

УДК 613.644: 612.842.5

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.12

## АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА ТРУДОВОГО МИГРАНТА К ФАКТОРАМ РИСКА ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА С ПОЗИЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ П.К. АНОХИНА

**М. Ходжиев, Л.В. Прокопенко, Н.П. Головкова, Г.И. Тихонова, М.А. Фесенко**

Научно-исследовательский институт медицины труда, Россия, 105275, Москва, пр. Буденного, 31

*Изучены неблагоприятные факторы трудового процесса мигрантов в качестве факторов риска формирования неудовлетворительной адаптации и нарушения здоровья.*

*Представлены результаты изучения адаптации мигрантов к трудовому процессу с позиции теории функциональной системы. Первая подсистема физических нагрузок и нервно-эмоциональной напряженности труда определяет формирование определенных стадий адаптационного процесса по показателям вариабельности сердечного ритма (второй подсистемы). У трудовых мигрантов результатом активности симпатического звена регуляции показано, что адаптационный синдром напряжения по физиологическим показателям выражается в изменении вариабельности сердечного ритма: различных уровнях стресс-индекса (SI), связанных с высокими физическими (мышечными), нервно-эмоциональными нагрузками; выраженном увеличении мощности спектра очень низкочастотного компонента (VLF) при одновременном возрастании ЧСС. Определены особенности функционального состояния организма и степени адаптации по показателю активности регуляторных систем – PARS (оптимальное  $1,19 \pm 0,28$ ; допустимое напряжение  $40,5 \pm 0,62$ ; перенапряжение  $6,21 \pm 0,82$  балла). На основании производственных исследований трудовых мигрантов научно обоснованы и разработаны подходы к количественной оценке степени адаптации работника к трудовому процессу, связанному с сочетанным воздействием физической тяжести и нервно-эмоциональной напряженности труда на организм человека. При этом степень напряжения адаптационного процесса соответствует стадии саморегуляции (оптимальное напряжение), активации (допустимое напряжение), мобилизации 1, 2, 3-й степени (перенапряжение 1, 2, 3-й степени). Выявлена неблагоприятная стадия мобилизации 2-3-й степени у трудовых мигрантов (возрастание SI, показателя PARS, относительной мощности спектра VLF, уменьшение величины SDNN). Мероприятия медико-социального сопровождения составляют третью подсистему в общей теории системы.*

**Ключевые слова:** трудовые мигранты, адаптация, системный подход, физические нагрузки, нервно-эмоциональный характер труда, здоровый образ жизни.

Исследование адаптационно-приспособительных реакций при трудовой деятельности человека в большинстве случаев связано с необходимостью количественной оценки физиологических затрат (физиологической стоимости деятельности) при работах, включающих физическую (мышечную) и нервно-эмоциональную нагрузку [1]. Если физиологи труда в прошлом столетии больше занимались вопросами, связанными с утомлением и переутомлением, то сегодня появились проблемы напряжения и перенапряжения, а главное,

проблема адаптации человека к различным условиям среды обитания.

Становление последней объясняется формированием такого социального явления, как трудовая миграция, на всей территории постсоветского пространства. В настоящее время широко распространена миграция лиц молодого возраста из стран Средней Азии на территорию России, которые прибывают на работу для хорошего заработка. При этом трудовая деятельность мигрантов сопряжена с воздействием целого комплекса социально-психологических

© Ходжиев М., Прокопенко Л.В., Головкова Н.П., Тихонова Г.И., Фесенко М.А., 2016

**Ходжиев Махмадин** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики (e-mail: amin.dok@mail.ru; тел.: 8 (968) 585-12-95).

**Прокопенко Людмила Викторовна** – доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе (e-mail: prokopenko@niimt.ru; тел.: 8 (495) 365-46-03).

**Головкова Нина Петровна** – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией комплексных проблем отраслевой медицины труда (e-mail: niimt@niimt.ru; тел.: 8 (495) 366-44-47).

**Тихонова Галина Ильинична** – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией социально-гигиенических исследований (e-mail: gtikhonova@ua.ru; тел.: 8 (495) 366-05-66).

**Фесенко Марина Алексеевна** – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией профилактики нарушений репродуктивного здоровья работников (e-mail: geprlab@mail.ru; тел.: 8 (495) 365-29-81).

и климатогеографических условий, факторов повышенной тяжести и нервно-эмоциональной напряженности труда на организм человека.

Неблагоприятные факторы тяжести трудового процесса рассматриваются рядом авторов в качестве факторов риска профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата (ОДА) и периферической нервной системы (ПНС). При региональных и общих нагрузках и оптимальном 1-м классе тяжести труда вероятность частоты профессиональных заболеваний составила не более 6 %. При 2-м классе условий труда (допустимом) частота патологических нарушений не превышает 17 % случаев. При вредном (тяжелом) труде 1-й степени профессиональные заболевания встречались в 17,1–28,0 %, при классе условий труда 3.2 – в 28,1–37,0 %; при классе 3.3 профессиональные заболевания могут наблюдаться более чем в 37,0 % случаев [7].

На основе полученных результатов производственных и физиолого-клинических исследований выявленные величины нервно-эмоциональной напряженности труда рассматриваются в качестве факторов риска развития производственно-обусловленной патологии. Результаты клинических исследований свидетельствуют, что чем выше категория напряженности труда (НТ), тем больше процент выявленных лиц с той или иной патологией (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, невротические расстройства). По литературным данным у мужчин выше процент патологии сердечно-сосудистой системы, а у женщин – нервной [7, 10].

В большинстве случаев занятые на неквалифицированной работе на стройках, ремонте дорожной сети, в социальной сфере мигранты испытывают напряжение механизмов адаптации вплоть до истощения физиологических резервов организма. Об этом свидетельствует структура заболеваемости трудовых мигрантов из Республики Таджикистан в зависимости от сроков пребывания на территории РФ. В процессе выполнения физического и нервно-эмоционального труда мигранты подвергаются воздействию различного рода климатогеографических, социально-бытовых, нервно-психических факторов, которые являются причиной развития у них различных заболеваний.

По данным А.П. Берсеновой [4], разработан новый подход к оценке состояния здоровья человека с точки зрения степени адаптированности его организма к условиям производства и окружающей среды. При этом в качестве

оценочных критериев используют в основном показатели, отражающие состояние регуляторных систем и их функционального резерва. Степень напряжения регуляторных систем определяет «цену адаптации» организма к условиям среды.

При этом выделяются группы лиц с разным уровнем адаптации: 1) с удовлетворительной адаптацией к условиям окружающей среды; 2) с напряжением механизмов адаптации; 3) с неудовлетворительной адаптацией; 4) со срывом механизмов адаптации. Методика массовых прогностических исследований основана преимущественно на учете данных о состоянии сердечно-сосудистой системы, которая рассматривается как индикатор адаптационных реакций целостного организма и подробно описана в статьях и монографиях. Используя вышеописанный подход к оценке степени адаптации трудовых мигрантов к факторам физической тяжести, нервно-эмоциональной напряженности труда, социально-психологическим условиям среды обитания, нами расширен арсенал используемых методов исследований. Проводилась оценка состояния нервно-мышечной системы, применялся корреляционный анализ для выявления взаимосвязи физиологических показателей с факторами трудового процесса, регрессионный анализ для количественного обоснования стадий адаптационного процесса.

**Цель работы** – научно обосновать физиолого-клинические особенности адаптации мигрантов из Республики Таджикистан к производственным, социально-психологическим и природно-климатическим условиям Московского региона и разработать мероприятия их медико-социального сопровождения.

Рассматривая процесс адаптации человека к различным производственным факторам, условиям среды обитания с позиции системного подхода П.К. Анохина [2], особое внимание следует обратить на формирование функциональной системы. Именно системный подход «поможет разобраться в логических связях между отдельными фактами, и только этот принцип позволит более успешно и на более высоком уровне проектировать новые исследования» [6]. Обязательным условием системного подхода является поиск системообразующего фактора. Как указывает А.В. Капустина с соавт. (2016), в физиологии труда именно понятие работоспособности имеет решающее значение для формирования системы, потому что она связана как с тяжестью и нервно-эмоциональной

напряженностью труда человека, так и с функциональным состоянием, уровнем адаптационно-приспособительных реакций организма человека.

В настоящее время под работоспособностью понимают величину функциональных возможностей организма человека, характеризующую его способность выполнять максимальное количество работы на протяжении заданного времени при интенсивном или длительном напряжении организма. Раньше работоспособность определяли по технико-экономическим показателям работы, т.е. по производительности труда, однако такой подход не оправдал себя. Считая первой подсистемой тяжесть (ТТ) и напряженность труда (НТ), ясно, что влияние неблагоприятных факторов повышенной ТТ и нервно-эмоциональной НТ может вызывать снижение работоспособности, а также должно изменять функциональное состояние всех систем организма. Физиологическое состояние организма и уровень (стадию) адаптационного процесса можно признать другой подсистемой в общей теории системы. Восстановление затраченных в процессе труда ресурсов диктует необходимость коррекции функционального состояния с использованием мероприятий первичной профилактики (закаливающие процедуры, общефизическая подготовка и др.).

Вторичная профилактика (врачебное обследование, диспансеризация) направлена на сохранение высокого уровня работоспособности, предупреждение развития профессиональной и производственно-обусловленной патологии. Обоснование профилактических мер для повышения работоспособности и оптимального развития адаптационных реакций можно считать третьей подсистемой.

Рассматривая работоспособность человека как функциональную систему, В.В. Матюхин [8] выделяет две взаимосвязанные подсистемы: функционального напряжения и восстановительных процессов. Однако представляется правомерным на современном этапе развития физиологии труда выделение трех подсистем: трудовая деятельность мигрантов в показателях физических (мышечных) нагрузок тяжести труда и нервно-эмоциональных нагрузок напряженности труда, функциональное состояние в виде определенного уровня формирования адаптационного процесса, часто имеющего стадии саморегуляции, активации, мобилизации; восстановление физиологических функций с использованием мер оптимизации труда и оздоровительных мероприятий.

**Материалы и методы.** В связи с изложенным следует остановиться на каждой из под-

систем и охарактеризовать основные признаки функциональной системы. Физиологические исследования включали профессиографический анализ деятельности по [9], оценку функционального состояния организма по общепринятым методам: динамометрии, определения частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД), индекса физиологических изменений системы кровообращения (ИФИ), variability сердечного ритма (ВСР), типа регуляции кровообращения (гипо-, гипер- и эукинетический). Психологическое тестирование включало определение личностной, ситуативной тревожности (тест Спилбергера) и уровня невротизма (методика Айзенка).

#### **Сравнительный анализ адаптационного процесса у трудовых мигрантов в зависимости от уровня физических и нервно-эмоциональных нагрузок.**

На основании изучения характера профессиональной деятельности трудовых мигрантов были сформированы когорты профессиональных групп в зависимости от степени вредности по показателям тяжести и напряженности труда. Систематизация полученных материалов позволила выделить несколько категорий трудовой деятельности. В каждую категорию профессиональной деятельности вошли представители 2-го и 3-го класса 1, 2, 3-й степени вредности в соответствии с [9]. При этом ко 2-му (допустимому) классу по показателям тяжести труда были отнесены студенты I–III курса Таджикского государственного медицинского университета и Московского горного института. Работники плодоовощного рынка, спортсмены-студенты, занятые пулевой стрельбой, были оценены по 3-му классу 1-й степени условий труда. К 3-му классу 2-й степени были отнесены строители-монтажники, работники по ремонту дорожной сети, женщины-мигрантки, занятые в социальной сфере, студенты-спортсмены, играющие в волейбол, мини-футбол, спортсмены тхэквондо, к 3-му классу 3-й степени – строители-арматурщики, метростроевцы, работники плодоовощного склада и т.д. Анализируя распределение профессиональных групп по обобщенному показателю напряженности труда, приходим к заключению о преобладании 3-го класса 2–3-й степени (72,7 %) против 3-го класса 1-й степени (27,3 %). Высокий уровень нервно-эмоциональной напряженности труда указывает на возможность развития эмоционального стресса, который может стать причи-

ной дезадаптации и нарушений компенсаторных механизмов организма.

Корреляционный анализ факторов физической тяжести и нервно-эмоциональной напряженности труда с физиологическими показателями нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системы позволил распределить их по ранговым местам. Центральное место в этой системе занимает тяжесть труда, остальные показатели по очередности распределялись следующим образом: рабочая поза (в 93,3 % достоверно связана с физиологическими показателями,  $p \leq 0,05$ ), статическая нагрузка (80,0 %), напряженность труда (73,3 %), эмоциональная нагрузка (66,7 %). Далее следуют такие показатели тяжести труда, как масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, наклоны корпуса.

Влияние неблагоприятных факторов тяжести труда и выраженной нервно-эмоциональной напряженности труда изменяет функциональное состояние всех систем организма, формирует особенности адаптационно-приспособительных реакций, которые можно признать второй подсистемой в общей теории системы. В настоящее время отсутствует количественное определение стадий последовательного перехода адаптационных реакций от саморегуляции к мобилизации различной степени выраженности; сопоставление стадий со степенью физической тяжести и эмоциональной напряженности трудовой деятельности.

Высокая трудоемкость определения напряжения адаптационных процессов при сочетанном воздействии факторов тяжести и напряженности трудового процесса в производственных условиях диктовала необходимость методического обоснования оценки адаптации трудовых мигрантов при физическом и нервно-эмоциональном труде.

Методика количественной оценки напряжения адаптационных процессов организма предусматривает по результатам исследований предварительное определение характера трудовых нагрузок. Во-первых, определяется класс условий труда по показателям физической динамической нагрузки, массы груза, стереотипных рабочих движений, статической нагрузки, рабочей позы, наклонов корпуса, перемещения в пространстве, составляющих общую оценку тяжести трудового процесса. Во-вторых, оценивается класс условий труда по значениям интеллектуальной, сенсорной, эмоциональной, монотонной нагрузки и режиму работы, составляющих оценку напряженности труда по методике, изложенной в [9].

В последующем определяют величину каждого показателя по классу условий труда. Условная кодировка в процентах и баллах классов условий труда показала, что оптимальному 1-му классу условий труда соответствует величина 6,7 балла, допустимому 2-му классу – 13,3 балла, вредному 3-му 1-й степени – 20,0, вредному 3-му 2-й степени – 26,7, вредному 3-му 3-й степени – 33,3 балла. При физическом труде общая балльная величина каждого вида нагрузок устанавливается по показателю, отнесенному у наибольшему классу. Для нервно-эмоционального труда принцип оценки каждого вида нагрузок несколько иной и заключается в том, что общая балльная величина каждого вида нагрузок вычисляется по формуле балльной оценки (по патенту № 2546089 от 27.02 2015 г.).

Проведенный анализ психофизиологических данных у трудовых мигрантов в течение рабочей смены выявил, что формирование функционального состояния определяется степенью тяжести и напряженности трудовой деятельности. При классе тяжести труда 3.3 у строителей-арматурщиков наблюдалось снижение динамометрических показателей выносливости становых мышц корпуса на 25,6 % и максимальной мышечной работоспособности (ММР) – на 37,9 % по сравнению с исходным уровнем, появление жалоб – в 65,3 % случаев к концу работы на боли в области поясницы, в 62,3 % – в области плечевого пояса и в 58,4 % – в шейном отделе позвоночника.

При классе тяжести труда 3.2 изменения в нервно-мышечной системе монтажников в динамике смены оказались менее выраженными. Выполнение работы, связанной с нервно-эмоциональным стрессом, приводит к более заметным изменениям показателей сердечно-сосудистой системы. Исследованиями показано, что для работников нервно-эмоционального труда определение ЧСС, САД, ДАД по среднесменным уровням оказалось более информативным, чем сдвиг показателей к концу смены, и может быть использовано для определения напряжения адаптационных реакций. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы у работников обследуемых профессиональных групп проводилась также на основе интегрального показателя, индекса физиологических изменений системы кровообращения (ИФИ), который отражает потенциальную способность организма адаптироваться к тем или

иным величинам производственных нагрузок, т.е. к непосредственной производственной деятельности.

Результаты исследований трудовых мигрантов, студентов и спортсменов-студентов показали, что у студентов, физические нагрузки которых соответствуют 2-му допустимому классу тяжести труда, отмечались низкие среднесменные значения ИФИ, свидетельствующие о достаточных функциональных возможностях физиологических систем и удовлетворительной адаптации организма обследованных. У работников-строителей с оценкой класса условий труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса – вредный 3-й класс 2-й и 3-й степени – среднесменные величины ИФИ указывали на снижение функциональных возможностей и отражали неудовлетворительную адаптацию организма к трудовой нагрузке.

Нарастание степени напряжения адаптации от стадии саморегуляции до активации и мобилизации проявляется в увеличении доли трудовых мигрантов с высоким уровнем личностной (42,8 %), ситуативной (45,6 %) тревожности и студентов с повышенным уровнем невротизма (42,9 %). Проведенные исследования по изучению некоторых свойств личности, по видимому, указывают на вероятность формирования невротических расстройств у лиц, труд которых характеризуется высокими нервно-эмоциональными нагрузками. Полученные результаты исследований позволили обосновать количественную оценку напряжения адаптационных реакций организма человека при физическом и нервно-эмоциональном труде, которая включала расчет величины снижения показателей нервно-мышечного аппарата (процент сдвига от исходного) и изменений среднесменных уровней показателей сердечно-сосудистой системы, включая вариабельность сердечного ритма, от нормативных и должных величин (в процентах).

С помощью регрессионного анализа данных изменений процесса адаптации у большого количества работающих людей к концу рабочей смены по показателям нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системы выведена формула для определения уровня напряжения адаптационных реакций организма человека. По уровню напряжения адаптации организма человека при воздействии факторов тяжести и напряженности трудового процесса при физическом и нервно-эмоциональном труде определяют стадию адаптационного процесса, причем при  $Y \leq A$  квали-

фицируют его как стадию саморегуляции (оптимальное напряжение), при  $A \leq Y \leq B$  – как стадию активации (допустимое напряжение), при  $B \leq Y \leq C$  – как стадию мобилизации I степени (перенапряжение I степени), при  $C \leq Y \leq D$  – как мобилизацию II степени (перенапряжение II степени), при  $D \leq Y$  – как мобилизацию III степени (перенапряжение III степени).

Индекс функциональных изменений (ИФИ) является одним из показателей адаптационного потенциала системы кровообращения. По мнению Р.М. Баевского [4], для оценки адаптационных возможностей организма в зоне донозологических и преморбидных состояний предназначена методика донозологического контроля. Донозологическими называют состояния, в которых доминируют неспецифические компоненты адаптационной реакции организма, преобладают явления общего адаптационного синдрома. Обычно это состояние функционального напряжения и неудовлетворительной адаптации, когда нормальные значения основных показателей жизнедеятельности поддерживаются за счет повышенной активности механизмов адаптации, в частности, более высокого тонуса симпатической нервной системы. Длительное напряжение адаптационных механизмов, повышенный расход функциональных ресурсов организма (высокая «цена адаптации» к производственным факторам и социально-психологическим условиям окружающей среды) ведут к снижению активности защитных и компенсаторных механизмов. Появляются специфические изменения со стороны отдельных органов и систем, которые вначале не являются доминирующими, в дальнейшем же становятся ведущими, и тогда можно констатировать развитие преморбидного состояния – предболезни, затем переходящей в конкретное заболевание. Как отмечает Р.М. Баевский [6], преморбидные состояния могут, как начальные стадии заболеваний, сохраняться длительное время (годами), именно в этот период общеоздоровительные мероприятия будут наиболее эффективны.

По данным Р.М. Баевского [3], на уровне мобилизации функциональных резервов организма осуществляется стратегия максимальной активации автономных систем, и при наступлении полного истощения их резервов управление в организме обеспечивается центральными механизмами регуляции. Подобный тип управления характерен для большинства нозологических форм заболеваний. Процессы выздоровления и реабилитации, так же, как и процессы

адаптации к экстремальным воздействиям и условиям среды, у трудовых мигрантов могут быть охарактеризованы как постепенный переход от уровней мобилизации и активации к уровню саморегуляции. Как показано в работах известных физиологов труда, донозологический контроль базируется на определении трех компонентов функционального состояния организма: уровня функционирования основных физиологических систем, их функционального резерва и степени напряжения регуляторных механизмов.

Наименее изменчив уровень функционирования, который определяется по константным параметрам наиболее важных систем. По мнению ряда авторов [4, 6, 8], уровень функционирования прямо пропорционален степени напряжения регуляторных механизмов и обратно пропорционален функциональному резерву. Чем выше степень напряжения и ниже функциональный резерв, тем выше уровень функционирования. Р.М. Баевским [3] разработана методика донозологического контроля по уровню функционирования системы кровообращения. Как известно, система кровообращения в значительной мере определяет способность организма приспосабливаться к большинству неблагоприятных факторов производственной среды. Особенно велика роль этой системы в оценке донозологических состояний, когда еще отсутствуют специфические сдвиги в других органах и системах. При этом кислородно-транспортная функция системы кровообращения может стать ведущим лимитирующим фактором адаптационного процесса. Известно, что любая функциональная система организма состоит из подсистем, и от того, как будет работать каждая из них, зависит конечный результат [8]. При снижении функционального уровня хотя бы одной из подсистем надежность работы всей функциональной системы значительно уменьшается. Большое количество корреляционных связей, как и их множественная зависимость между собой, не всегда является тем оптимальным вариантом, который обеспечивает высокое качество работы и способствует эффективному выполнению производственных заданий.

По результатам наших исследований была изучена корреляционная зависимость между психофизиологическими показателями, определяющими успешное выполнение производственной деятельности трудовыми мигрантами: сердечно-сосудистой системы (ЧСС, показатели АД, ИФИ), показатели variability сердечного ритма – ВСР (SDNN, SI, PARS, TP, VLF, %), нервно-

мышечного аппарата (сила, выносливость мышц правой работающей руки, максимальная мышечная работоспособность, сила, выносливость становых мышц, ММР). Показатели корреляционных связей были достоверны ( $p \leq 0,05$ ), на уровне 0,48, т.е. критическое значение  $r$  составило 0,48. Число внутрисистемных достоверных корреляционных связей составило 77,8 % в сердечно-сосудистой системе и 66,7 % – в нервно-мышечной.

Наблюдалось меньшее количество (53,7 %) межсистемных ССС – НМА корреляционных связей. При рассмотрении корреляционных зависимостей отмечается возникновение дополнительных взаимосвязей между физиологическими показателями в сердечно-сосудистой системе. Это, по-видимому, обусловлено тем, что для обеспечения деятельности в ССС подключаются дополнительные корреляционные связи. Иными словами, наибольшее количество корреляционных связей отмечалось по показателям сердечно-сосудистой системы, что вызывает высокий уровень напряжения адаптационных процессов, повышает физиологическую стоимость работы.

Результаты исследований свидетельствуют о принципиальной возможности использования изученных показателей ВСР в качестве физиологических маркеров состояния напряжения регуляторных систем организма трудовых мигрантов при воздействии факторов тяжести и напряженности труда в неблагоприятных социально-психологических условиях среды обитания.

**Результаты изучения адаптации по показателям ВСР у трудовых мигрантов.** Анализ литературы показал, что в 1996 г. были опубликованы международные рекомендации «Вариабельность ритма сердца. Стандарты измерений, физиологическая интерпретация и клиническое использование». Эти рекомендации явились итогом предшествующих 20 лет исследований и накопленного опыта. Было рекомендовано в спектральном анализе ВСР использовать четыре частотных диапазона: HF (0,15–0,45 Гц) – отражающий парасимпатическую активность вегетативной нервной системы; LF (0,05–0,15 Гц) – преимущественно симпатическую ветвь барорецепторного контроля; VLF (0,05–0,005 Гц), по мнению авторов, имеет разнообразную функциональную значимость. Опыт российских исследований и результаты исследований, проведенных зарубежными авторами, показывали необходимость коррекции этих рекомендаций [6]. Это относится главным

образом к диапазону VLF. Результаты исследований данных трудовых мигрантов показали, что для таджиков независимо от пола характерны достоверно ( $p < 0,05$ ) более высокие значения VLF-компонента спектра (в %) или медленных волн 2-го порядка, тогда как у русских мигрантов был выше LF % (сравнительная характеристика спектральных составляющих ВСР проводилась в группах мигрантов из Таджикистана и коренных жителей – русских).

Результаты, полученные при обследовании лиц в возрасте 18–20 лет исследуемых регионов, показали, что относительный вклад сверхнизкочастотных волн спектра (VLF %) у мигрантов из Таджикистана выше и составил 20 %, тогда как у их сверстников из Московской области только 15 %. Более высокие значения VLF-составляющей спектра выявлены у таджиков и при этом более старшего возраста:  $30,73 \pm 3,27$  % у женщин и  $30,24 \pm 2,14$  % у мужчин против  $24,49 \pm 2,92$  и  $28,39 \pm 4,11$  % соответственно. При этом независимо от пола и принадлежности к определенной группе с возрастом отмечается увеличение VLF % и уменьшение HF %, что согласуется с данными других авторов. В настоящее время считается установленным, что HF-компонент спектра, или дыхательные волны, обусловлен парасимпатической активностью. Тогда как LF-составляющая, по мнению многих авторов, связана с уровнем функционирования симпатической системы. Что касается модуляции VLF-волн, то природа их не совсем ясна, исследователями ведутся активные дискуссии по этому вопросу. Одни авторы считают, что амплитуда VLF-тесно связана с психоэмоциональным напряжением; VLF является хорошим индикатором управления метаболическими процессами [11–16].

Следует отметить, что комплексный показатель активности регуляторных систем организма (PARS) был достоверно меньше у представителей русского населения ( $p < 0,05$  у девушек и  $p < 0,01$  у юношей), что свидетельствует о лучшей адаптации русских к экстремальным природно-климатическим условиям России, о более высоких функциональных резервах. У 60 % обследуемых лиц русской национальности независимо от пола отмечено состояние оптимального рабочего напряжения организма со значениями PARS, равными 1–3 балла. Это соответствует состоянию нормы или удовлетворительной адаптации по классификации функциональных состояний, принятой в донозологической диагностике [6]. Тогда как у 70,8 % мигрантов из Таджи-

кистана, прибывших на территорию Московской области, отмечалось состояние функционального напряжения, более выраженное напряжение регуляторных систем (PARS = 4–6 баллов и более). У них отмечено большое количество лиц с нарушениями ритма сердца (14,5 % девушек и 26,8 % юношей), тогда как среди представителей русской группы они составили 8,3 % у девушек и 14,8 % у юношей.

Это находит объяснение в увеличении LF-компонента сердечного ритма у мигрантов из Таджикистана, свидетельствующего об обусловленной симпатикотонии, что впоследствии может реализоваться в формировании заболеваний, связанных с нарушением регуляции сердечно-сосудистой системы. По данным С.Д. Будаева [5], результатами проведенного анализа выявлены случаи смерти среди мигрантов, прибывших на работу на территорию Липецкой области РФ, а также зафиксирован более высокий уровень заболеваемости сердечно-сосудистой системы среди мигрантов из Таджикистана по сравнению с русскими. Этот же автор приводит данные о смертельных случаях.

Выявленные особенности показателей ВСР (сниженная общая вариабельность, более низкие значения VLF % и др.) у местного населения Москвы можно рассматривать как результат длительной адаптации к экстремальным природно-климатическим условиям региона на протяжении многих веков и показатель сложного протекания адаптационного процесса к экстремальным природно-климатическим условиям у трудовых мигрантов из Таджикистана. В качестве функциональной нагрузки на кардиореспираторную систему в работе использована проба с фиксированным темпом дыхания (ФТД). Функциональная проба с фиксированным темпом дыхания (ФТД6, ФТД12) направлена на выявление физиологических резервов сердечно-сосудистой деятельности и адаптационных реакций организма. Результаты исследований показали, что реакция сердечно-сосудистой системы на функциональную пробу с фиксированным темпом дыхания у мигрантов-таджиков понижена по сравнению с русскими, проживающими в Московской области. Это также свидетельствует об имеющихся физиологических особенностях адаптивных реакций в зависимости от климатогеографических условий проживания в высокогорных районах страны-донора, обеспечивающих повышенное насыщение крови кислородом и возрастание сократительной способности миокарда.

Сравнительный анализ ВСР у представителей основных профессиональных групп мигрантов из Таджикистана выявил достоверные различия по многим показателям парасимпатической активности между работниками в зависимости от класса тяжести (ТТ) и напряженности труда (НТ). Частота сердечных сокращений в указанных группах достоверно не различается, в то же время у строителей, как монтажников, так и метростроителей (класс ТТ 3.2 и 3.3), отмечены достоверно более низкие значения показателей, характеризующих общую вариабельность сердечного ритма (SDNN):  $41,72 \pm 1,86$  и  $41,60 \pm 2,01$  мс. Полученные данные статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) различались с величинами SDNN у работников плодово-овощного склада (класс ТТ 3.1) и студентов II и III курсов (класс ТТ 2-й допустимый):  $59,87 \pm 1,55$  и  $55,88 \pm 1,70$  мс соответственно.

При 2-м допустимом и 3-м вредном классе 1-й степени тяжести труда, соответствующих стадиям активации и мобилизации 1-й степени по принятой градации адаптационного процесса, по сравнению с 3-м классом 2-й и 3-й степени, достоверно выше показатели, характеризующие активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (SDNN, RMSSD) ( $p < 0,001$ ) и PNN50 ( $p < 0,05$ ). О более высокой активности симпатического звена регуляции с возрастанием класса вредности свидетельствуют значения амплитуды моды, стресс-индексы. При этом абсолютные значения этих показателей находятся в пределах физиологической нормы, принятой в исследованиях европейских авторов, но ближе к ее нижней границе. Как правило, показатели SDNN, RMSSD, PNN50 изменяются однонаправленно. Достоверные различия этих показателей и такого, как MxDMn, свидетельствуют о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела вегетативной нервной системы на уровне мобилизации функциональных резервов II и III степени.

Анализ частотных характеристик ВСР выявил при классе 2 и 3.1 тяжести труда достоверно более низкие значения таких показателей, как суммарная мощность спектра TP ( $p < 0,05$ ), абсолютная мощность спектра низкочастотного компонента вариабельности LF ( $p < 0,05$ ), характеризующих активность вазомоторного центра.

По литературным данным известно, что центральные звенья регуляторных систем представлены в кардиоинтервалограмме волнами в VLF-диапазоне [6]. Действительно, отмечался

рост относительной мощности в диапазоне очень низкочастотных волн VLF у строителей арматурщиков и монтажников, метростроителей (класс ТТ 3.2–3.3), что указывает на повышение активности симпатической нервной системы. Проводился корреляционный анализ спектральной мощности VLF-диапазона и некоторых факторов трудового процесса. Наблюдалась выраженная степень связи с эмоциональной нагрузкой ( $r = 0,76$ ,  $p \leq 0,05$ ) и напряженностью труда ( $r = 0,65$ ,  $p \leq 0,05$ ). Выявлена меньшая степень связи с интегральной величиной тяжести труда ( $r = 0,53$ ,  $p \leq 0,05$ ), отдельными ее показателями: статической нагрузкой ( $r = 0,50$ ,  $p \leq 0,05$ ) и рабочей позой ( $r = 0,55$ ,  $p \leq 0,05$ ). Обращает на себя внимание большое количество корреляционных связей VLF-диапазона с физиологическими показателями: ЧСС ( $r = 0,75$ ,  $p \leq 0,05$ ), САД ( $r = 0,75$ ,  $p \leq 0,05$ ), ДАД ( $r = 0,77$ ,  $p \leq 0,05$ ), выносливостью работающей правой руки ( $r = 0,73$ ,  $p \leq 0,05$ ), ММР ( $r = 0,57$ ,  $p \leq 0,05$ ), интегральным показателем состояния ( $r = 0,61$ ,  $p \leq 0,05$ ). Определяются выраженная корреляционная зависимость с ИФИ ( $r = 0,84$ ,  $p \leq 0,05$ ), стресс-индексом SI ( $r = 0,82$ ,  $p \leq 0,05$ ). В результате можно сказать о наличии определенной взаимосвязи между колебаниями ВСР в диапазоне очень низких частот и адаптационным процессом.

По мнению Р.М. Баевского [3, 4], на этапе неустойчивой адаптации, стадии активации происходит повышение полной мощности спектра и мощности в диапазоне низких частот. Во время стадии мобилизации II и III степени (классе условий труда 3.2–3.3 по показателям тяжести и напряженности труда) отмечалось возрастание активности симпатической нервной системы. При этом увеличивается мощность в диапазоне очень низких частот.

При комплексном воздействии факторов тяжести и напряженности труда индекс централизации (IC) при классе условий труда 3.1 составляет  $3,70 \pm 0,91$  усл.ед. и возрастает до  $7,58 \pm 1,11$  и  $6,31 \pm 0,95$  усл.ед. при классе 3.2 и 3.3 соответственно. Это указывает на снижение автономной регуляции функций и возрастание роли центральных механизмов регуляции. Иными словами, с возрастанием степени тяжести и напряженности труда наблюдается резкое напряжение регуляторных систем и, как следствие, снижение резервов регуляции. К 3-му классу 3-й степени выраженность изменений усиливается. Согласно динамике индекса централизации (IC), можно предположить, что происходит перестройка механизма регуляции, проявляю-



щаяся при 2-м допустимом классе тяжести труда (студенты) и вредном 3-м классе 1-й степени (работники плодоовощного склада) относительным преобладанием периферических регуляторных центров над центральными, а в последующие классы, наоборот, ростом активности центральных регуляторных механизмов.

При этом стадия мобилизации характеризуется возрастанием стресс-индекса (SI), относительной мощности VLF%-диапазона, снижением общей мощности спектра, временных показателей кардиоинтервалограммы, в частности SDNN. Наблюдается существенное возрастание показателя активности регуляторных систем – PARS до значений  $6,0 \pm 0,40$  и  $6,21 \pm 0,21$  усл.ед., которые позволяют определить формирующееся функциональное состояние. При этом адаптационные возможности организма можно оценить как состояние перенапряжения регуляторных систем, для которого характерна недостаточность защитно-приспособительных механизмов, их неспособность обеспечить адекватную реакцию организма на воздействие факторов трудового процесса. Здесь избыточная активация регуляторных систем уже не подкрепляется соответствующими функциональными резервами [3, 4].

**Состояние здоровья мигрантов по объективной оценке.** Для объективного суждения о степени влияния производственных и непроизводственных факторов, обуславливающих частоту некоторых заболеваний, проанализирована их зависимость от времени пребывания мигрантов на производствах Российской Федерации (табл. 1). По результатам медицинских осмотров выявлено, что при стаже работы менее года наиболее часто встречается ОРВИ (40,8 %), хронические бронхиты (38,1 %). С течением времени мигранты адаптируются к условиям труда и жизни, и к третьему году пребывания в различных регионах Российской Федерации снижается заболеваемость ОРВИ и хроническими бронхитами. Вместе с тем со стажем работы возрастают заболевания позвоночника, что является следствием использования труда мигрантов на тяжелых работах (поднятие и перемещение тяжестей, работа в вынужденной рабочей позе и др.).

Уровень гинекологической заболеваемости у мигранток зависит от выраженности факторов тяжести и напряженности трудового процесса. Показано, что если этиологическая доля вклада вредных факторов трудового процесса в развитие женских болезней составляет

Таблица 1

Распространенность патологических поражений у мигрантов в зависимости от стажа работы (%)

| Название заболевания      | Стаж работы, лет |      |      |           |
|---------------------------|------------------|------|------|-----------|
|                           | менее 1          | 1–2  | 2–3  | 3 и более |
| ОРВИ                      | 40,8             | 32,6 | 22,3 | 12,02     |
| Хронические бронхиты      | 38,1             | 33,6 | 12,1 | 8,9       |
| Остеохондроз позвоночника | 6,8              | 28,8 | 22,3 | 22,0      |

40–50 %, то степень связи заболеваний с работой является средней или сильной, т.е. заболевание обусловлено работой. При этом выявлены различия по степени выраженности эффектов неблагоприятного воздействия труда: на первом месте находится опущение и выпадение женских половых органов при тяжелой физической работе, выполняемой преимущественно стоя (EF = 56,4 % у мигранток по сравнению с контролем). Второе место занимают нарушения менструальной функции (EF = 55,3 %), воспалительные заболевания женских тазовых органов (EF = 45,7 % у мигранток по сравнению с контрольной группой) На третьем месте по значимости стоит и привычный выкидыш, и бесплодие.

Тяжесть физического (мышечного) труда повышает риск развития профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы. Анализ данных физиолого-клинических исследований большого количества работающих позволил выявить зависимость частоты случаев профессиональных заболеваний ПНС и ОДА исследованных профессиональных групп от тяжести трудового процесса (табл. 2).

Нервно-эмоциональная напряженность труда рассматривается в качестве риска производственно-обусловленных заболеваний. Известно, что при воздействии выраженных нервно-эмоциональных нагрузок могут возникать различные нарушения в сердечно-сосудистой системе: гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца. Нервно-психическое напряжение при наличии сменного режима и длительного рабочего дня способствуют формированию невротических расстройств. По результатам производственных исследований определены риски нарушения здоровья в зависимости от уровня напряженности труда (табл. 3).

Высокая заболеваемость мигрантов Республики Таджикистан приводит к большому эконо-

Таблица 2

Риск развития случаев производственной патологии в зависимости от уровня тяжести трудового процесса (%)

| Характер мышечных нагрузок | Тяжесть трудового процесса (по Р 2.2.755-99) |                       |                                   |             |             |
|----------------------------|--|-----------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|
|                            | 1-й класс оптимальный                        | 2-й класс, допустимый | 3-й класс, вредный (тяжелый труд) |             |             |
|                            |  |                       | 1-я степень                       | 2-я степень | 3-я степень |
| Региональные и общие       | 0–6,0  | 6,1–17,0              | 17,1–28,0                         | 28,1–37,0   | Более 37,0  |

Таблица 3

Риск развития случаев производственной патологии (гипертонической болезни, ИБС и невротических расстройств) в зависимости от уровня напряженности труда (%)

| Формы патологии                          | Категории напряженности труда (НТ) |                             |                                |                                     |                                    |
|--|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
|  | I – мало напряженная (1)           | II – средне напряженная (2) | III – высоко напряженная (3.1) | IV – очень высоко напряженная (3.2) | V – изнурительно напряженная (3.3) |
| Гипертоническая болезнь                  | 0                                  | 0,1–10,3                    | 10,4–20,7                      | 20,8–29,1                           | 29,2–36,2                          |
| Ишемическая болезнь                      | 0                                  | 0,1–6,1                     | 6,2–21,2                       | 21,3–33,5                           | 33,6–43,8                          |
| Невротические расстройства (общее число) | 0                                  | 0,1–11,1                    | 11,2–24,2                      | 24,3–34,9                           | 35,0–43,9                          |

мическому ущербу. В условиях переходного к рыночным отношениям периода вопросы их профилактики и терапии приобретают перво-степенное значение, так как здоровье мигрантов становится критерием эффективности реализации человеческого фактора на производстве.

Таким образом, на состояние здоровья трудовых мигрантов воздействуют как внешние, так и внутренние факторы риска: климатологические, социально-бытовые, нервно-эмоциональные, которые являются предрасполагающим звеном развития тех или иных инфекционных и неинфекционных заболеваний.

Для сохранения здоровья и обеспечения высокой работоспособности трудовых мигрантов разработаны мероприятия медико-социального сопровождения, которые составляют третью подсистему в общей теории системы. Профилактические мероприятия направлены на социальное обеспечение мигрантов, проведение учебно-образовательных мероприятий, организацию профессионального отбора и профориентации, разработку рациональных режимов труда и отдыха, формирование мотивации к здоровому образу жизни, проведение лечебно-диагностических мероприятий, введение дополнений к законодательным мерам для трудовых мигрантов.

### Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Учение о здоровье и проблемы адаптации. – Ставрополь: СГУ, 2000. – 204 с.
2. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Наука, 1975. – 447 с.
3. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М.: Медицина, 1979. – 295 с.
4. Берсенева А.П. Принципы и методы массовых донозологических обследований с использованием автоматизированных систем: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Киев, 1991. – 28 с.
5. Будаев С.Д. Медико-социальные аспекты охраны здоровья сельского населения Республики Бурятия: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1996. – 22 с.
6. В помощь практическому врачу. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–87.
7. Временные методические рекомендации по расчету показателей профессионального риска / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: НИИ медицины труда РАМН, 2005. – 16 с.
8. Матюхин В.В. Умственная работоспособность с позиции теории о функциональных системах (обзор литературы) // Медицина труда и промышленная экология. – 1993. – № 3–4. – С. 28–31.
9. Р 2.2.20006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – 142 с.
10. Физиологические особенности формирования психоэмоционального перенапряжения у работников умственного труда и его профилактика / И.В. Бухтияров, В.В. Матюхин, О.И. Юшкова и др. // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2014. – Т. 100, № 11. – С. 1324–1334.
11. Akselrod S. Components of heart rate variability. Basic studies // In: Malik M., Inc. – 1995. – 147 p.

12. Allen J.A. The influence of physical conditions in the genesis of species // Ann. Rept. of the Smithsonian Institution. – Washington, 1906. – P. 375–402.
13. Andersen K.L. Comparisons of Scandinavian Lapps, Arctic Fishermen, and Canadian Arctic Indians // Fed. Proc. – 1963. – Vol. 22. – P. 834–839.
14. Canter D., Nanke L. Can health be a quantitative criterion. A multifaceted approach to health assessment // Science of Health. Plenum Press. – 1992. – P. 83–98.
15. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis / S. Akselrod, D. Gordon, J.B. Madwed [et al.] // Am. J. Physiol. – 1985. – Vol. 249. – P. 867–875.
16. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control / S. Akselrod, D. Gordon, F.A. Ubel [et al.] // Science. – 1981. – Vol. 213. – P. 220–222.

*Адаптация организма трудового мигранта к факторам риска трудового процесса с позиции функциональной системы П.К. Анохина / М. Ходжиев, Л.В. Прокопенко, Н.П. Головкова, Г.И. Тихонова, М.А. Фесенко // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 107–118. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.12*

UDC 613.644: 612.842.5

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.12.eng

## **ADAPTATION OF THE MIGRANT WORKER'S BODY TO THE OCCUPATIONAL RISK FACTORS FROM THE POSITION OF FUNCTIONAL SYSTEM OF P.K. ANOKHIN**

**M. Khodzhiev, L.V. Prokopenko, N.P. Golovkova, G.I. Tikhonova, M.A. Fesenko**

Research Institute of Occupational Health, 31 Budennov Prospekt, Moscow, 105275, Russian Federation

*The adverse factors of labor process of migrants were studied as the factors of risk of formation of unsatisfactory adaptation and damage to health. The results of the study of adaptation of migrants to the labor process from the standpoint of the theory of functional systems were presented. The first subsystem of physical activities and neuro-emotional tension of labor determines the formation of certain stages of the adaptation process in terms of heart rate variability (the second subsystem). The result of migrant workers' sympathetic chain of regulation's activity level shows that the adaptive stress syndrome on the physiological indicators is expressed in a change of heart rate variability: different levels of stress index of SI associated with high physical (muscle), neuro-emotional stresses; marked increase in the power of spectrum of very low-frequency component (VLF), while the increase in heart rate. The features of the functional state of the body and the degree of adaptation in terms of activity of regulatory systems – PARS (optimal  $1.19 \pm 0.28$ ; allowable stress  $40.5 \pm 0.62$ ; overvoltage  $6.21 \pm 0.82$  points) were determined. On the basis of the production studies of migrant workers, the approaches to quantitative evaluation to the degree of adaptation of workers to the labor process associated with the combined effects of physical, neural and emotional labor intensity on the human body were science-based and developed. The degree of stress adaptation process corresponds to the stage of self-control (optimum stress) activation (allowable stress), the mobilization of the 1st, 2nd, 3-th degree (degrees of over-stress of 1,2,3 degrees). Unfavorable stage of mobilization of 2–3 degrees of migrant workers was determined (an increase in the stress index SI, PARS indicator, the relative power of VLF range, a reduction in the SDNN). Events of medical and social support represent the third sub-system in the general system theory.*

**Key words:** migrant workers, adaptation, system approach, muscular load, neural and emotional kind of work, healthy lifestyle.

© Khodzhiev M., Prokopenko L.V., Golovkova N.P., Tikhonova G.I., Fesenko M.A., 2016

**Makhmadamin Khodzhaev** – PhD of Medical Science, senior researcher of laboratory of labor physiology and preventive ergonomics (e-mail: amin.dok@mail.ru; tel.: +7 (968) 585-12-95).

**Lyudmila V. Prokopenko** – Doctor of Medical Science, professor, deputy Director for Research (e-mail: prokopenko@niimt.ru; tel.: +7 (495) 365-46-03).

**Nina P. Golovkova** – Doctor of Medical Science, Head of laboratory of complex problems Industry of Occupational Medicine (e-mail: niimt@niimt.ru; tel.: +7 (495) 366-44-47).

**Galina I. Tikhonova** – Doctor of Medical Science, Head. Laboratory of social and health studies (e-mail: gtikhonova@ya.ru; tel.: +7 (495) 366-05-66).

**Marina A. Fesenko** – Doctor of Medical Science, Head of Laboratory for the prevention of violations of reproductive health of workers (e-mail: replab@mail.ru; tel.: +7 (495) 365-29-81).

## References

1. Agadzhanian N.A., Baevskiy P.M., Berseneva A.P. Uchenie o zdorov'e i problemy adaptatsii [Health and adaptation problems' doctrine]. Stavropol', Stavropol'skiy gosudarstvennyy universitet Publ., 2000, 204 p. (in Russian).
2. Anokhin P.K. Ocherki po fiziologii funkcional'nyh sistem [Essays on the physiology of functional systems]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 447 p. (in Russian).
3. Baevskiy P.M. Prognozirovanie sostojanij na grani normy i patologii [Prediction of states on the verge of norm and pathology]. Moscow, Medicina Publ., 1979, 295 p. (in Russian).
4. Berseneva A.P. Principy i metody massovyh donozologicheskikh obsledovanij s is-pol'zovaniem avtomatizirovannyh sistem: avtoref. dis. doktora biol. nauk [Principles and methods of mass pre-nosological surveys using automated systems: Cand. Dis. Dr. biol. sciences]. Kiev, 1991, 28 p. (in Russian).
5. Budaev S.D. Mediko-social'nye aspekty ohrany zdorov'ja sel'skogo naselenija Respubliki Burjatija: avtoreferat diss. kand. med. nauk [Medical and social aspects of the health of the rural population of the Republic of Buryatia: abstract of diss. of cand. of med. sciences]. Moscow, 1996, 22 p. (in Russian).
6. Baevskiy P.M., Ivanov G.G. [et al]. V pomoshh' prakticheskomu vrachu. Analiz variabel'-nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnyh jelektrokardiograficheskikh sis-tem: metodicheskie rekomendacii [To help the practitioner. The analysis of heart rate variability using different electrocardiographic systems: guidelines]. *Vestnik aritmologii*, 2001, no. 24, pp. 65–87 (in Russian).
7. Vremennye metodicheskie rekomendacii po raschetu pokazatelej professional'nogo riska [Interim guidelines for the calculation of professional risk indicators]. In N.F. Izmerov, ed. Moscow, Research Institute of Occupational Health, 2005, 16 p. (in Russian).
8. Matukhin V.V. Umstvennaja rabotosposobnost' s pozicii teorii o funkcional'-nyh sistemah (obzor literatury) [Concept of capacity for mental work treated by functional systems theory]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 1993, no. 3–4, pp. 28–31 (in Russian).
9. R 2.2.20006-05. Rukovodstvo po gigenicheskoj ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikaciya usloviy truda [Guidance on the hygienic assessment of factors of working environment and labor process. The criteria and classification of working conditions]. Moscow, Federal'nyj centr gigeny i jepidemiologii Rospotrebnadzora, 2005, 142 p. (in Russian).
10. Bukhtiyarov I.V., Matukhin V.V., Jushkova O.I. [et al]. Fiziologicheskie osobennosti for-mirovanija psiho-jemocional'nogo perenaprijazhenija u rabotnikov umstvennogo truda i ego profilaktika [The physiological features of overstrain formation in mental work and its prevention]. *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2014, vol. 100, no. 11, pp. 1324–1334 (in Russian).
11. Akselrod S. Components of heart rate variability. Basic studies. In: Malik M., Inc., 1995, 147 p.
12. Allen J. The influence of physical conditions in the genesis of species. *Ann. Rept. of the Smithsonian Institution*. Washington, 1906, pp. 375–402.
13. Andersen K.L. Comparisons of Scandinavian Lapps, Arctic Fishermen, and Canadian Arctic Indians. *Fed. Proc*, 1963, vol. 22, pp. 834–839.
14. Canter D., Nanke L. Can health be a quantative criterion. A multifaceted approach to health assessment. *Science of Health. Plenum Press*, 1992, pp. 83–98.
15. Akselrod S., Gordon D., Madwed J.B. [et al]. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis. *Am. J. Physiol*, 1985, vol. 249, pp. 867–875.
16. Akselrod S., Gordon D., Ubel F.A. [et al]. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, 1981, vol. 213, pp. 220–222.

Khodzhiyev M., Prokopenko L.V., Golovkova N.P., Tikhonova G.I., Fesenko M.A. Adaptation of the migrant worker's body to the occupational risk factors from the position of functional system of P.K. Anokhin. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 107–118. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.12.eng