

А. В. Рубинский¹, Л. А. Носкин²

¹Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова

²Институт ядерной физики НИЦ «Курчатовский институт»

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА

Дата поступления: 31.07.2016

Решение о публикации 28.11.2016

Дата публикации 26.12.2016

Аннотация: Среди внешних физических факторов, требующих повышенного внимания при проектировании и эксплуатации магнитолевитационного транспорта, защита обслуживающего персонала и пассажиров от электромагнитных полей и механических ускорений, способных вызвать экстремальные состояния в биохимических и физиологических системах живых организмов, входит в разряд приоритетных.

Цель работы: создание инструментария, методик и системы рекомендаций, позволяющих объективизировать экспертизу коллективной и индивидуальной безопасности при нахождении человека в условиях магнитолевитационного транспорта, а также оценить предельно допустимые показатели.

Методы: Для достижения поставленной цели, наиболее эффективно использовать методологию полисистемной предиктивной диагностики, позволяющей отслеживать в динамике степень сбалансированности систем регуляции гомеостаза, являющегося определяющим фактором индивидуального адаптогенеза.

В соответствии с законами биомеханики, биомагнетизма и теории стресса, воздействия этих неблагоприятных факторов на организм вызывают с его стороны сначала резистивные и адаптивно-восстановительные физиологические реакции, которые затем, при продолжении действия и возрастании дозы и нагрузки, видоизменяются и последовательно приводят системы организма человека к экстремальным и критическим (патологическим) состояниям.

Из литературных источников по биомагнетизму, следует, что даже слабые магнитные поля могут оказывать весьма эффективное действие, а после экспозиции организма в разных по величине индукции магнитных полях наблюдали однонаправленные физиологические сдвиги. Подобным образом ведут себя реакции организма на ускорения.

Практическая значимость работы заключается в том, что исследования уточнят известные гигиенические требования по абсолютным величинам и продолжительности действия неблагоприятных факторов на железнодорожном транспорте, которые отражены в соответствующих инструкциях и СанПиНах. Превышение дозы воздействия по этим показателям может вызывать необратимые декомпенсационные состояния организма. Однако в связи с появлением

принципиально новой транспортной технологии требуется уточнение и корректировка существующих представлений.

Ключевые слова: магнитолевитационный транспорт, саногенетический мониторинг, адаптация.

A. V. Rubinskiy¹, L. A. Noskin²

¹- Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University

²- Saint-Petersburg Nuclear Physics Institute (PNPI) National Research Centre "Kurchatov Institute"

BIOMEDICAL ASPECTS OF PROBLEMS SAFE USAGE OF TRANSPORT MAGLEV

Annotation: Among the external physical factors that require attention during the process of projecting maglev transport, the key factor is the protection of staff and passengers from electromagnetic fields and mechanical accelerations that can cause extreme states in biochemical and physiological systems of living organisms.

Objective: creation of tools, methods and recommendation systems, allowing to objectify the assessment of collective and individual security of the human beings being under the influence of maglev transport; assess the maximum allowable parameters.

Methods: The most efficient way to achieve this goal is to use the methodology of polysystemic predictive diagnostics that allows to dynamically track in the degree of balance in regulative system of homeostasis which is a determining factor of individual adaptogenesis.

In accordance with the laws of biomechanics, biomagnetism and stress theory, the impact of these adverse factors is causing resistive and adaptive restoration physiological responses at the same time, which subsequently, with the continuation of action and increase of dose and load, modify and lead to extreme and critical (pathological) states in human organism.

From the literature on Biomagnetism, it follows that even weak magnetic fields can provide highly efficient action, and after organism being exposed to inductive magnetic fields of various intensity one-sided physiological shifts were observed. Organism's reactions to acceleration show similar behavior.

The practical significance of the work lies in the fact that the study will specify hygiene requirements in absolute values and duration of adverse factors on the railways. Exceeding the exposure dose exposure on these indicators can cause irreversible negative condition of the body. However, due to the emergence of a fundamentally new transport technology, existing concepts require refinement and updating.

Key words: maglev transport, sanogenetic monitoring, adaptation

Введение

С позиций фундаментальной медицины важнейшим свойством организма считают способность адаптироваться к меняющимся условиям внешней и внутренней среды. Вот почему существующие методы мониторинга должны оцениваться с позиций их возможности объективно тестировать адаптивный потенциал организма в реальных условиях его

взаимодействия с этими факторами. Однако, учитывая бесконечное разнообразие внешних физических факторов, требующих повышенного внимания при проектировании и эксплуатации магнитолевитационного транспорта [2, 3, 9] и не меньшее разнообразие индивидуальных вариантов приспособления организма [1, 7, 8, 11, 12, 13], даже теоретически невозможно строго обосновать единый универсальный метод. С этих позиций многообразие существующих методов мониторинга представляется принципиально оправданным и анализ их информативности необходимо проводить не на основе противопоставления, а на основе обозначения границ их функциональной адекватности.

К изложенным теоретическим сложностям мониторинга в условиях эксплуатации магнитолевитационного транспорта добавляются и технические сложности, связанные с тем, что используемые методики должны быть предельно экспрессными, безопасными, экономически незатратными, а получаемые параметры - внятыми с позиций современной функциональной физиологии.

Известные гигиенические требования по абсолютным величинам и продолжительности действия неблагоприятных факторов на железнодорожном транспорте отражены в соответствующих инструкциях и СанПиНах, полученные на основе мониторингов, которые можно разбить на отдельные группы, отражающие их функциональную предназначенность:

Мониторинг физического состояния организма. Достоинством данных мониторингов является доступность используемых критериев, средств измерения, их прогностическая эффективность. Существуют хорошо разработанные программы анализа получаемых параметров физического развития. К сожалению, относительно низкая скорость обследования (до 1,5-2 часов) и требование одновременного участия нескольких специалистов затрудняет проведение регулярных динамических обследований. Результаты мониторинга достаточно информативны для оценки физических способностей обследуемого. Однако нет строго обоснованных заключений на основе определяемых физических кондиций, что затрудняет интерпретацию функциональных резервов жизнеобеспечивающих систем организма, что недостаточно с позиций общесистемных характеристик здоровья.

Мониторинг психологического состояния организма. Психотипирование представляется принципиально информативным в вопросах прогноза психогенной адаптивности пассажиров к условиям магнитолевитационного транспорта. К сожалению, недостаточная обеспеченность экспертизы объективными методами съема информации и одновременное использование очень разнообразных методик психотипирования создают значительные затруднения при проведении

мониторинга. Как и в случае мониторинга физических кондиций, психотипирование не визуализирует функциональные резервы жизнеобеспечивающих систем [12, 13].

Санитарно-гигиенический мониторинг. Для установления степени опасности факторов окружающей среды санитарно-гигиеническому мониторингу применяют санитарно-гигиенический мониторинг. Относительным его недостатком можно считать то обстоятельство, что его подходы прогнозируют обобщенные риски и в меньшей степени индивидуальные, что ведет к достаточно высоким требованиям к гигиенической безопасности.

Медицинский мониторинг здоровья. Это наиболее широко распространенный мониторинговый подход. Ранняя донозологическая инструментальная диагностика заболеваний, вызванных воздействием внешних факторов, реально осуществима только в условиях многопрофильных медицинских учреждений, укомплектованных достаточным количеством инструментальных методик и врачами-специалистами. Для задач мониторинга в условиях внешнего воздействия физических факторов, требующих повышенного внимания при проектировании и эксплуатации магнитолевитационного транспорта, медицинский мониторинг не отвечает на основной вопрос: в какой степени наличие того или иного заболевания препятствует функциональной адаптации в условиях разных по величине индукции магнитных полей и ускорения?

Инструментальный саногенетический мониторинг. Для проведения саногенетического мониторинга используется специализированное оборудование, разработанное на основе широко распространенных медицинских методик и всесторонне апробированное. Использование инструментального приборного комплекса можно применять в разных местах за счет создания передвижных комплексов. При этом обеспечивается высокая информативность при тестировании функциональных резервов организма с помощью унифицированной стандартизированной методикой, а объективность получаемых результатов – единым программным обеспечением. Результаты саногенетического мониторинга включают элементы физического, психического, санитарно-гигиенического и медицинского мониторинга [6, 11, 15].

Для понимания проблемы безопасности использования магнитолевитационного транспорта мы исходим из отсутствия отрицательного влияния на здоровье, которое определяется как «состояние организма, обеспечивающее оптимальное выполнение его функций в необходимой мере для продуктивных отношений со средой» [10]. В организме существуют специализированные системы, функция которых заключается в том, чтобы анализировать меняющуюся ситуацию внутри и

вне организма и подстраивать последний на другой, желательно оптимальный, уровень взаимодействия со средой [1, 7, 11].

Из этой формулировки следует, что состояние здоровья прежде всего обеспечивается уровнем ресурса функций, расходуемого человеком на приспособление к изменяющимся условиям окружающей среды находящегося в связи с эксплуатацией магнитолевитационного транспорта. Эти представления достаточно хорошо освещены в литературе при меняющихся условиях внешней (климат, вредоносные воздействия и проч.), так и внутренней (болезни, рост и развитие органов и систем и проч.) среды.

Из литературных источников по биомагнетизму, содержащих исследования в больших диапазонах магнитоиндуктивной и временной нагрузки на человека и животных, следует, что даже слабые магнитные поля могут оказывать весьма эффективное действие, а после экспозиции организма в разных по величине индукции магнитных полей наблюдали однонаправленные физиологические сдвиги [4, 5]. Подобным образом ведут себя реакции организма на ускорения. Их физиологическое действие определяется не только величиной и продолжительностью экспозиции, а зависит также от скорости нарастания воздействия, направленности вектора перегрузки, исходного функционального состояния испытуемого, других факторов [1].

Главным информативным элементом при установлении индивидуальной безопасности является объективная инструментальная экспертиза, безопасная методика оценки уровней функциональных напряжений в системах реагирующих на повреждающее действие внутренних и внешних агентов: сердечной, сосудистой, дыхательной, нервной (функция движения) и обмена веществ. Поставленная задача доступна только при условии использования современных биофизических методик мониторинга саногенеза.

На основе приведенного междисциплинарного направления «полисистемный саногенетический мониторинг» возможно сформировать следующую цель: создание инструментария, методик и системы рекомендаций, позволяющих объективизировать экспертизу коллективной и индивидуальной безопасности при нахождении человека в условиях магнитной левитации, а также оценить предельно допустимые показатели.

Методология экспертизы с помощью саногенетического мониторинга

Разработанный нами программно-аппаратный комплекс полисистемного саногенетического мониторинга включает: спироартериокардиограф (САКР, рекомендован Министерством здравоохранения Российской Федерации (МЗ РФ) к применению в

медицинской практике, прот. № 2 от 9 июля 2003 г.) и компьютеризированный измеритель движений (КИД, рекомендован МЗ РФ к применению в медицинской практике, прот. № 4 от 11.09.02), обладающие высокой пропускной способностью (до 10-12 идентификаций в час), изготовлены в варианте, удобном для транспортировки и адаптированы к условиям выездных исследований [14, 15].

Диагностическая информативность саногенетического обследования заметно увеличена за счет включения в комплекс метода лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС, рекомендован МЗ РФ к применению в медицинской практике, лиц. № 577 от 15 июня 1999 г., сертификат RU.C.39.003.AN 5381) биологических жидкостей, позволяющего в экспрессном режиме анализировать динамику сдвигов в сывороточном и тканевых гомеостазах [6].

Многопараметровые результаты, полученные после проведения трех исследований оценивают по следующим группам: оптимальная, достаточная, напряженная с учетом направленностей сдвигов как в гипо-, так в гиперфункциональную область.

Оцениваемые физиологические показатели наиболее чувствительных к стрессу систем организма имеют как распределения, подобные нормальным (артериальное давление, частота сердечных сокращений, длительность пиков и сегментов сердечного комплекса и т.д.), так и отличающиеся от нормального (время переключения центральных установок, точность и плавность движений и т.д.). В случае распределения, отличного от нормального, параметрический метод не используется из-за асимметрии сигмальных границ относительно математического ожидания и эксцесса распределения (параметры, характеризующие отличие реального распределения от нормального, для которого величины этих коэффициентов равны нулю). В нашей работе мы используем метод центильных таблиц, который менее точный, но корректно использовать для оценивания любых показателей, так как оперирует только с процентным содержанием группы, соответствующим данным границам контролируемого показателя. Для каждого параметра определяется его ранг соответствующий частоте встречаемости в условно-нормальной популяции и уровню функционирования исследуемой физиологической системы.

Сбалансированность физиологической системы определяется суммарным отклонением показателей ее работы от соответствующей данному состоянию организма «индивидуальной саногенетической нормы». Ранжирование результатов исследования условно здоровой популяции позволяет установить наиболее часто встречаемые в популяции значения для каждого из измеренных показателей. Однако только для ряда параметров известна такая взаимосвязь, а для большинства показателей информация отсутствует. Если не учесть эту взаимосвязь, то в некоторых

случаях отклонения показателей от среднепопуляционных будут трактоваться как напряженные состояния исследуемой физиологической системы, и наоборот: другие параметры будут трактоваться как сбалансированные, хотя таковыми и не являются. Поэтому необходимо учесть наиболее вероятную в популяции функциональную взаимосвязь между параметрами и с ее учетом вычислить взаимные смещения показателей относительно среднепопуляционных, что и будет основой построения индивидуальной нормы.

Результаты полисистемного саногенетического мониторинга

В гигиенических исследованиях, на основе которых формируются нормативная база обеспечения безопасности [5], когда для каждого повреждающего фактора превышения определенного уровня интенсивности воздействия устанавливаются санитарные нормы. Однако многие из измеряемых параметров после воздействия повреждающего фактора отличаются как по направлению физиологического сдвига (в сторону гипо- или гиперфункциональных значений), так и по величине (попадание в тот или иной центильный интервал). Кроме того, теоретически взаимосвязь направленности сдвигов функционирования систем организма после воздействия повреждающего фактора может быть как однонаправленной, так и обратной. Для определения абсолютной величины того или иного физиологического сдвига принципиально важно вводить поправку либо на априорно-установленную взаимосвязь параметров (если она известна), либо на величину частной корреляции этих параметров, полученную из уравнения множественной регрессии. В настоящее время вопрос о комплексной безопасности магнитолевитационного транспорта в других странах предлагают решать путем сравнения критериальных значений риска с минимальным уровнем эндогенной смертности в социуме [9].

В нашем случае, анализ индивидуального саногенетического профиля выявляется наиболее несбалансированные параметры систем организма при воздействии факторов, связанных с магнитолевитационным транспортом, относительно соотношений их значений в условно нормальной выборке. Зная функциональную роль каждого из параметров, можно определить источник функционального напряжения внутри конкретной физиологической системы. Суммарный дисбаланс характеризует уровень напряженности данной системы в целом как функцию совокупности параметров, а в дальнейшем позволяет определить характер межсистемных перестроек. Однако, опираясь только на дисбаланс физиологической системы сказать однозначно является ли это ответом на воздействие окружающей среды или результат сложившейся отрицательной реакции (неудовлетворительная адаптация), при которой

происходит хроническое напряжение физиологической системы. Поэтому оценка физиологических возможностей организма может осуществляться только на основе динамичных исследований. Основными показателями адаптационных возможностей будут формы изменчивости отдельных внутри- и межсистемных корреляций в направлении их подстройки друг к другу.

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1) Определение общего уровня напряженности адаптационных систем организма при эксплуатации магнитолевитационного транспорта может быть установлено только при многопараметровых динамических исследованиях. Кратность и интервал между обследованиями определяется исходя из конкретных задач физиологического нормирования.

2) Одновременное изменение параметров функционирования физиологических систем характеризует наличие адаптационных процессов, а по степени варибельности можно судить о сбалансированности адаптационного ответа на действие внешних факторов, возникающих при эксплуатации магнитолевитационного транспорта.

3) Наличие в физиологических системах разобщенного уровня взаимоотношений соответствует варианту адаптационного ответа и предполагает возникновение напряженных состояний в системе адаптации, приводящих к фиксации патологических следов.

4) В динамике обследований учитываются изменившиеся параметры физиологических систем под действием факторов, возникающих при эксплуатации магнитолевитационного транспорта.

5) По изменению параметров функционирования физиологических систем под действием внешних факторов в область «физиологически напряженных», проводится дальнейший количественный углубленный анализ.

6) Изменение функционирования физиологических систем дифференцируются по направлению на гипо- и гиперфункциональные, что позволяет отличить условия недостаточного включения функции от ее перегрузки.

Данные условия применимы для оценки характера адаптационных напряжений, устанавливаемых как на основе инструментальных методов обследования, так и при традиционных физиолого-гигиенических подходах.

Описанный алгоритм количественной оценки результатов измерений с учетом их внутри- и межсистемных корреляций позволяет унифицировать процедуру расчета индивидуального санотипа и определить возможные варианты адаптационного ответа на действие факторов при эксплуатации магнитолевитационного транспорта.

Применение кластерного анализа динамики многопараметровых межсистемных вариантов, позволяющего в режиме мониторинговых наблюдений не только выделять группы саногенетических трансформаций, но и определять наиболее чувствительные физиологические системы у представителей условно здоровой популяции

Комплекс саногенетических исследований подлежит анализу в автоматизированной экспертной системе (ЭС). Основу ЭС составляет реляционная база данных, имеющая формат Microsoft Access. Информация в базу данных ЭС поступает из локальных баз данных компьютеризированных приборов: САКР, КИД, ЛКС или заносится вручную.

Экспертная система позволяет ранжировать все показатели в шкале нормо-, гипо- и гиперфункциональные состояния с учетом "индивидуальной нормы", таким образом определить напряженные системы саногенеза организма обследуемого.

Степень выраженности функциональных изменений в той или иной системе в конечном счете сформирует основные направления развивающейся чувствительности организма к воздействию внешних факторов, возникающих при эксплуатации магнитолевитационного транспорта и определит прогноз развития того или иного патологического процесса.

Таким образом, прогноз можно осуществить на уровне реакции организма на действие нескольких внешних факторов, что и отвечает принципам донозологической диагностики. При этом необходимо регистрировать напряжение физиологически адекватных функций и устанавливать характер межсистемных взаимоотношений.

Существующие подходы к гигиенической оценке эксплуатации магнитолевитационного транспорта на организм человека предполагают, как правило, выявление патологического влияния на организм человека изолированных факторов. Вместе с тем сам факт установления отдельных (изолированных) функциональных (и патологических) напряжений не может служить строгим критерием при определении уровня потенциальной опасности. Однако функциональные напряжения могут приводить к утомлению или перенапряжению, которое и становится основой патологического влияния на организм человека. Сравнение критериальных значений риска и уровня эндогенной смертности в социуме [9] не отвечает принципам донозологической диагностики, следовательно, оценка безопасности должна проводиться последовательно.

Практическая значимость полисистемного саногенетического мониторинга в оценке влияния магнитолевитационного транспорта на человека

Здоровье человека при воздействии внешних факторов в процессе эксплуатации магнитолевитационного транспорта обеспечивается разнообразными механизмами, которые реализуются на всех структурно-функциональных уровнях организма. В своей совокупности они определяются как саногенетические механизмы. Патологический процесс развивается при нарушении первичных саногенетических механизмов. Но и сам патологический процесс вызывает активацию подавленных и возникновение новых саногенетических механизмов, обеспечивающих его ликвидацию [10]. Активация ресурсов является частью развития состояния стресса, степень выраженности и скорость протекания которого зависит от индивидуальных особенностей организма, который находится в зоне действия внешних факторов при эксплуатации магнитолевитационного транспорта. По нашим представлениям это экспозиция в разных по величине индукции магнитных полей в больших диапазонах магнитоиндуктивной и временной нагрузки на человека и животных, а также реакции организма на ускорения. Их физиологическое действие определяется не только величиной и продолжительностью экспозиции, а зависит также от скорости нарастания воздействия, направленности вектора перегрузки, исходного функционального состояния испытуемого, других факторов.

Оценка качества адаптации производится в основном на физиологическом уровне, при этом прогноз состояния функционального резерва организма дается на небольшой период времени. Дать долгосрочную картину последствий воздействия в большинстве случаев невозможно.

Доказано, что экологические и антропогенные факторы окружающей среды оказывают большое влияние на организм животных и человека [1,4,5]. Многофакторный и стохастический характер антропогенного воздействия на организм малых доз и концентраций обуславливает необходимость исследования систем его резистентности. На стадии инициации патологических механизмов организм сохраняет за собой выбор дальнейшего развития процесса. Выбор этот определен функцией большого числа регуляторных процессов, инициируемых саногенетическими механизмами [10], направленными на ликвидацию патологических изменений. Предсказательная эффективность ранней диагностики связана не столько с ранним опознаванием одного из внешних факторов, действующих на организм человека при эксплуатации магнитолевитационного транспорта, сколько с анализом регуляторных процессов, который и определит тот или иной вариант устойчивости

организма к развитию патологии. Недостаточность систем резистентности при действии патологического фактора будет приводить к развитию предпатологического состояния.

По-видимому, в условиях эксплуатации магнитолевитационного транспорта человек столкнется с сочетанным действием целого ряда факторов, которые достаточно сложно моделировать: электромагнитные и химические воздействия, шум, вибрация, температура, ускорения и др. Основные трудности в выявлении эффектов воздействия таких факторов окружающей среды связаны со слабой выраженностью проявлений и ограниченной чувствительностью методов исследования.

Оценка безопасности магнитолевитационного транспорта для человека осложняется тем, что все структуры здравоохранения ориентированы на выявление уже заболевших людей, на диагностику заболеваний и последующее лечение и предупреждение. Гигиеническое и профилактическое направление в медицине направлено исключительно на обнаружение и установление норм для отдельных патогенных факторов, действующих на человека при эксплуатации транспорта. В связи с вышесказанным, проблемы охраны здоровья, учитываемые при проектировании новых транспортных систем и рассматриваемые преимущественно с санитарно-гигиенических позиций, будут явно недостаточны без глубокого изучения реакций организма на воздействие факторов, действующих на человека при эксплуатации магнитолевитационного транспорта, и будут создавать необоснованные трудности при проектировании [7].

Метод саногенетического мониторинга апробирован в условиях работы на предприятиях ядерно-топливного цикла с наиболее значимым фактором воздействия радиации, в ходе массового обследования работников судоремонтного завода в г. Заполярье и ряде других производств, считающихся потенциально опасными для здоровья работников.

Заключение

Ориентируясь на принципы саногенетического мониторинга, подверженным внешним факторам, действующим на человека при эксплуатации магнитолевитационного транспорта было установлено, что группы риска следует формировать согласно чувствительности к факторам в зависимости от того, в какой степени к регистрируемым показателям подстраиваются основные физиологические регуляторные системы: сердечно-сосудистая, дыхательная, нервно-мышечная и метаболическая.

На основании изложенного, алгоритм определения рисков эксплуатации магнитолевитационного транспорта должен содержать следующие этапы:

1. На основе устанавливаемых изменений в системе регуляции формируются референтные группы по напряжению функционирования физиологических систем.

2. В соответствующих референтных группах выявляются варианты, которые связаны с функциональным перенапряжением в основных физиологических системах.

3. На основе системного анализа наиболее напряженных состояний основных физиологических систем в каждой из выделенных референтных групп формируются группы риска по соответствующим патологиям.

Библиографический список

1. Агаджанян Н. А. Актуальные проблемы адаптационной, экологической и восстановительной медицины / Н. А. Агаджанян, В. В. Уйба, М. П. Куликова, А. В. Кочеткова. – М.: Медика, 2006. – 208 с.

2. Антонов Ю. Ф., Зайцев, А. А. Магнитолевитационная транспортная технология / под ред. В. А. Гапановича. – М.: Физматлит, 2014. – 476 с.

3. Амосков В. М. Численное моделирование электродинамических подвесов левитационных транспортных систем. III. ЭДП с непрерывной путевой структурой / В. М. Амосков, Д. Н. Арсланова, А. М. Базаров, А. В. Белов, В. А. Беляков, Т. Ф. Белякова, В. Н. Васильев, Е. И. Гапионков, А. А. Зайцев, М. В. Капаркова, В. П. Кухтин, Е. А. Ламзин, М. С. Ларионов, Н. А. Максименкова, В. М. Михайлов, А. Н. Неженцев, Д. А. Овсянников, А. Д. Овсянников, И. Ю. Родин, С. Е. Сычевский // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. – 2015. – № 3. – С. 4-20.

4. Аполлонский С. М. Мобильный телефон и человек / С. М. Аполлонский, А. Н. Горский, Т. В. Каляда, Б. Е. Синдаловский, Д. А. Сурков // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № S1. – С. 9-14.

5. Аполлонский С. М. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях: Учеб. пособие. / С. М. Аполлонский, Т. В. Каляда, Б. Е. Синдаловский – СПб.: Политехника, 2006. – 263 с.

6. Бажора Ю. И., Носкин Л. А. Лазерная корреляционная спектроскопия в медицине. – Одесса: Друк, 2002. – 397 с.

7. Баранов В. М. Оценка адаптационных возможностей организма и задачи повышения эффективности здравоохранения / В. М. Баранов, Р. М. Баевский, А. П. Берсенева, В. М. Михайлов // Экология человека. – 2004. – № 6. – С. 25-29.

8. Вергунов Е. Г., Николаева Е. И. Проблема получения научного знания на примере методологии анализа вариабельности сердечного ритма // Естественно-научный подход в современной психологии. – М.: Изд-во ИПРАН, 2014. – С. 232-238.

9. Зайцев А. А. Современная нормативная база обеспечения безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта / А. А. Зайцев, В. В. Шматченко, П. А. Плеханов и др. // Транспорт Российской Федерации. – 2015. – № 5 (60). – С. 60-63.

10. Крыжановский Г. Н. Дизрегуляторная патология. – М.: РИТ-ЭКСПРЕСС, 2002. – 96 с.

11. Крыжановский, Г. Н. Здоровье и его полифункциональная оценка / Г. Н. Крыжановский, Л. Е. Курнешова, В. В. Пивоваров, Л. А. Носкин, М. Ю. Карганов // Интегративная антропология. – 2003. – Т. 1 – № 2. – С. 46-51.

12. Николаева Е. И., Вергунов Е. Г., Ельникова О. Е. Модель устойчивой адаптации хронически больных людей с использованием вариабельности кардиоритма. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 1578.

13. Николаева Е. И., Ельникова О. Е. Теоретический анализ подходов к изучению адаптации к хроническому заболеванию. // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2016. – Т. 9. – № 1. – С. 43-59.

14. Пивоваров В. В. Спироартериокардиоритмограф // Медицинская техника. – 2006. – №1. – С. 38-42.

15. Пивоваров В. В. Компьютерный измеритель движений (КИД) // Медицинская техника. – 2006. – № 10. – С. 2-8.

Reference

1. Agadzhanjan N. A., Ujba V. V., Kulikova M. P. & Kochetkova A. V. Aktual'nye problemy adaptacionnoj, jekologicheskoy i vosstanovitel'noj mediciny [Actual problems of adaptive, ecological, and regenerative medicine]. Moscow, 2006. 208 p.

2. Antonov Yu. F. & Zajcev A. A. Magnitolevitationnaja transportnaja tehnologija [Magnetogravitational transport technology]. Moscow, 2014. 476 p.

3. Amoskov V. M., Arslanova D. N., Bazarov A. M., Belov A. V., Beljakov V. A., Beljakova T. F., Vasil'ev V. N., Gapionok E. I., Zajcev A. A., Kaparkova M. V., Kuhtin V. P., Lamzin E. A., Larionov M. S., Maksimenkova N. A., Mihajlov V. M., Nezhencev A. N., Ovsjannikov D. A., Ovsjannikov A. D., Rodin I. Yu. & Sychevskij S. E. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Serija 10. Prikladnaja matematika. Informatika. Processy upravlenija.* – *Vestnik of Saint-Petersburg University*, 2015, no.3, pp. 4–20.

4. Apollonskij S. M., Gorskij A. N., Kaljada T. V., Sindalovskij B. E. & Supkov D. A. *Bezopasnost' zhiznedeatel'nosti – Life safety*, 2011, no. S1, pp. 9–14.

5. Apollonskij S. M., Kaljada T. V. & Sindalovskij B. E. *Bezopasnost' zhiznedeatel'nosti cheloveka v jelektromagnitnyh poljah* [The safety of human life in electromagnetic fields]. St. Petersburg, 2006. 263 p.

6. Bajora J. I. & Noskin L. A. Lazernaya korrelyacionnaya spektroskopiya v medicine [Laser correlation spectroscopy in medicine]. Odessa, 2002. 397 p.
7. Baranov V. M., Baevskij R. M., Berseneva A. P. & Mihajlov V. M. *Jekologija cheloveka – Human ecology*, 2004, no. 6, pp.25–29.
8. Vergunov E. G. & Nikolaeva E. I. *Estestvenno-nauchnyj podhod v sovremennoj psihologii – Natural-scientific approach in modern psychology*, 2014, pp. 232–238.
9. Zajcev A. A., Shmatchenko V. V. & Plehanov P. A. *Transport Rossijskoj Federacii – The transport of the Russian Federation*, 2015, no.5, pp.60–63.
10. Kryzhanovskiy G. N. Disregulatsionnaya patologiya [Disregulation disease]. Moscow, 2002. 96 p.
11. Kryzhanovskiy G. N., Kurneshova L. E., Pivovarov V. V., Noskin L. A. & Karganov M. Yu. *Integrativnaya antropologiya – Integrative anthropology*, 2003, no. 2, pp. 46–51.
12. Nikolaeva E. I., Vergunov E. G. & Elnikova O. E. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education*, 2015, no. 1-1, 1578 p.
13. Nikolaeva E. I. & Elnikova O. E. *Teoreticheskaya i eksperimentalnaya psikhologiya - Theoretical and Experimental Psychology*, 2016, no. 1, pp. 43–59.
14. Pivovarov V. V. *Medicinskaya tekhnika – Biomedical Engineering*, 2006, no. 1, pp. 38–42.
15. Pivovarov V. V. *Medicinskaya tekhnika – Biomedical Engineering*, 2006, no. 10, pp. 2–8.

Сведения об авторах:

РУБИНСКИЙ Артемий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры «Медицинская реабилитация и адаптивная физическая культура» ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

E-mail: rubinskiyav@1spbgmu.ru

НОСКИН Леонид Алексеевич, доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией медицинской биофизики, Институт ядерной физики НИЦ «Курчатовский институт»

E-mail: lanoskin42@mail.ru

Information about authors:

Artemiy V. RUBINSKIY, PhD, Associate Professor of the chair of medical rehabilitation and adaptive physical training, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University

E-mail: rubinskiyav@1spbgmu.ru

Leonid A. NOSKIN, Dr.Sci.Biol, Professor, Head of Laboratory of Medical Biophysics, Saint Petersburg Nuclear Physics Institute (PNPI) National Research Centre "Kurchatov Institute"

E-mail: lanoskin42@mail.ru