0,02; 0,04]	0,03[0,03; 0,04]	0,03[0,03; 0,04]
	Средний период двигательного цикла, с	0,53[0,34; 0,75]	0,39 [0,21; 0,70]	0,44[0,27; 0,70]

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5
Проба «6 мм» — левая рука до работы	Количество касаний пластины в пробе	14,00[7,00; 35,00]	22,00[4,00; 52,00]	7,00[3,00; 49,00]
	Общая длительность касаний в течение пробы, с	0,30[0,20; 0,90]	0,70[0,10; 1,50]	0,20[0,10; 1,80]
	Время координации, с	39,70[39,10; 39,80]	39,30[38,50; 39,90]	39,80[38,20; 39,90]
	Частота касаний, Гц	0,35[0,18; 0,88]	0,55[0,10; 1,30]	0,18[0,08; 1,23]
	Средняя длительность одного касания, с	0,02[0,02; 0,04]	0,03[0,02; 0,03]	0,03[0,02; 0,03]
	Средний период двигательного цикла, с	2,65[1,09; 4,94]	1,71[0,73; 7,98]	4,97[0,76; 9,98]
Проба «5 мм» — правая рука после работы	Количество касаний пластины в пробе	35,00[19,00; 69,00]	61,00[35,00; 108,00]*	60,00[29,00; 77,00]
	Общая длительность касаний в течение пробы, с	1,10[0,70; 1,90]	1,70[1,00; 2,80]*	1,60[0,90; 2,80]
	Время координации, с	38,90[38,10; 39,30]	38,30[37,20; 39,00]*	38,40[37,20; 39,10]
	Частота касаний, Гц	0,88[0,53; 1,73]	1,53 [0,88; 2,70]*	1,50[0,73; 1,93]
	Средняя длительность одного касания, с	0,03[0,02; 0,03]	0,03[0,02; 0,04]*	0,03[0,02; 0,04]
	Средний период двигательного цикла, с	1,09[0,54; 1,78]	0,61[0,34; 1,09]	0,64[0,48; 1,31]
Проба «6 мм» — правая рука после работы	Количество касаний пластины в пробе	15,00[5,00; 34,00]	7,00[3,00; 23,00]	5,00[3,00; 34,00]
	Общая длительность касаний в течение пробы, с	0,50[0,10; 1,00]	0,20[0,00; 0,60]	0,20[0,00; 1,10]
	Время координации, с	39,50[39,00; 39,90]	39,80[39,40; 40,00]	39,80[38,90; 40,00]
	Частота касаний, Гц	0,38[0,13; 0,85]	0,18[0,08; 0,58]	0,13[0,08; 0,85]
	Средняя длительность одного касания, с	0,03[0,02; 0,03]	0,02[0,01; 0,03]	0,03[0,01; 0,04]
	Средний период двигательного цикла, с	2,46[1,11; 6,63]	4,99[1,64; 9,99]	6,61[1,11; 9,99]
Проба «5 мм» — левая рука после работы	Количество касаний пластины в пробе	92,00[54,00; 125,00]	69,00[48,00; 109,00]	69,00[40,00; 92,00]
	Общая длительность касаний в течение пробы, с	2,90[1,60; 3,30]	2,50[1,40; 3,40]	2,10[1,30; 3,40]
	Время координации, с	37,10[36,70; 38,40]	37,50[36,60; 38,60]	37,90[36,60; 38,70]
	Частота касаний, Гц	2,30[1,35; 3,13]	1,73[1,20; 2,73]	1,73[1,00; 2,30]
	Средняя длительность одного касания, с	0,03[0,03; 0,03]	0,03[0,03; 0,04]	0,04[0,03; 0,04]
	Средний период двигательного цикла, с	0,40[0,27; 0,70]	0,52[0,33; 0,79]	0,53[0,40; 0,93]
Проба «6 мм» — левая рука после работы	Количество касаний пластины в пробе	17,00[8,00; 51,00]	11,00[5,00; 37,00]	21,00[5,00; 58,00]
	Общая длительность касаний в течение пробы, с	0,50[0,20; 1,20]	0,30[0,10; 1,20]	0,60[0,20; 1,50]
	Время координации, с	39,50[38,80; 39,80]	39,80[38,80; 39,90]	39,40[38,50; 39,80]
	Частота касаний, Гц	0,43[0,20; 1,28]	0,28[0,13; 0,93]	0,53[0,13; 1,45]
	Средняя длительность одного касания, с	0,02[0,02; 0,03]	0,02[0,02; 0,03]	0,03[0,02; 0,03]
	Средний период двигательного цикла, с	2,20[0,74; 4,38]	3,31[1,02; 6,64]	1,79[0,65; 6,64]

* имеются статистически значимые различия между экспонируемой группой и 1-й контрольной группой;

** имеются статистически значимые различия между экспонируемой группой и 2-й контрольной группой.

При оценке результатов проведенных исследований динамической треморометрии не отмечалось различий между показателями у водителей экспонируемой и 1-й контрольной групп.

Полученные результаты теста «Контактной координациометрии по профилю» свидетельствуют о том, что продолжительность пробы и время координации у водителей экспонируемой группы до рабочей смены для левой и правой руки ниже ($p < 0,01$) для каждого из показателей, чем у водителей 2-й контрольной группы. Частота касаний до рабочей смены для обеих рук у водителей экспонируемой группы выше ($p < 0,01$) для каждого из показателей, чем у водителей 2-й контрольной группы. После рабочей смены у водителей экспонируемой группы продолжительность проб для правой руки ($p = 0,04$) и общая длительность касаний ($p = 0,04$) длительней, чем у водителей 2-й контрольной группы.

Таблица 6 — Показатели исследований, определенные по тесту «Контактной координациометрии по профилю», у водителей до и после рабочей смены

Показатель		Величины показателей Ме [Q25; Q75]		
		Экспонируемая группа	1-я контрольная группа	2-я контрольная группа
Правая рука до работы	Количество касаний пластины в пробе	16,00 [11,10; 21,70]	13,30 [11,00; 28,30]	23,10 [19,80; 32,90]
	Общая длительность касаний в течение пробы, с	64,00 [48,00; 91,00]	68,00 [54,00; 80,00]	62,00 [49,00; 75,00]
	Время координации, с	2,10 [1,40; 3,60]	2,80 [1,80; 3,90]*	2,70 [1,80; 3,20]
	Частота касаний, Гц	13,00 [9,60; 17,00]	11,30 [8,30; 22,20]	21,80 [17,80; 30,30]**
	Средняя длительность одного касания, с	4,60 [2,60; 5,90]	4,40 [2,80; 6,40]	2,70 [2,00; 3,60]
Левая рука до работы	Количество касаний пластины в пробе	14,60 [12,50; 21,50]	15,50 [13,30; 21,80]	23,20 [19,60; 26,90]
	Общая длительность касаний в течение пробы, с	85,00 [64,00; 100,00]	91,00 [73,00; 111,00]	86,00 [57,00; 104,00]
	Время координации, с	3,00 [2,10; 3,70]	3,50 [2,40; 5,40]	3,30 [2,00; 4,00]
	Частота касаний, Гц	12,30 [10,10; 18,50]	12,50 [8,30; 19,30]	20,40 [16,20; 23,50]
	Средняя длительность одного касания, с	5,50 [3,00; 7,00]	6,20 [3,60; 7,30]	4,10 [2,30; 5,10]
Правая рука после работы	Количество касаний пластины в пробе	27,10 [17,70; 30,10]	24,00 [14,00; 34,00]	21,30 [15,50; 27,20]
	Общая длительность касаний в течение пробы, с	64,00 [52,00; 103,00]	64,00 [47,00; 84,00]	68,00 [55,00; 76,00]**
	Время координации, с	3,00 [1,80; 3,90]	2,10 [1,70; 3,00]	2,00 [1,70; 2,70]
	Частота касаний, Гц	22,90 [15,70; 26,20]	22,20 [10,80; 29,70]	18,90 [13,20; 23,00]
	Средняя длительность одного касания, с	2,70 [2,00; 4,10]	2,90 [2,00; 5,10]	2,90 [2,20; 4,50]
Левая рука после работы	Количество касаний пластины в пробе	22,50 [15,60; 26,90]	22,50 [15,10; 29,30]	21,90 [16,30; 23,90]
	Общая длительность касаний в течение пробы, с	80,00 [64,00; 112,00]	74,00 [62,00; 99,00]	85,00 [69,00; 107,00]
	Время координации, с	2,90 [2,10; 3,30]	3,10 [2,40; 4,00]	3,20 [2,60; 3,70]
	Частота касаний, Гц	18,50 [14,40; 24,70]	19,90 [12,20; 26,00]	18,80 [12,20; 21,10]
	Средняя длительность одного касания, с	3,50 [2,60; 5,50]	3,20 [2,30; 6,20]	4,10 [3,10; 5,80]

* имеются статистически значимые различия между экспонируемой группой и 1-й контрольной группой;

** имеются статистически значимые различия между экспонируемой группой и 2-й контрольной группой.

При оценке результатов силы и выносливости рук статистически значимые различия не отмечались, кроме выносливости левой руки до рабочей смены. Выносливость левой руки у водителей экс-

понимаемой группы до рабочей смены меньше ($p = 0,02$), чем у водителей 1-й контрольной группы. При оценке результатов силы и выносливости рук статистически значимых различий не отмечалось, кроме выносливости правой руки до и после рабочей смены. Выносливость правой руки у водителей экспонируемой группы до и после рабочей смены достоверно меньше ($p < 0,05$ и $p = 0,03$ соответственно), чем у водителей 2-й контрольной группы.

Заключение. По результатам оценки психофизиологического состояния водителей подъемного автотранспорта, работающих в условиях комбинированного воздействия общей транспортной и транспортно-технологической вибрации, в сравнении с двумя группами водителей, подвергающихся воздействию только транспортной или только транспортно-технологической вибрации, определены достоверные различия психофизиологических показателей систем организма водителей подъемного автотранспорта по отношению к обеим контрольным группам водителей. В связи с этим представляется некорректным гигиеническое нормирование общей вибрации на рабочих местах водителей подъемного автотранспорта предельно допустимыми уровнями общей транспортной вибрации или общей транспортно-технологической вибрации.

Литература

1. Измеров, Н. Ф. Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль / Н. Ф. Измеров, Г. А. Суворов, — М. : Медицина, 2003. — 560 с.
2. Захаров, С. В. Анализ условий труда водителей автомобильного транспорта / С. В. Захаров, Д. Н. Легусова — Безопасность труда. — 2012. — 1. — С. 46–82.
3. Профессиональный риск для здоровья работников : руководство / под ред. Н. Ф. Измерова и Э. И. Денисова. — М. : Тривант, 2003. — 430 с.
4. Действие вибрации на организм человека [Электронный ресурс]. — Режим доступа : https://studwood.ru/2544556/bzhd/deystvie_vibratsii_organizm_cheloveka. — Дата доступа : 23.11.2018).
5. Muscle Vibration and Spatial Orientation During Stepping in Place in Humans / M. Bove [et al.]. — J. Neurophysiol. — 2002. — Vol. 88, no 5. — P. 2232–2241.

To the question about the hygienic regulation of vibration at workstations of drivers of lifting vehicles

Kravtsov A. V., Sychik S. I., Solozjewa I. V., Arbuzov I. V.

*Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of Hygiene”,
Minsk, Republic of Belarus*

The article reflects the results of assessing the psychophysiological state of the studied groups of drivers of hoisting vehicles operating under the combined effects of transport and transport-technological vibration, in comparison with drivers exposed to only transport or only transport-technological vibration. Significant differences in the adaptive mechanisms of the bodies systems of the drivers of lifting vehicles in relation to drivers of freight vehicles or drivers exposed to only transport and technological vibration are revealed.

Keywords: General transport vibration, General transport-technological vibration, drivers, lifting transport, combined effect, physiological status.

Поступила 20.09.2019