

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-2-109-114>

УДК 613.65:614.86:656.025.2

© Коллектив авторов, 2022

Фесенко М.А.¹, Глухов Д.В.¹, Калинина С.А.¹, Меркулова А.Г.^{1,2}, Вуйцик П.А.^{1,2}**Особенности психофизиологического состояния водителей легкового автотранспорта в динамике рабочей смены**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, 105275;²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, ул. Трубецкая, 8/2, 119991

Введение. Вождение легкового автотранспорта в состоянии утомления является одной из основных причин аварийных ситуаций. По статистике до 30% ДТП происходит вследствие вождения в состоянии утомления или усталости. Для предупреждения наступления аварийных ситуаций и травматизма водителей требуется изучение функциональных возможностей работников с целью оптимизации режимов работы и обоснования продолжительности рабочего дня в зависимости от возраста и группы здоровья.

Цель исследования — изучение изменений психофизиологического состояния водителей легкового автотранспорта разных возрастных групп в динамике рабочих смен.

Материалы и методы. Для оценки напряжённости труда водителей проведён анализ показателей центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Оценка состояния центральной нервной системы определялась при помощи бланкового теста с кольцами Ландольта и сложной зрительно-моторной реакции. Состояние сердечно-сосудистой системы определяли по показателям артериального давления по методу Короткова, регистрации частоты сердечных сокращений, рассчитывали индекс функциональных изменений системы кровообращения по Баевскому. Проведена гигиеническая оценка тяжести и напряжённости трудового процесса по Руководству Р 2.2.2006-05.

Результаты. По результатам гигиенической оценки установлено, что труд водителей легкового автотранспорта соответствует классу 3.1 по тяжести и классу 3.2 по напряжённости трудового процесса. В динамике дневных рабочих смен водителей выявлено ухудшение показателей внимания и скорости реакции. Установлено, что высоконапряжённая работа водителей негативно отражается на показателях систем организма, это подтверждается высокими уровнями показателей диастолического, систолического давления и увеличением частоты сердечных сокращений в течение всей рабочей смены, которые превышают физиологические нормы рабочего напряжения.

Заключение. Полученные данные указывают на перенапряжение организма водителей легкового автотранспорта в динамике всего периода их обследования, что при хроническом воздействии может способствовать развитию у них производственно-обусловленных заболеваний сердечно-сосудистой системы. Необходимо и в дальнейшем разрабатывать документы рекомендательного характера для конкретных категорий водителей легкового автотранспорта, содержащие систему профилактических мероприятий, направленных на поддержание их работоспособности в течении рабочей смены, которые могут включать как специализированный комплекс физических упражнений, гимнастику для глаз, так и методы саморегуляции и релаксации, применяемые для нормализации сна, снятия стресса, восстановления психофизиологического состояния и др.

Ключевые слова: водители легкового автотранспорта; напряжённость труда; функциональное состояние; перенапряжение

Для цитирования: Фесенко М.А., Глухов Д.В., Калинина С.А., Меркулова А.Г., Вуйцик П.А. Особенности психофизиологического состояния водителей легкового автотранспорта в динамике рабочей смены. *Мед. труда и пром. экол.* 2022; 62(2): 109–114. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-2-109-114>

Для корреспонденции: Калинина Светлана Александровна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики ФГБНУ «НИИ МТ». E-mail: kalininas.a.82@mail.ru

Участие авторов:

Фесенко М.А. — концепция и дизайн исследования;

Глухов Д.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование;

Калинина С.А. — сбор и обработка материала, написание текста;

Меркулова А.Г. — сбор и обработка материала, написание текста;

Вуйцик П.А. — сбор материала.

Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 08.11.2021 / Дата принятия к печати: 25.01.2022 / Дата публикации: 25.03.2022

Marina A. Fesenko¹, Dmitriy V. Glukhov¹, Svetlana A. Kalinina¹, Anastasiya G. Merkulova^{1,2}, Pert A. Vuytsik^{1,2}**Peculiarities of psychophysiological state of car drivers in the dynamics of the working shift**¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, 105275;²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8/2, Trubetskaya str., Moscow, 119991

Introduction. Fatigue driving is one of the main causes of accidents. According to statistics, up to 30% of road traffic accidents occur due to driving in a state of fatigue or tiredness. To prevent the onset of accidents and injuries to drivers, it is necessary to study the functional capabilities of employees in order to optimize work modes and justify the duration of the working day depending on age and health group.

The aim of the work is to study changes in the psychophysiological state of drivers of light vehicles of different age groups in the dynamics of work shifts.

Materials and methods. To assess the work intensity of drivers, an analysis of the indicators of the central nervous and cardiovascular systems was carried out. Assessment of the state of the central nervous system was determined using a blank test with Landolt rings and a complex visual-motor reaction. The state of the cardiovascular system was determined by blood

pressure indicators by the Korotkov method, registration of heart rate, the index of functional changes in the circulatory system according to Baevsky was calculated. A hygienic assessment of the heaviness and intensity of the labor process was carried out according to the Guidelines R 2.2.2006-05.

Results. According to the results of the hygienic assessment, it was found that the work of drivers of light vehicles corresponds to class 3.1 in terms of heaviness and class 3.2 in terms of the intensity of the labor process. In the dynamics of the drivers' daytime work shifts, a deterioration in the indicators of attention and reaction speed was revealed. It was found that the highly stressful work of drivers negatively affects the indicators of body systems, this is confirmed by high levels of diastolic, systolic pressure and an increase in heart rate during the entire work shift, which exceed the physiological norms of working stress.

Conclusion. The data obtained indicate an overstrain of the body of drivers of passenger vehicles in the dynamics of the entire period of their examination, which, with chronic exposure, can contribute to the development of industrial-related diseases of the cardiovascular system. It is necessary to further develop recommendatory documents for specific categories of drivers of light vehicles, containing a system of preventive measures aimed at maintaining their performance during the work shift, which can include both a specialized set of physical exercises, gymnastics for the eyes, and methods of self-regulation and relaxation, used to normalize sleep, relieve stress, restore psychophysiological state, etc.

Keywords: car drivers; labor intensity; functional condition; overstrain

For citation: Fesenko M.A., Glukhov D.V., Kalinina S.A., Merkulova A.G., Vuytsik P.A. Peculiarities of psychophysiological state of car drivers in the dynamics of the working shift. *Med. truda i prom. ecol.* 2022; 62(2): 109–114. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-2-109-114> (in Russian)

For correspondence: Svetlana A. Kalinina, senior researcher of the laboratory of labor physiology and preventive ergonomics of Izmerov Research Institute of Occupational Health, Cand. of Sci. (Biol.). E-mail: kalininas.a.82@mail.ru

Information about the authors: Fesenko M.A. <https://orcid.org/0000-0001-7136-1442>

Glukhov D.V. <https://orcid.org/0000-0001-5704-0650>

Kalinina S.A. <https://orcid.org/0000-0002-4603-8034>

Merkulova A.G. <https://orcid.org/0000-0002-0180-5754>

Vuytsik P.A. <https://orcid.org/0000-0003-4824-4648>

Contribution:

Fesenko M.A. — concept and design of the study;

Glukhov D.V. — concept and design of the study, editing;

Kalinina S.A. — collecting and processing material, writing text;

Merkulova A.G. — collecting and processing material, writing text;

Vuytsik P.A. — collection of material.

All co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Funding. The study had no funding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: 08.11.2021 / Accepted: 25.01.2022 / Published: 25.03.2022

Введение. Профессиональная деятельность водителей легкового автотранспорта, как разновидность операторской деятельности, связана с нервно-эмоциональными и зрительными нагрузками. Эмоциональные реакции играют важную роль в организации процесса адаптации к воздействию других факторов производственной среды, а также во многом определяют уровень надёжности водителя как звена системы «человек–автомобиль–среда движения» [1, 2]. Профессиональная деятельность водителей требует напряжения внимания, памяти, быстрой сенсомоторной координации, высокой скорости восприятия зрительных и слуховых сигналов. Центральное место в деятельности водителей легкового автотранспорта занимает решение задач, возникающих в процессе управления автомобилем. При этом нередко процесс принятия решений и прогнозирования последствий собственных действий на дорожно-транспортную обстановку в целом с точки зрения безопасности всех участников движения происходит в условиях дефицита времени. Типичный рабочий день водителя легкового автотранспорта составляет 11 часов [3, 4], в крупных городах около 40% водителей периодически выходят в ночную смену [5]. Длительное воздействие неблагоприятных факторов, обуславливающих напряжённость трудового процесса, оказывает существенное влияние на состояние центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Это может привести к формированию у водителей неблагоприятных функциональных состояний, таких как переутомление и перенапряжение, которые в свою очередь являются факторами риска развития патологических нарушений [6–9].

Вождение в состоянии утомления или усталости является одной из основных причин аварийных ситуаций.

В зарубежных исследованиях показано, что до 30% ДТП происходит вследствие вождения в состоянии утомления [10–14]. На законодательном уровне РФ водителю недопустимо управлять транспортным средством, находясь в болезненном или утомлённом состоянии¹. Снижение качества зрительного восприятия влечёт за собой ухудшение видимости удалённых объектов, неверной оценке расстояния до них и скорости движения других транспортных средств, следствием чего является длительная концентрация внимания на объектах дорожного движения и увеличение времени реагирования на внезапное изменение обстановки, возможно принятие неверных решений [15]. Усталость у водителей может приводить к потере бдительности и снижению концентрации внимания, затруднению удержания взгляда в фокусе, неосознанному изменению траектории движения, пересечению разделительных полос, съезду на обочину и засыпанию за рулём [16].

Проблема роста количества ДТП с участием пассажирского транспорта, обсуждённая на расширенном заседании коллегии МВД России с участием президента РФ в феврале 2020 г.², послужила причиной разработки нового документа, регламентирующего продолжительность рабочего дня водителей легкового автотранспорта. Осенью 2020 г. был издан Приказ Минтранса России № 424 от 16.10.2020 г. «Об утверждении Особенности режима

¹ Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 г. № 1090 (ред. от 31.12.2020) «О Правилах дорожного движения». Система ГАРАНТ. <https://base.garant.ru/77703558/> (дата обращения: 27.10.2021).

² Заседание коллегии МВД России. Президент России. <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/62860> (дата обращения: 27.10.2021).

рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей»³, вместо приказа Министерства транспорта РФ № 15 «Об утверждении Положения об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха водителей автомобилей», а также СанПиНа 4616-88 «Санитарные правила по гигиене труда водителей автомобилей». В новом документе внесены изменения, касающиеся продолжительности ежедневной работы, времени вождения до первого перерыва, указана длительность перерывов и отдыха. Однако существующие регламентирующие деятельность водителей документы не учитывают их возрастных особенностей, состояния здоровья, а требования к профилактическим мероприятиям, направленным на снижение утомления в динамике рабочей смены, вообще отсутствуют.

Существуют исследования, показывающие взаимосвязь между возрастом водителя и усталостью, поэтому важно оценивать состояние здоровья водителей во всех возрастных группах. Необходимо вырабатывать индивидуальные подходы к режиму труда и отдыха, а также проводить мероприятия, направленные на изменение отношения водителей к собственному здоровью [17, 18]. Для предупреждения наступления аварийных ситуаций и травматизма водителей требуется изучение функциональных возможностей работников с целью оптимизации режимов работы и обоснования продолжительности рабочего дня в зависимости от возраста и группы здоровья [19–23].

Цель исследования — изучение изменений психофизиологического состояния водителей легкового автотранспорта разных возрастных групп в динамике рабочих смен.

Материалы и методы. Проведено поперечное неконтролируемое исследование на случайных выборках на двух группах водителей легкового автотранспорта мужского пола: 1 группа — 32 водителя среднего возраста ($33,00 \pm 4,59$ года, стаж работы — $9,96 \pm 5,85$ года), 2 группа — 19 водителей старшего возраста ($53,3 \pm 4,8$ года; стаж $27,00 \pm 9,85$) в динамике дневных рабочих смен. Настоящее исследование является пилотным с целью получения предварительных данных для планирования дальнейших этапов исследования.

Исследование проведено в соответствии с Международным кодексом медицинской этики (1949 г.) и положениями Хельсинской декларации по доклиническим и клиническим исследованиям на людях и животных, принятой Всемирной медицинской ассоциацией (1964 г.). Исследование одобрено Локальным этическим комитетом ФГБНУ «НИИ МТ» (Протокол № 10 от 20.11.2019 г.). До начала исследования все обследуемые были ознакомлены с методикой его проведения, сопутствующими рисками и подписали информированное добровольное согласие.

Оценка функционального состояния организма работников проводилась в динамике смены в течение 7 рабочих дней, в соответствии с наиболее распространённым графиком работы: 6 рабочих дней и 1 выходной. В течение первых 6 рабочих дней проанализирована динамика работоспособности от начала к концу недели, а на 8 день (7 рабочий день) исследования оценена степень восстановления организма после выходного. Замеры показателей проводились три раза в день: в начале рабочего дня

(8:00), в середине (15:00) и в конце смены (20:00). Всего проанализирован 1071 человеко-день.

На основе хронометражных исследований трудовой деятельности водителей службы легкового автотранспорта был проведён профессиографический анализ, который включал оценку производственной нагрузки, а также гигиеническую оценку тяжести и напряжённости трудового процесса по Руководству Р 2.2.2006-05 [24].

Для оценки функционального состояния проведён анализ двух основных физиологических систем организма: центральной нервной (ЦНС) и сердечно-сосудистой (ССС).

Оценка состояния ЦНС определялась по характеристикам функции внимания: эффективности и стабильности по бланковому тесту с кольцами Ландольта. Эффективность оценивалась по показателю концентрации внимания с расчётом объёма воспринимаемой информации с учётом времени выполнения задания и допущенных ошибок (бит/с), стабильность — по коэффициенту вариативности (%). Функциональное состояние высших отделов ЦНС проводилось на основе оценки уровня операторской работоспособности на основе сложной зрительно-моторной реакции (СЗМР). В процессе выполнения теста регистрировался латентный период СЗМР, отражающий скорость восприятия и переработки зрительных сигналов.

Состояние ССС определяли по показателям артериального давления по методу Короткова, регистрации частоты сердечных сокращений (ЧСС), рассчитывали индекс функциональных изменений системы кровообращения (ИФИ) по Р.М. Баевскому [25].

Полученные результаты сравнивались с физиологическими нормами рабочего напряжения и перенапряжения организма при умственном труде⁴.

Дополнительно было проведено анкетирование водителей, направленное на оценку признаков сонливости.

Методика СЗМР проведена на приборе УПФТ 1/30 «Психофизиолог» (ООО НПКиФ «Медиком МТД», Россия). Замеры АДс и АДд проводились с использованием механического тонометра *Riester 1442-142 «Sanaphon»* («Рудольф Ристер ГмбХ», Германия), ЧСС — при помощи пульсоксиметра *MD300C22* («Бейджинг Чойс Электроник Технолоджи Ко., Лтд», КНР).

Статистическая обработка полученных в исследовании данных проводилась с использованием программного обеспечения *IBM SPSS Statistics 20* и *MS Office Excel 2016*. Сравнение полученных результатов проводилось при помощи методов параметрической статистики (*t*-критерий для зависимых выборок).

Результаты и обсуждение. По результатам оценки факторов трудового процесса, установлено, что труд водителя соответствует классу 3.1 по тяжести трудового процесса за счёт показателя «рабочая поза». Профессиональная деятельность водителей легкового автотранспорта в условиях длительного рабочего дня (более 8 часов) характеризуется высокой плотностью зрительных и слуховых сигналов (675 в течение часа) и сопровождается выраженными интеллектуальными, сенсорными, эмоциональными нагрузками и режимом работы, что позволяет отнести их труд по напряжённости к 3 классу 2 степени вредности. Такие уровни вредных факторов вызывают

³ Приказ Министерства транспорта РФ «Об утверждении Особенности режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей». Система ГАРАНТ. <https://base.garant.ru/75024227> (дата обращения: 27.10.2021).

⁴ Методические рекомендации по оценке физиологических норм напряжения организма человека, с учётом гендерных различий, при различных видах трудовой деятельности. ФГБНУ «НИИ МТ»; 2015.

стойкие функциональные изменения, которые в дальнейшем могут приводить к появлению начальных признаков производственно обусловленных заболеваний сердечно-сосудистой системы.

По данным интервьюирования было установлено, что в среднем длительность рабочего дня составляет 12 часов (от 10 до 15,5 ч). По результатам хронометражных исследований время активного управления автомобилем составляет 77,3% рабочего времени.

Высоконапряженная профессиональная деятельность водителей в процессе длительного рабочего дня формирует у них неблагоприятное функциональное состояние выраженного напряжения организма (гипертензивные реакции, снижение функциональных резервов физиологических систем и нарастание признаков неудовлетворительной адаптации организма), которое является фактором риска развития общесоматической патологии [26].

Оценка концентрации внимания проводилась по характеристикам эффективности и стабильности. Выполнение высоконапряженной работы, соответствующей операторскому виду деятельности водителей, приводит к статистически значимому снижению показателя эффективности концентрации внимания по бланковому тесту с кольцами Ландольта (бит/с) у водителей среднего возраста на 18,3% уже в середине 1 дня работы ($p=0,026$), к концу работы данный показатель остаётся на сниженном уровне (14,4%, $p>0,05$).

На 4 день работы показатель эффективности к концу смены снижался на 8,3% ($p=0,008$), на 5 день — на 18,37% ($p=0,003$). Средний уровень за смену составил в 1, 4 и 5 день соответственно: $2,00\pm0,14$; $2,02\pm0,12$; $2,22\pm0,42$ бит/с.

Стабильность концентрации внимания, определяемая по коэффициенту вариативности, изменяется незначительно (6,16–8,78%), что указывает на отрицательные сдвиги эффективности.

Анализ изучения эффективности функции концентрации внимания у лиц старшего возраста выявил низкие уровни активности функции. Средний уровень за смену составил в 1, 4 и 5 день соответственно: $1,53\pm0,14$; $1,52\pm0,08$; $1,59\pm0,08$ бит/с. Объём воспринимаемой информации статистически значимо снижается в середине и конце смены, причём это снижение составляет большие величины. К концу первого дня работы эффективность концентрации внимания снижается на 19,27% ($p=0,09$), в конце 5 дня — на 22,8% ($p=0,008$). Выраженных изменений коэффициента вариативности в динамике смены не обнаружено ($p>0,05$).

Латентный период СЗМР в группе водителей среднего возраста составил по среднесменному уровню от $459,70\pm18,98$ до $491,79\pm32,85$ мс, т. е. оставался стабильным на протяжении всего рабочего периода ($p>0,05$). Наблюдалось отсутствие значимых изменений показателя в динамике рабочей смены. Полученные результаты характерны для работников операторских видов деятельности, когда профессионально значимая функция восприятия зрительной информации поддерживается на высоком постоянном уровне.

Показатели скорости восприятия зрительных сигналов по латентному периоду СЗМР у лиц старшего возраста характеризуются низкими уровнями активности. Анализ данного показателя по среднему уровню составил $502,00\pm24,14$; $529,00\pm53,91$ мс. В динамике смены явных изменений показателя не наблюдалось ($p>0,05$).

В течение рабочей недели у водителей легкового автотранспорта обеих групп развивается состояние утомления, на что указывает снижение показателей эффективности и стабильности ведущих функций, таких как концентрация внимания. Также в динамике рабочего дня по данным анкетного опроса у водителей отмечается нарастание ощущения усталости и наступление дремотного состояния (сонливости). В последующем, к концу рабочего цикла (5, 6 день работы), отмечается накопление отрицательных сдвигов исследуемых показателей, что свидетельствует о развитии выраженного утомления у водителей легкового автотранспорта.

Профессиональная деятельность водителей легкового автотранспорта приводит к повышению уровней системного артериального давления (систолического и диастолического) и ЧСС, в течение всего рабочего времени. Установленные уровни диастолического давления у водителей среднего возраста колебались в пределах от $84,73\pm3,29$ до $93,60\pm3,32$ мм рт. ст., систолического давления — от $132,0\pm2,10$ до $140,0\pm4,33$ мм рт. ст. Эти значения превышают существующие физиологические нормы рабочего напряжения (для АД_д — не выше 80, а для АД_с должно быть не выше 130 мм рт. ст.).

Особо следует отметить, что у водителей среднего возраста в конце рабочей смены уровни артериального давления находятся в «опасной» зоне и отражают состояние пограничной гипертонии: АД_д превышает 90, а АД_с — 140 мм рт. ст. В конце 3 дня работы АД_д статистически значимо возрастает по сравнению с началом смены ($84,73\pm3,29$ мм рт. ст.) и составляет $91,82\pm3,12$ мм рт. ст. ($p=0,013$); 4 дня работы — $84,82\pm3,22$ и $92,55\pm2,64$ мм рт. ст. соответственно ($p=0,018$). Особый интерес представляют результаты физиологических исследований по оценке межсменного отдыха (в течение суток). Ожидаемого улучшения показателей артериального давления в 7 день работы (после отдыха) не наблюдалось, так как по факту выходной день оказался рабочим: АД_д в начале работы составляло $86,50\pm3,10$ мм рт. ст., а к концу смены достигло уровня — $93,60\pm3,32$ мм рт. ст. ($p=0,012$). В эти же периоды работы ЧСС достигла у водителей максимальных значений: $91,40\pm4,77$ уд./мин.

В ходе динамических наблюдений значения ИФИ повышались и в конце рабочего дня соответственно были равны $3,04\pm0,14$; $3,04\pm0,14$ и $3,12\pm0,11$ балла, то есть в конце 1 и 3 дня значения данного показателя соответствовали состоянию функционального напряжения (2,60–3,09 баллов), а в конце 7 дня — стадии сниженных функциональных возможностей системы кровообращения, неудовлетворительной адаптации (3,10–3,49 баллов).

Значения показателя АД_с в группе водителей легкового автотранспорта старшего возраста составляли в начале 1 дня и 2 дня соответственно: $135,33\pm6,35$; $132,78\pm5,97$ мм рт. ст. Эти значения АД_с и зарегистрированные величины в остальные дни рабочего цикла не превышают физиологически допустимые значения. Под влиянием работы диапазон изменения АД_с находился в пределах от 0,33 до 5,79%. В динамике рабочих смен изменения АД_д были разнонаправлены, колебания слабо выражены в пределах 0,25–3,59%.

В динамике смены показатели ИФИ изменялись в пределах 10%, что соответствует физиологически допустимым отклонениям. Статистически значимых изменений уровня ИФИ не наблюдалось, хотя отмечалась тенденция к его снижению.

Интервьюирование водителей показало, что нахождение в салоне автомобиля во время перерыва в работе у водителей легкового автотранспорта не позволяет считать этот отдых полноценным, поскольку он не снимает состояния перенапряжения регуляторных механизмов системы кровообращения. С физиологической точки зрения подобный отдых следует рассматривать как состояние «оперативного покоя», выражающегося в постоянной готовности к выполнению работы по управлению транспортным средством. При этом нахождение в замкнутом пространстве автомобиля связано с дополнительным воздействием на организм водителей, целого комплекса факторов (неблагоприятный микроклимат, шум, вибрация, и т. д.), которые могут приводить к развитию выраженного утомления и снижению работоспособности.

Несмотря на то, что условия проведения исследования предполагали наличие одного выходного дня после 6 рабочих дней, отсутствие должного контроля за водителями привело к тому, что выходной день по факту стал 7 рабочим днём. По данным интервьюирования водителей было установлено, что часть из них работала в ночное время в течение всего исследования. Именно этим можно объяснить отсутствие улучшения функционального состояния организма, наступление которого предполагалось после дня отдыха.

Выводы:

1. У водителей разных возрастных групп выявлено формирование состояния утомления и выраженного утомления, которое рассматривается как донозологическое состояние, которое со временем может привести к развитию производственно обусловленной патологии, в частности заболеваниям сердечно-сосудистой системы.

2. Высокие уровни сенсорных нагрузок в течение рабочей смены, переработки, несоблюдение режима труда и отдыха, отсутствие полноценного отдыха в выходные дни в сочетании с факторами трудового процесса могут стать причиной негативных психофизиологических изменений функционального состояния организма водителей службы легкового автотранспорта.

3. В настоящее время возникает объективная необходимость разработки комплексного подхода, направленного на поддержание работоспособности водителей как среднего, так и старшего возраста в течение рабочей смены, в том числе и формирование системы профилактических мероприятий, включающих как специализированный комплекс физических упражнений, гимнастику для глаз, так и методы саморегуляции и релаксации, применяемые для нормализации сна, снятия стресса, восстановления психофизиологического равновесия и др.

Список литературы

- Husain N.A., Mohamad J., Idris M.A. Daily emotional demands on traffic crashes among taxi drivers: Fatigue and safety motivation as mediators. *IATSS Research*. 2019; 43(4): 268–76. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2019.03.001>
- Havârneanu C.E., Măirean C., Popușoi S.A. Workplace stress as predictor of risky driving behavior among taxi drivers. The role of job-related affective state and taxi driving experience. *Safety science*. 2019; 111: 264–70. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.07.020>
- Ba X., Zhou F., Wang Y. Predicting personal injury crash risk through working conditions, job strain, and risky driving behaviors among taxi drivers. *European transport research review*. 2018; 10(2): 1–6. <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0320-x>
- Shi J., Tao L., Li X., Atchley P. A survey of taxi drivers' risky driving behavior in Beijing. *Journal of Transportation Safety & Security*. 2014; 6(1): 34–43. <https://doi.org/10.1080/19439962.2013.799624>
- Beaulieu J.K. *The issues of fatigue and working time in the road transport sector*. Geneva: International Labour Office; 2005.
- Murray K.E., Buul A., Aden R., Cavanaugh A.M., Kidane L., Hussein M. et al. Occupational health risks and intervention strategies for US taxi drivers. *Health promotion international*. 2019; 34(2): 323–32. <https://doi.org/10.1093/heapro/dax082>
- Useche S.A., Gómez V., Cendales B., Alonso F. Working conditions, job strain, and traffic safety among three groups of public transport drivers. *Safety and health at work*. 2018; 9(4): 454–61. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.01.003>
- Elshatarat R.A., Burgel B.J. Cardiovascular Risk Factors of Taxi Drivers. *Journal of Urban Health*. 2016; 93(3): 589–606. <https://doi.org/10.1007/s11524-016-0045-x>
- Biglari H., Ebrahimi M.H., Salehi M., Poursadeghiyan M., Ahmadnezhad I., Abbasi M. Relationship between occupational stress and cardiovascular diseases risk factors in drivers. *International journal of occupational medicine and environmental health*. 2016; 29(6): 895–901. <https://doi.org/10.13075/ijomh.1896.00125>
- Meng F., Li S., Cao L., Li M., Peng Q., Wang C. et al. Driving fatigue in professional drivers: a survey of truck and taxi drivers. *Traffic Injury Prevention*. 2015; 16(5): 474–83. <https://doi.org/10.1080/15389588.2014.973945>
- Davidović J., Pešić D., Lipovac K., Antić B. The significance of the development of road safety performance indicators related to driver fatigue. *Transportation research procedia*. 2020; 45: 333–42. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.024>
- Zhao Y., Zhang J., He X. Risk Factors Contributing to Taxi Involved Crashes: A Case Study in Xi'an, China. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*. 2015; 43(4): 189–98. <https://doi.org/10.3311/PPtr.7742>
- Lim S.M., Chia S.E. The prevalence of fatigue and associated health and safety risk factors among taxi drivers in Singapore. *Singapore medical journal*. 2015; 56(2): 92–7. <https://doi.org/10.11622/smedj.2014169>
- Al-Mekhlafi A.B., Isha A.S., Naji G.M. The relationship between fatigue and driving performance: A review and directions for future research. *J. Crit. Rev.* 2020; 7: 134–41. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.14.24>
- Журавлев В.В. Административно-правовой запрет на управление транспортными средствами в болезненном и утомлённом состоянии. *Вестник Московского университета МВД России*. 2020; 1: 166–9. <https://doi.org/10.24411/2073-0454-2020-10036>
- Меркулова А.Г., Калинина С.А., Комарова С.В. Влияние усталости на управление транспортным средством. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; 9: 126–7.
- Di Milia L., Smolensky M.H., Costa G., Howarth H.D., Ohayon M.M., Philip P. Demographic factors, fatigue, and driving accidents: An examination of the published literature. *Accident Analysis & Prevention*. 2011; 43: 516–32. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.12.018>
- Dadipoor S., Ranaei V., Ghaffari M., Rakhshanderou S., Safari-Moradabadi A. Safe driving behaviors among taxi drivers: a predictive cross-sectional study based on the health belief model. *Archives of Public Health*. 2020; 78(1): 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13690-020-00469-0>
- Poó F.M., Ledesma R.D., López S.S. The taxi industry: working conditions and health of drivers, a literature review. *Transport reviews*. 2018; 38(3): 394–411. <https://doi.org/10.1080/0141647.2017.1370035>

20. Tàpia-Caballero P., Serrano-Fernández M.J., Boada-Cuerva M., Sora B., Boada-Grau J. Influence that job characteristics, personality and burnout have on fatigue in professional drivers. *International journal of occupational safety and ergonomics*. 2021; 1–11. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1888019>
 21. Peng Z., Zhang H., Wang Y. Work-related factors, fatigue, risky behaviours and traffic accidents among taxi drivers: a comparative analysis among age groups. *International journal of injury control and safety promotion*. 2020; 28(1): 58–67. <https://doi.org/10.1080/17457300.2020.1837885>
 22. Lyon C., Mayhew D., Granie M.A., Robertson R., Vanlaar W., Woods-Fry H. et al. Age and road safety performance: focusing on elderly and young drivers. *IATSS research*. 2020; 44(3): 212–9. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.08.005>
 23. Chu H.C. Risky behaviors of older taxi drivers and suggested requirements for renewing their professional driver's licenses. *Transportation research interdisciplinary perspectives*. 2020; 8: 100272. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100272>
 24. Р. 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: руководство. М.: 2005.
 25. Баевский Р.М. *Прогнозирование состояний на границе нормы и патологии*. М.: Медицина; 1979.
 26. Гребеньков С.В., Довгуша Л.В., Колесова Е.Б., Сухова Я.М., Федорова С.Б., Швалева О.В., Шиманская Т.Г. Оценка профессионального риска у водителей специализированного автотранспорта по результатам периодических медицинских осмотров. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(4): 357–62. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-357-362>
- ### References
1. Husain N.A., Mohamad J., Idris M.A. Daily emotional demands on traffic crashes among taxi drivers: Fatigue and safety motivation as mediators. *IATSS Research*. 2019; 43(4): 268–76. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2019.03.001>
 2. Havârneanu C.E., Măirean C., Popușoi S.A. Workplace stress as predictor of risky driving behavior among taxi drivers. The role of job-related affective state and taxi driving experience. *Safety science*. 2019; 111: 264–70. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.07.020>
 3. Ba X., Zhou F., Wang Y. Predicting personal injury crash risk through working conditions, job strain, and risky driving behaviors among taxi drivers. *European transport research review*. 2018; 10(2): 1–6. <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0320-x>
 4. Shi J., Tao L., Li X., Atchley P. A survey of taxi drivers' risky driving behavior in Beijing. *Journal of Transportation Safety & Security*. 2014; 6(1): 34–43. <https://doi.org/10.1080/19439962.2013.799624>
 5. Beaulieu J.K. *The issues of fatigue and working time in the road transport sector*. Geneva: International Labour Office; 2005.
 6. Murray K.E., Buul A., Aden R., Cavanaugh A.M., Kidane L., Hussein M. et al. Occupational health risks and intervention strategies for US taxi drivers. *Health promotion international*. 2019; 34(2): 323–32. <https://doi.org/10.1093/heapro/dax082>
 7. Useche S.A., Gómez V., Cendales B., Alonso F. Working conditions, job strain, and traffic safety among three groups of public transport drivers. *Safety and health at work*. 2018; 9(4): 454–61. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.01.003>
 8. Elshatarat R.A., Burgel B.J. Cardiovascular Risk Factors of Taxi Drivers. *Journal of Urban Health*. 2016; 93(3): 589–606. <https://doi.org/10.1007/s11524-016-0045-x>
 9. Biglari H., Ebrahimi M.H., Salehi M., Poursadeghiyan M., Ahmadnezhad I., Abbasi M. Relationship between occupational stress and cardiovascular diseases risk factors in drivers. *International journal of occupational medicine and environmental health*. 2016; 29(6): 895–901. <https://doi.org/10.13075/ijomh.1896.00125>
 10. Meng F., Li S., Cao L., Li M., Peng Q., Wang C. et al. Driving fatigue in professional drivers: a survey of truck and taxi drivers. *Traffic Injury Prevention*. 2015; 16(5): 474–83. <https://doi.org/10.1080/15389588.2014.973945>
 11. Davidović J., Pešić D., Lipovac K., Antić B. The significance of the development of road safety performance indicators related to driver fatigue. *Transportation research procedia*. 2020; 45: 333–42. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.024>
 12. Zhao Y., Zhang J., He X. Risk Factors Contributing to Taxi Involved Crashes: A Case Study in Xi'an, China. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*. 2015; 43(4): 189–98. <https://doi.org/10.3311/PPtr.7742>
 13. Lim S.M., Chia S.E. The prevalence of fatigue and associated health and safety risk factors among taxi drivers in Singapore. *Singapore medical journal*. 2015; 56(2): 92–7. <https://doi.org/10.11622/smedj.2014169>
 14. Al-Mekhlafi A.B., Isha A.S., Naji G.M. The relationship between fatigue and driving performance: A review and directions for future research. *J. Crit. Rev.* 2020; 7: 134–41. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.14.24>
 15. Zhuravlev V.V. Administrative and legal ban on driving in a painful and tired state. *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii*. 2020; 1: 166–9. <https://doi.org/10.24411/2073-0454-2020-10036> (in Russian).
 16. Merkulova A.G., Kalinina S.A., Komarova S.V. The impact of fatigue on driving performance. *Med. truda i prom. ekol.* 2017; 9: 126–7 (in Russian).
 17. Di Milia L., Smolensky M.H., Costa G., Howarth H.D., Ohayon M.M., Philip P. Demographic factors, fatigue, and driving accidents: An examination of the published literature. *Accident Analysis & Prevention*. 2011; 43: 516–32. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.12.018>
 18. Dadipoor S., Ranaei V., Ghaffari M., Rakhshanderou S., Safari-Moradabadi A. Safe driving behaviors among taxi drivers: a predictive cross-sectional study based on the health belief model. *Archives of Public Health*. 2020; 78(1): 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13690-020-00469-0>
 19. Poó F.M., Ledesma R.D., López S.S. The taxi industry: working conditions and health of drivers, a literature review. *Transport reviews*. 2018; 38(3): 394–411. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1370035>
 20. Tàpia-Caballero P., Serrano-Fernández M.J., Boada-Cuerva M., Sora B., Boada-Grau J. Influence that job characteristics, personality and burnout have on fatigue in professional drivers. *International journal of occupational safety and ergonomics*. 2021; 1–11. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1888019>
 21. Peng Z., Zhang H., Wang Y. Work-related factors, fatigue, risky behaviours and traffic accidents among taxi drivers: a comparative analysis among age groups. *International journal of injury control and safety promotion*. 2020; 28(1): 58–67. <https://doi.org/10.1080/17457300.2020.1837885>
 22. Lyon C., Mayhew D., Granie M.A., Robertson R., Vanlaar W., Woods-Fry H. et al. Age and road safety performance: focusing on elderly and young drivers. *IATSS research*. 2020; 44(3): 212–9. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.08.005>
 23. Chu H.C. Risky behaviors of older taxi drivers and suggested requirements for renewing their professional driver's licenses. *Transportation research interdisciplinary perspectives*. 2020; 8: 100272. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100272>
 24. Р. 2.2.2006-05. Guide on Hygienic Assessment of Factors of Working Environment and Workload. Criteria and Classification of Working Conditions. Moscow; 2005 (in Russian).
 25. Baevskii R.M. *Prediction of states at the border of norm and pathology*. Moscow, Meditsina Publ.; 1979 (in Russian).
 26. Grebenkov S.V., Dovgysha L.V., Kolesova E.B., Sukhova Ya.M., Fedorova S.B., Shvalev O.V., Shimanskaya T.G. Assessment of occupational risk drivers of specialized vehicles. *Gigiena i Sanitaria*. 2017; 96(4): 357–62. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-357-362> (in Russian).