

# МОНИТОРИНГ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ОПЕРАТОРОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Кальниш В. В.

Государственное учреждение «Институт медицины труда имени Ю. И. Кундиева Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев

*Введение.* Вопросам мониторинга психофизиологических функций операторов уделяют гораздо меньше внимания, чем вопросам профессионального отбора. Стратегически профессиональный отбор принципиально не может обеспечить качественный прогноз уровня профессионального долголетия и наличие высокой эффективности труда на протяжении продолжительного времени. Поэтому периодическое психофизиологическое освидетельствование специалиста с установлением тенденций изменения его профессиональных возможностей и формированием их среднесрочного прогноза становится весьма актуальным.

*Цель исследования* — выявить особенности изменения психофизиологических характеристик организма оператора, работающего в условиях с повышенной опасностью, при осуществлении их мониторинга.

*Материалы и методы исследования.* На ряде тепловых электростанций, близких по своей мощности и оборудованию, было обследовано 180 машинистов энергоблоков мужчин разного возраста и состояния здоровья. Проводилось тестирование комплекса психофизиологических характеристик, артериального давления, частоты сердечных сокращений, а также самочувствия, активности и настроения.

*Результаты.* Теоретический анализ и рассмотрение эмпирических данных позволили обосновать наличие нескольких этапов закономерного изменения уровня профессиональной пригодности работников в процессе их многолетней деятельности, в частности, формирования «скрытой» профессиональной непригодности у стажированных специалистов. Установленные явления дают четкое обоснование необходимости осуществления мониторинга психофизиологических характеристик специалистов для увеличения их профессионального долголетия, сохранения здоровья, уменьшения уровня травматизма, сохранения работоспособности.

*Выводы.* Установлено, что в процессе профессиональной деятельности у оператора закономерно изменяются уровни развития его профессионально важных качеств под действием двух противоположно направленных психофизиологических механизмов: за счет возрастных изменений, постепенно ухудшающих их проявления, и профессиональной тренировки — улучшающей или стабилизирующей их уровень. Закономерно протекающие у работника трансформации функций его организма требуют проведения мониторинга психофизиологических характеристик для своевременного применения адекватных организационных мероприятий. Показано, что в процессе трансформации психофизиологических качеств стажированных работников у них возникают предпосылки развития «скрытой» профессиональной непригодности, характеризующейся высоким уровнем профессионально важных качеств и появлением негативных отклонений ряда характеристик функциональных резервов организма. Наличие такого специфического вида отклонений в состоянии стажированных работников требует усиленного внимания при формировании заключения по результатам мониторинга их психофизиологических характеристик. Условно выделено три этапа становления профессионально важных качеств в процессе их формирования и определены их примерные возрастные границы: этап «врабатывания или первичной адаптации к работе» — 20–29 лет; этап «стабильной работоспособности» — 30–39 лет; этап «формирования скрытой непригодности к профессиональной деятельности» — 40 и более лет.

**Ключевые слова:** профессиональная пригодность, мониторинг психофизиологических профессионально важных качеств, «скрытая» непригодность к профессиональной деятельности

## Введение

Вопросам мониторинга психофизиологических функций операторов уделяют гораздо меньше внимания, чем вопросам профессионального отбора. Это, вероятно, связано с трудностью организации и значительной стоимостью осуществления процесса

мониторинга на практике. Между тем эти вопросы по своему масштабу и возможным последствиям имеют неодинаковый вес по нескольким причинам. Во-первых, вероятность качественного прогнозирования профессиональной работоспособности специалиста на длительное время принципиально не

может быть высокой за счет появления многих негативных обстоятельств, которые возникают у работника в течение его профессиональной истории. Учесть влияние этих обстоятельств невозможно из-за значительной неопределенности их появления и разного уровня их воздействия на организм человека. Во-вторых, при современной интенсивности информационной нагрузки на оператора, мощности и значительной распределенности в пространстве управляемого им оборудования, повышенной ответственности за жизнь окружающеи, возможные экономические, экологические, социальные потери для общества, вызванные снижением его работоспособности и потенциальным появлением фатальных ошибок, часто обходятся значительно дороже, чем обеспечение отдыха, восстановления функций организма, лечения или изменения профиля деятельности этого специалиста.

Эффективность деятельности в экстремальных и близких к ним условиях труда зависит от специалистов, имеющих определенный набор профессионально важных качеств, прежде всего, высокую помехоустойчивость при работе в таких неблагоприятных условиях, оптимальный уровень эмоционального напряжения и пр. [10, 13].

Важнейшим способом, направленным на повышение безопасности профессиональной деятельности, является не только создание условий труда с учетом существующих ограничений человеческого организма, его психофизиологических возможностей, но и периодическое отслеживание уровня профессионально важных качеств — психофизиологическим мониторингом состояния работающего человека. Существенное прикладное значение в этом случае имеет выделение группы риска, характеризующейся сниженными значениями определенных психофизиологических качеств у работающих специалистов. Применение к отдельным представителям этой группы индивидуализированных мероприятий будет иметь положительное значение для обеспечения надежности деятельности всего персонала, будет способствовать предупреждению несчастных случаев на производстве [5].

В настоящее время приемы психофизиологического мониторинга начинают широко использоваться в условиях производства, в военной деятельности, спорте и в других видах деятельности, где состояние человека является важнейшей составляющей успеха в работе. Так, например, для успешной реализации мониторинга и увеличения

точности оценки состояния операторов управления опасными объектами обосновывается необходимость измерения как статических, так и динамических психофизиологических характеристик [1]. Для мониторинга когнитивного компонента готовности спортсменов считается целесообразным накопление результатов тестирования, позволяющее анализировать динамику изменений контролируемых показателей. Сопоставление результатов диагностики с соревновательными достижениями позволяет выделить индивидуальные модельные характеристики, которые можно использовать для повышения точности прогнозирования уровня готовности к профессиональной деятельности [15].

Для практической реализации психофизиологического мониторинга некоторые авторы предлагают использовать изометрический метод непрерывного отслеживания состояний человека, основанный на анализе произвольных колебательных движений конечностей тела человека, выделенных на фоне произвольных движений при формировании изометрического усилия [14]. Этот метод при максимально упрощенной процедуре тестирования позволяет проводить мониторинг психофизиологического состояния человека и вовремя выявлять развивающиеся у него стрессовые состояния, оценивать возможные реакции работника на нестандартные ситуации и др. Еще одним перспективным образцом средств реализации мониторинга является многофункциональное диагностическое кресло [2].

Таким образом, необходимо констатировать, что всегда могут возникнуть непредвиденные или слабо предвидимые обстоятельства, которые с высокой вероятностью приводят к отклонению от предсказанных профессиональным отбором положительных результатов. Стратегически профессиональный отбор принципиально не может обеспечить качественный прогноз уровня профессионального долголетия и наличие высокой эффективности труда на протяжении продолжительного времени. Поэтому периодическое психофизиологическое освидетельствование специалиста с установлением тенденций изменения его профессиональных возможностей и формированием их среднесрочного прогноза становится весьма актуальным.

*Цель исследования* — выявление особенностей изменения психофизиологических характеристик организма оператора, работающего в условиях с повышенной опасностью, при осуществлении их мониторинга.

## Материалы и методы исследования

На ряде тепловых электростанций, близких по своей мощности и оборудованию, было обследовано 180 машинистов энергоблоков — мужчин разного возраста и состояния здоровья. Все обследованные были поделены на 6 приблизительно равных по своей численности групп. В частности, на три возрастные группы: А — 20–29 лет; Б — 30–39 лет; В — 40–49 лет. Каждая из этих групп была разделена на две подгруппы с уровнем артериального давления ниже и выше 140/90 мм рт. ст.: А < и А >, Б < и Б >, а также В < и В >. Это было сделано по той причине, что повышенное артериальное давление, которое довольно часто встречается среди рассматриваемого контингента специалистов, является одним из признаков наличия высокого уровня нервно-эмоционального напряжения работника, а также определенного снижения его функциональных возможностей при осуществлении профессиональной деятельности.

Был обследован психофизиологический статус каждого специалиста с помощью комплекса методических приемов [9]. Получен ряд психофизиологических показателей, характеризующих: концентрацию (с), переключение (с) и объем (%) внимания, время решения задач на внимание (с), объем кратковременной памяти (% от предъявленных), латентный период простой зрительно-моторной реакции (мс). Регистрировались систолическое и диастолическое артериальное давление в мм рт. ст. (методом Короткова), а также частота сердечных сокращений, уд./мин. С помощью теста «САН» проводилась оценка самочувствия, активности и настроения (% от максимально возможной оценки) по методике В. А. Доскина [6]. Статистический анализ полученных данных был проведен с помощью методов вариационной статистики.

## Результаты исследования и их обсуждение

Для того, чтобы лучше понять развиваемую позицию относительно целесообразности периодического определения уровня профессиональной пригодности человека, нужно рассмотреть некоторые физиологические феномены, которые, в какой-то мере, являются тождественными по своему содержанию. В этом аспекте можно увидеть некоторые аналогии между степенью пригодности человека к работе в некоторой профессии и состоянием утом-

ления, развивающегося ежедневно, которое предполагает ухудшение качества выполнения работы, обусловленного снижением функциональных возможностей человека. В этом смысле уместно подчеркнуть, что и в случае развития утомления, и в случае возрастного ухудшения функций человеческого организма с возрастом в какой-то мере наблюдаются сходные процессы увеличения физиологической стоимости работы, снижения функциональных резервов организма и пр. Конечно, аналогия этих процессов не является полной, поскольку механизмы их развития имеют разную природу. Однако в некоторых чертах этих процессов прослеживается определенный параллелизм, делающий ценным рассмотрение соответствующих деталей их становления.

Рассматривая стадии развития утомления следует подчеркнуть, что в некоторый период у работника проявляются соответствующие симптомы, связанные со снижением концентрации и объема внимания, ухудшением способности быстро перерабатывать информацию, принимать решения, снижается объем кратковременной памяти и др. [11]. Все это сопровождается появлением и усилением чувства усталости, которое заставляет человека прекратить работу или снизить ее темп. Поскольку эти признаки утомления нарастают медленно, порой, незаметно для работника, то этот период принято называть скрытым или субкомпенсированным утомлением [16].

Анализируя становление указанного этапа формирования утомления, К. М. Смирнов предполагает, что в случае развития такого скрытого утомления организмом сначала осуществляется мобилизация своих сил и возможностей, которая компенсирует начинающееся усиление напряжения его регуляторных систем, тем самым отдаляя закономерное снижение работоспособности [16]. В это время работоспособность еще сохранена, но при оценке состояния организма могут быть установлены предшественники ее последующего снижения. Протекание такого процесса выражается в постепенном увеличении физиологической стоимости работы, что является нормальным физиологическим процессом до тех пор, пока утомление не перейдет в стадию переутомления или хронического утомления.

Другой авторитетный ученый — М. И. Виноградов [3], обсуждая возможные механизмы генеза так называемого «медленно развивающегося» утомле-

ния, приходит к заключению, что при реализации такого процесса осуществляется взаимное замещение функционирующих систем, в которых уже развилось утомление, иными более «свежими» системами. Причем физиологические трансформации в таких системах, только косвенно связанные с непосредственным обеспечением профессиональной деятельности, могут играть либо второстепенную роль, не специфически влияя на формирование текущего функционального состояния, либо имеют компенсаторное значение, направленное на гармонизацию этого состояния организма [8]. Естественно, что на длительность периода скрытого утомления влияют состояние здоровья, текущее функциональное состояние, возраст, уровень мотивации и тренированности профессионально важных качеств, а также психофизиологический статус работника.

Описанный феномен может быть подтвержден данными К. М. Смирнова [17]. Так, у телеграфисток в период завершения рабочей смены наблюдается замедление времени двигательных реакций на свет и на громкие звуки. При этом реакции на тихие звуки, которые являются более важными для их профессиональной деятельности, остаются стабильными. Автор особо подчеркивает, что такая избирательность изменения психофизиологических функций характерна только для квалифицированных работников. Дополнительно можно привести еще один характерный пример, связанный с избирательной устойчивостью к развитию утомления. Так, О. В. Осипова [12] констатирует, что у квалифицированных водителей автобусов к концу рабочей смены сохраняется или даже улучшается по сравнению с дорабочим уровнем время и точность двигательных реакций, а также результаты корректурного теста. Вместе с тем, у этих водителей, по сравнению с началом работы, наблюдалось ухудшение показателей критической частоты световых мельканий, пневмометрической и ортостатической проб. Причем, следует особо подчеркнуть, что у лиц с меньшей квалификацией к концу смены ухудшались значения всех исследованных показателей. Автор поясняет, что у водителей своеобразность и адекватность двигательных реакций, а также механизм переработки значимой информации, оцениваемый при осуществлении корректурного теста, по-видимому, в большей степени отражают содержание и качество их профессиональной деятельности, чем критическая частота мельканий и другие изученные пробы.

Анализируя результаты исследований описанного феномена скрытого утомления, К. М. Смирнов [16] приходит к следующим важным заключениям. Во-первых, избирательное сохранение работоспособности выявлено у представителей таких видов профессиональной деятельности, исполнение которой, в основном, связано с более или менее выраженными сенсорными и/или информационными компонентами нагрузки, а также незначительным вкладом мышечной нагрузки, существенно не влияющей на выполнение работы. Во-вторых, скрытое утомление как период, в течение которого профессиональная работоспособность еще сохранена, а компоненты работоспособности, в меньшей мере связанные с профессиональной деятельностью, уже снижены, представляет собой самостоятельный физиологический этап процесса развития утомления — этап «скрытого» утомления. В-третьих, не исключено, что избирательное сохранение профессиональной работоспособности может маскировать развитие чувства усталости и тем самым мешать осуществлению защитной функции утомления. В результате проявления такого эффекта в операторских видах труда нагрузки могут становиться чрезмерными, способствуя формированию состояния перенапряжения, которое не сопровождается появлением видимого утомления, то есть существенным нарушением профессиональной работоспособности.

Отличительным признаком скрытого утомления часто оказывается увеличение физиологической стоимости работы [16]. Цитируемый автор утверждает, что при развитии такого состояния в организме происходит дополнительная мобилизация его сил и возможностей, отдаляющая период снижения работоспособности. Иными словами, такой сценарий развития событий необходим организму, как единой системе, для компенсации возможных нарушений работоспособности с помощью наращивания или перераспределения нагрузки на отдельные компоненты этой системы путем активизации или формирования дополнительных функциональных систем, усиливающих его возможности для дальнейшего эффективного выполнения профессиональных заданий.

В описанном случае целостность системы, обеспечивающей профессиональную деятельность, как-бы нарушается, в нее включаются новые элементы, вновь формируются или усиливаются уже имеющиеся связи между ними. Для качественного

установления степени нарушения целостности такой системы можно применить правило установления ее «жесткости—рыхлости» [4]. Такое оценивание осуществляется по наличию определенного процента значимых корреляций в корреляционной матрице, рассчитанного от максимально возможного их количества. С помощью этого индикатора обосновывается суждение о состоянии системы. Если значимых связей менее 20 %, то такая «рыхлая» организация системы признаков обычно наблюдается при различных формах психофизиологической дезадаптации. Если более 50 % корреляций превышает порог значимости, то система считается «жесткой», причем ее «жесткость» увеличивается по мере нарастания нервно-эмоционального напряжения. В экстремальных условиях процесс адаптации характеризуется включением дополнительных корреляционных связей. При этом «жесткость» системы еще больше усиливается. Таким образом, адаптационная норма может характеризоваться соответствующей долей значимых корреляций, которая, как правило, колеблется от 25 до 35 %.

В результате запуска описанных процессов развития утомления происходит повышение физиологической стоимости работы, поскольку подключение организмом новых ресурсов требует адекватных дополнительных затрат этих ресурсов. При этом, с одной стороны, рост физиологической стоимости работы может быть предвестником обострения чувства усталости, но с другой — при высокой мотивации к деятельности, может не приводить к осознанию человеком указанного чувства, маскируемого высокой степенью активации его организма.

Естественно, что между развитием скрытого утомления и скрытой профессиональной непригодности нет полной аналогии. Но, поскольку у операторов со сниженным уровнем функциональных резервов в процессе их профессиональной деятельности чаще развивается скрытое утомление, оно является одной из предпосылок снижения степени профессиональной пригодности и ведет к ускоренному изнашиванию их организма. Кроме того, если рассматривать тот неоспоримый факт, что у стажированных работников с хорошо натренированными профессионально важными качествами может в большей мере формироваться именно скрытое утомление, то частое повторение таких событий в течение длительного времени является предпосылкой повышения риска развития скрытой профессиональной непригодности.

Описанное явление необходимо учитывать при осуществлении мониторинга психофизиологических функций именно у рассматриваемого контингента стажированных специалистов.

Здесь целесообразно обсудить еще один важный вопрос. В классификации степени профессиональной пригодности специалиста имеется пункт «рекомендуется условно, то есть минимально соответствует требованиям профессионального психофизиологического отбора». При обосновании такого заключения целесообразно обратить внимание на соотношение понятий «рекомендуется условно» и «скрытая профессиональная непригодность». В первом случае такой вывод делается для молодых лиц или лиц старшего возраста, которые впервые решили работать в данной профессии. У них еще не реализовалась тренировка профессионально важных качеств. Поэтому по большинству психофизиологических показателей можно сделать заключение об условной пригодности этих людей к овладению конкретной профессией. Понятие «скрытая профессиональная непригодность» в большей мере касается стажированных специалистов, у которых уже осуществлялась тренировка профессионально важных качеств и эти качества имеют стабильный удовлетворительный для данной профессии уровень. С другой стороны, нетренированные психофизиологические функции у представителей этого контингента могут иметь неудовлетворительные уровни.

Поскольку организм представляет собой единую хорошо синхронизированную систему психофизиологических функций, то наличие таких неблагоприятных сдвигов отдельных функций может привести к нарушению (в зависимости от определенных обстоятельств и с течением времени) профессиональной работоспособности или ее значимых компонентов. В связи с изложенным, необходимо констатировать, что «условная пригодность» может проявиться в любом возрасте, а «скрытая непригодность», как правило, формируется только у стажированных работников.

Для подтверждения изложенных положений можно привести результаты следующих производственных исследований (рис. 1), проведенных на ряде тепловых электростанций. Здесь сравниваются подгруппы одного возраста, но с различным артериальным давлением. Выбор групп лиц с «нормальным» и «повышенным» артериальным давлением был обусловлен необходимостью найти рельефные изменения уровня психофизиологиче-



ских характеристик операторов при наличии определенных, и в какой-то мере широко распространенных у этой категории работников, сдвигов в состоянии их здоровья.

Все приведенные параметры работоспособности у группы лиц с «нормальным» артериальным давлением условно приняты за 100 % (тонкая линия окружности). В случае ухудшения параметров работоспособности у группы лиц с повышенным давлением точка, представляющая отдельный параметр, приводится как величина, превышающая 100 %.

Прежде всего, следует рассмотреть медико-психофизиологические характеристики операторов, имеющих возраст в диапазоне 20–29 лет (рис. 1). Здесь видно, что выбранная группа с «повышенным» артериальным давлением имеет достоверно отличающиеся величины систолического артериального давления от величин этого параметра у представителей группы с «нормальным» давлением. Один из исследованных параметров — латентный период простой зрительно-моторной реакции (ЛП ПЗМР) имеет намного худшие значения у группы операторов с «повышенным» артериальным давлением по сравнению с аналогичным параметром, зарегистрированным у представителей группы с «нормальным» артериальным давлением. Поскольку этот параметр считается профессио-

нально важным для операторов энергетики, можно высказать предположение о наличии некоторой тенденции к развитию условной профессиональной пригодности у этого контингента операторов. Естественно, что при наличии подобных нарушений следует провести дополнительное исследование других профессионально важных характеристик, особенно после консультации с терапевтом, который, при необходимости, назначит адекватное лечение и даст рекомендации по нормализации артериального давления.

По всей видимости, увеличенное систолическое артериальное давление, которое в ряде эпизодов свидетельствует о повышенном нервно-эмоциональном напряжении и определенной активации организма, не может обеспечить адекватную гармонизацию процессов возбуждения и торможения в организме, необходимую для ускорения простой зрительно-моторной реакции. В этом случае, возможно, следует прислушаться к мнению врача-психофизиолога о необходимости сменить профессию, режим работы или пройти курс реабилитации и тренировки психофизиологических функций.

У стажированных работников наблюдается процесс, который способствует повышению успешности их профессиональной деятельности. Этот процесс связан с тренировкой профессионально важных качеств, которая, в том числе, осуществляется

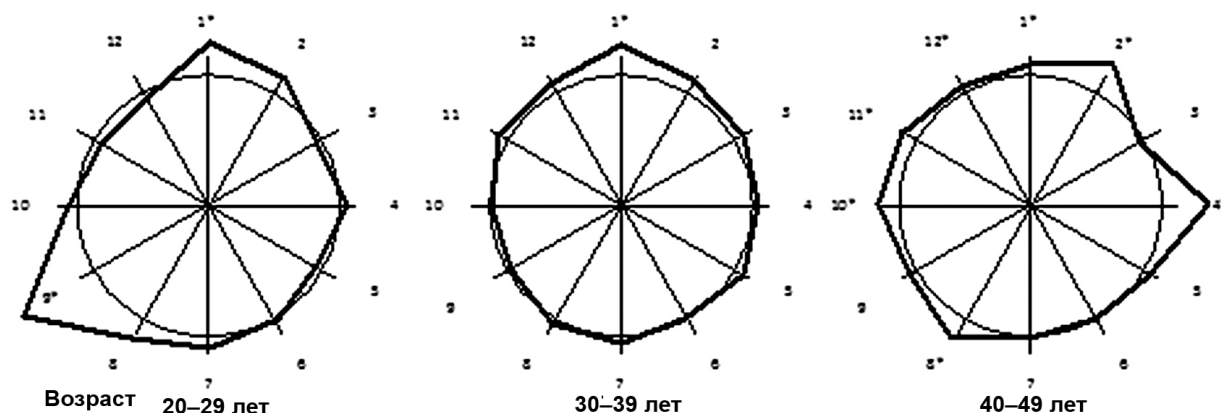


Рис. 1. Стандартизованные параметры психофизиологических, физиологических и субъективных характеристик, отражающих работоспособность операторов энергетики разных возрастных групп, имеющих «нормальное» (тонкие линии) и повышенное (толстые линии) артериальное давление

Примечание. 1 — систолическое артериальное давление; 2 — диастолическое артериальное давление; 3 — частота сердечных сокращений; 4 — концентрация внимания; 5 — переключение внимания; 6 — объем внимания; 7 — время решения задач на оценку внимания; 8 — объем кратковременной памяти; 9 — ЛП ПЗМР; 10 — самочувствие; 11 — активность; 12 — настроение; \*достоверность разницы средних арифметических между группами с «нормальным» и «повышенным» артериальным давлением согласно t-критерия Стьюдента на уровне  $p < 0,05$ .

даже без применения особых усилий или специальных мероприятий, направленных на их совершенствование. Например, было показано, что опытные летчики-инструкторы характеризуются более выраженными психофизиологическими профессионально важными качествами, а именно хорошей оперативной памятью, высокой способностью пространственных представлений и пространственно-временной экстраполяции, умением правильно распределять ресурсы между различными задачами и высокими возможностями в переработке разнородной зрительной информации. Однако и эти характеристики изменяются в сторону улучшения в процессе тренировки к профессиональной деятельности [19]. Использование современных методов формирования профессионально важных качеств путем их тренировки позволяет на 45–65 % повысить исходный уровень развития психофизиологических профессионально важных качеств [7, 19].

Дальнейший анализ рисунка 1 сосредоточен на рассмотрении изменений психофизиологических качеств операторов энергетики в интервале возрастов 30–39 лет. Следует подчеркнуть, что профессиональная деятельность в этом возрасте характеризуется, с одной стороны, хорошей натренированностью профессионально важных качеств (за довольно длительное время работы), а с другой — еще достаточно высоким уровнем функциональных резервов организма, не отягощенного формированием большого числа отклонений в состоянии здоровья. Как видно из рисунка, достоверные сдвиги функций в рассматриваемых группах наблюдаются только по параметру систолическое артериальное давление (то есть по тому параметру, по которому производилась группировка персонала). Наблюдаемое явление можно объяснить тем, что в течение профессиональной деятельности в организме работника активизируются два в какой-то мере противоположных процесса. Один из них связан с тренировкой профессионально важных качеств оператора, которая стабилизирует уровень указанных качеств специалистов в рассматриваемом возрастном интервале. Другой процесс, по-видимому, связан с вероятным возрастным ухудшением психофизиологических возможностей человека и частичным исчерпанием его функциональных резервов. Однако этот второй процесс успешно компенсируется стабилизирующим действием тренировки профессионально важных качеств, даже не смотря на наличие определенных

достоверных негативных сдвигов систолического артериального давления. Этот этап протекания профессиональной деятельности характеризуется высокой эффективностью труда стажированных работников и стабильностью вариаций их функционального состояния.

Важными для проводимого анализа являются изменения изучаемых параметров в интервале возрастов 40–49 лет (рис. 1). Здесь наблюдаются два эффекта. Первый из них связан с достоверным ухудшением ряда профессионально важных качеств операторов в группе с «повышенным» артериальным давлением: концентрации внимания и объема кратковременной памяти. Наличие таких сдвигов указывает на появление работников, психофизиологические характеристики которых в меньшей степени удовлетворяют требованиям, предъявляемым профессией. Представители этой группы являются претендентами на интенсивное лечение развивающихся отклонений в состоянии здоровья, в частности, связанных с негативным достоверным уровнем диастолического артериального давления, и/или на переход в другую профессию, сопряженную с меньшей напряженностью труда. Второй эффект обусловлен наличием достоверных негативных сдвигов неспецифических характеристик эмоционального фона: самочувствия, активности и настроения. В этом эффекте можно увидеть проявление скрытой профессиональной непригодности, поскольку даже при незначительных негативных сдвигах отдельных профессионально важных качеств работника у него уже обнаруживается состояние, в какой-то мере напоминающее скрытое утомление, однако приобретающее с возрастом достаточно стабильный сниженный уровень неспецифических характеристик.

Такое часто появляющееся скрытое утомление порождает или порождается (здесь трудно определить с причиной и следствием) формирование как скрытой профессиональной непригодности, так и условной профессиональной пригодности (в случае достаточных негативных сдвигов профессионально важных качеств). Возможно, первой, как это наблюдается при развитии скрытого утомления, возникает именно скрытая профессиональная непригодность, со временем приводящая к формированию условной, а затем и полной профессиональной непригодности. Обсуждаемые здесь процессы: тренировки профессионально важных качеств и закономерного ухудшения функционального состояния с возрастом на этом этапе профес-

сионального становления протекают с неодинаковой скоростью и становятся резко асимметричными с преобладанием процесса негативных возрастных сдвигов функционального состояния человека.

Суммируя результаты проведенного анализа необходимо подчеркнуть, что в историческом плане, в профессиональной деятельности операторов по аналогии с кривой работоспособности можно выделить три четко очерченных этапа (рис. 2).

Этап «врабатывания» или «первичной адаптации к деятельности» (I), характеризуется наличием у работников в диапазоне возрастов примерно 20–29 лет высокого уровня функциональных резервов организма и незначительным уровнем тренировки профессионально важных качеств. На этом этапе могут появляться работники, неудовлетворительно адаптирующиеся к осуществлению профессиональной деятельности, которых можно отнести к категории условно пригодных. Риск выхода из профессии у

этих работников достаточно велик без направленного применения профилактических и специальных реабилитационных мероприятий.

Этап «стабильной работоспособности» (II) характеризуется наличием у работников в диапазоне возрастов примерно 30–39 лет высокого уровня функциональных резервов организма и значительного уровня тренировки профессионально важных качеств. На этом этапе осуществляется компенсаторное выравнивание уровня профессионально важных качеств работника за счет наличия у него значительных функциональных резервов организма и высокого уровня тренировки профессионально важных качеств. Риск выхода из профессии у этих работников за счет проблем со снижением уровня профессионально важных качеств минимален.

Этап «формирования скрытой непригодности к профессиональной деятельности» (III) характеризуется наличием у работников в диапазоне возрастов примерно 40–49 лет и старше сниженного уровня функциональных резервов организма, но значительного уровня тренировки профессионально важных качеств. На этом этапе компенсаторное поддержание этих качеств, как правило, уже может быть недостаточным из-за потенциальной возможности снижения функциональных резервов организма, сопровождающегося появлением разнообразных отклонений в состоянии здоровья. Риск выхода из профессии у этих работников повышается за счет проблем со снижением уровня профессионально важных качеств, обусловленного присутствием на этом этапе профессиональной деятельности предпосылок к развитию сначала «скрытой», а затем и полной профессиональной непригодности к данной деятельности.

Естественно, что границы между описанными этапами достаточно сильно размыты из-за наличия индивидуальных особенностей организма, специфики профессиональной деятельности, социально-психологических, экологических и экономических проблем, затрагивающих интересы граждан страны.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в процессе профессионального становления и дальнейшей деятельности у работника могут проявляться различные состояния, характеризующие уровень его профессиональной пригодности. При этом важное значение имеет степень натренированности его профессионально важных качеств и уровень его функциональных резервов. Различное сочетание этих параметров приводит к появлению эффекта условной пригодности и

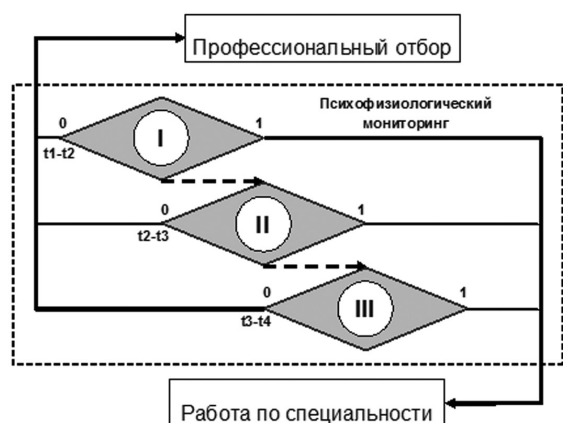


Рис. 2. Структурно функциональная схема осуществления профессионального отбора и мониторинга профессионально важных качеств операторов с учетом их возраста и процесса совершенствования профессиональных навыков

Примечание.  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$  – условные возрастные границы этапов изменения профессионально важных качеств за счет тренировки этих качеств и их возрастных изменений (переход от одного этапа к другому отмечен штриховыми стрелками); 0 – не пригоден к деятельности в данной профессии; 1 – пригоден к деятельности в данной профессии; I – этап «врабатывания» с возможным появлением условной профессиональной непригодности в процессе адаптации к профессиональной деятельности; II – этап «стабильной работоспособности» с возможным ухудшением уровня профессионально важных качеств за счет действия непредвиденных обстоятельств; III – этап «формирования скрытой непригодности к профессиональной деятельности».



«скрытой непригодности» к профессиональной деятельности. Объективное наличие таких состояний требует постоянного отслеживания — мониторинга уровня профессионально важных качеств и функциональных резервов организма работника. В случае формирования неблагоприятных состояний реализация такого мониторинга дает возможность своевременно применять медицинские, тренировочные, реабилитационные и профилактические мероприятия, направленные на обеспечение значительного повышения профессионального долголетия работников, сохранения их здоровья.

## Выводы

1. Установлено, что в процессе профессиональной деятельности у оператора закономерно изменяются уровни развития его профессионально важных качеств под действием двух противоположно направленных психофизиологических механизмов: за счет возрастных изменений, постепенно ухудшающих их проявления и профессиональной тренировки — улучшающей или стабилизирующей их уровень. Закономерно протекающие у работника трансформации функ-

ций его организма требуют проведения мониторинга психофизиологических характеристик для своевременного применения адекватных организационных мероприятий.

2. Показано, что в процессе трансформации психофизиологических качеств стажированных работников у них возникают предпосылки развития «скрытой» профессиональной непригодности, характеризующейся высоким уровнем профессионально важных качеств и появлением негативных отклонений ряда характеристик функциональных резервов организма. Наличие такого специфического вида отклонений в состоянии стажированных работников требует усиленного внимания при формировании заключения по результатам мониторинга их психофизиологических характеристик.
3. Условно выделено три этапа становления профессионально важных качеств в процессе их формирования и определены их примерные возрастные границы: этап «врабатывания или первичной адаптации к работе» — 20–29 лет; этап «стабильной работоспособности» — 30–39 лет; этап «формирования скрытой непригодности к профессиональной деятельности» — 40 и более лет.

## Литература

1. Алюшин М. В., Колобашкина Л. В., Рожанская Ю. Н. Измерение статических и динамических биопараметров человека в дистанционных системах мониторинга текущего психоэмоционального и функционального состояния: труды III Международной научно-практической конференции «Человеческий фактор в сложных технических системах и средах» (Санкт-Петербург, Россия, 4–7 июля 2018 г.). Санкт-Петербург : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Межрегиональная эргономическая ассоциация, 2018. С. 484–491. <https://doi.org/10.1109/ERGO.2018.8443886>.

2. Богомолов А. В., Зинкин В. Н., Алёхин М. Д. и др. Информационно-логическое моделирование сбора и обработки информации при оценивании функциональной надежности оператора авиационных эргатических систем управления: труды III Международной научно-практической конференции «Человеческий фактор в сложных технических системах и средах» (Санкт-Петербург, Россия, 4–7 июля 2018 г.). Санкт-Петербург : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Межрегиональная эргономическая ассоциация, 2018. С. 315–323. <https://doi.org/10.1109/ERGO.2018.8443849>.

3. Виноградов М. И. Физиология трудовых процессов: монография. Москва : Медицина, 1966. 367 с.

4. Воробьев В. П., Коновалова Н. Л. Ко-терапевти-

ческая компьютерная система «КЕЛЛИ-98»: методическое руководство. Санкт-Петербург, 2003. 176 с.

5. Гарт В. А., Нгуен О. И., Потоцкий Е. П. Системный подход к анализу структуры профессиональной пригодности. *Вестник Череповецкого государственного университета*. 2018. № 3. С. 16–23.

6. Доскин В. А., Лаврентьева В. А., Строгая О. М. Психологический тест «САН» применительно к исследованиям в области физиологии труда. *Гигиена труда и профзаболевания*. 1975. № 5. С. 28–32.

7. Жданык И. М., Ворона А. А., Запечникова И. В. Профессионально важные качества как средство повышения профессиональной деятельности летного состава. *Военная мысль*. 2017. № 9. С. 87–93.

8. Зараковский Г. М. Введение в эргономику: монография. – Москва : Советское радио, 1974. 351 с.

9. Макаренко М. В. Основи професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми: монографія. Київ : Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України, Науково-дослідний центр гуманітарних проблем ЗС України, 2006. 395 с.

10. Малюкова Т. А., Лоцманова Е. Ю., Бойко А. В. Профессионально важные качества персонала, допускаемого к работам с ПБА I-II групп. *Проблемы особо опасных инфекций*. Вып. 100. 2009. С. 17–21. [https://doi.org/10.21055/0370-1069-2009-2\(100\)-17-21](https://doi.org/10.21055/0370-1069-2009-2(100)-17-21).

11. Навакатикян А. О., Крыжановская В. В., Кальниш В. В. Физиология и гигиена умственного труда: монография. Киев : Здоров'я, 1987. 152 с.

12. Осипова О. В. О некоторых особенностях утомления водителей автобусов. Двигательная активность человека и гипокинезия: монография. Новосибирск, 1972. С. 165–175.

13. Пономаренко В. А., Ворона А. А., Лапа В. В. Стратегические направления решения проблемы человеческого фактора в военной авиации. *Военная мысль*. 2017. № 4. С. 35–41.

14. Сафьянников Н. М., Буренева О. И., Жирнова О.А. Изометрический метод непрерывного потокового отслеживания нейрофизиологических состояний человека для профессиональной диагностики и отбора: труды III Международной научно-практической конференции «Человеческий фактор в сложных технических системах и средах» (Санкт-Петербург, Россия, 4–7 июля 2018). Санкт-Петербург : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Межрегиональная эргономическая ассоциация. 2018. С. 375–382.

15. Сивицкий В. Г., Уляева Л. Г. Формы организации психологической подготовки спортсменов: опыт

работы психологов. Вестник Псковского государственного университета. Серия «Психолого-педагогические науки». 2015. Вып. 2. С. 50–64.

16. Смирнов К. М. Скрытое утомление. *Гигиена труда и профессиональные заболевания*. 1989. № 2. С. 28–31.

17. Смирнов К. М. Особенности утомления при современных условиях труда. Физиология проблем утомления и восстановления: тезисы докладов Всесоюзной конференции, посвященной 100-летию с дня рождения академика АН УССР Г. В. Фольборта (Черкассы, 4–6 сентября 1985 г.). Киев-Черкассы, 1985. Ч. II. С. 152–153.

18. Солдатов С. К., Засядько К. И., Богомолов А. В. Профессионально важные качества операторов управления воздушным движением. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2017. Т. 51. № 1. С. 30–34.

19. Солдатов С. К., Засядько К. И., Богомолов А. В. Психофизиологические профессионально важные качества летчиков-инструкторов и возможности их развития. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2019. Т. 53. № 1. С. 86–91.

**Кальниш В. В.**

## **МОНІТОРИНГ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ ОПЕРАТОРІВ У ПРОЦЕСІ ЇХНЬОЇ ТРУДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

**Державна установа «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва Національної академії медичних наук України», м. Київ**

*Вступ.* Питанням моніторингу психофізіологічних функцій операторів приділяють набагато менше уваги, ніж питанням професійного відбору. Стратегічно професійний відбір принципово не може забезпечити якісний прогноз рівня професійного довголіття і наявності високої ефективності праці протягом тривалого часу. Тому періодичний психофізіологічний огляд фахівця з встановленням тенденцій зміни його професійних можливостей і формуванням їхнього середньострокового прогнозу стає вельми актуальним.

*Мета дослідження* – виявлення особливостей зміни психофізіологічних характеристик організму оператора, що працює в умовах з підвищеною небезпекою, при здійсненні їхнього моніторингу.

*Матеріали та методи дослідження.* На ряді теплових електростанцій, близьких за своєю потужністю і обладнанням, було обстежено 180 машиністів енергоблоків, чоловіків різного віку і здоров'я. Проводилось тестування комплексу психофізіологічних характеристик, артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, а також самопочуття, активності та настрою.

*Результати.* Теоретичний аналіз і розгляд емпіричних даних дозволили обґрунтувати наявність декількох етапів закономірної зміни рівня професійної придатності працівників у процесі їхньої багаторічної діяльності, зокрема, формування «прихованої» професійної непридатності у стажованих фахівців. Встановлені явища дають чітке обґрунтування необхідності здійснення моніторингу психофізіологічних характеристик фахівців для збільшення їхнього професійного довголіття, збереження здоров'я, зменшення рівня травматизму, збереження працездатності.

*Висновки.* Встановлено, що в процесі професійної діяльності в оператора закономірно змінюються рівні розвитку його професійно важливих якостей під дією двох протилежно спрямованих психофізіологічних механізмів: за рахунок вікових змін, які сприяють поступовому погіршенню їхніх проявів, і професійного тренування, що поліпшує або стабілізує їхній рівень. Закономірні трансформації функцій організму, що відбуваються в працівника, вимагають проведення моніторингу його психофізіологічних характеристик для своєчасного застосування адекватних організаційних заходів. Показано, що в процесі трансформації психофізіологічних якостей стажованих працівників у них виникають передумови розвитку «прихованої» професійної непридатності, яка характеризується високим рівнем професійно важливих якостей і появою негативних відхилень ряду характеристик функціональних резервів організму. Наявність такого специфічного виду відхилень у стані стажованих працівників вимагає посиленої уваги при формуванні висновку за результатами моніторингу їхніх психофізіологічних характеристик.

Умовно виділено три етапи становлення професійно важливих якостей у процесі їхнього формування та визначено їхні приблизні вікові межі: етап «впрацювання або первинної адаптації до роботи» – 20–29 років; етап «стабільної працездатності» – 30–39 років; етап «формування прихованої непридатності до професійної діяльності» – 40 і більше років.

**Ключові слова:** професійна придатність, моніторинг психофізіологічних професійно важливих якостей, «прихована» непридатність до професійної діяльності

**Kalnish V. V.**

## MONITORING PSYCHOPHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF OPERATORS IN THE PROCESS OF THEIR WORK ACTIVITY

State Institution «Kundiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv

*Introduction.* To the problems of monitoring of psycho-physiological functions of operators is paid much less attention than to the issues of occupational selection. Strategically, occupational selection cannot fundamentally provide for a qualitative prognostication of the level of occupational longevity and the availability of high work efficiency over a long period of time. Therefore, periodic psychophysiological examination of a specialist with the establishment of trends of changes in his/her professional abilities and the formation of their medium-express prognostication seem rather relevant.

*The purpose of this study* is to identify peculiarities of changes in the psycho-physiological characteristics of an operator, working in conditions with increased danger, in the process of their monitoring.

*Materials and methods of the research.* At a number of thermal power plants, equal to their power and equipment, 180 drivers of power units (men of different age and state of health) have been surveyed. A combination of psycho-physiological characteristics, blood pressure, heart rate, as well as their well-being, activity and mood were tested.

*Results.* Theoretical analysis and consideration of empirical data made it possible to substantiate the availability of several stages of a regular change in the level of professional suitability of workers in the process of their long-term activities, in particular, formation of «hidden» professional unsuitability in workers with a long-term experience. The established phenomena provide a clear substantiation for a need to monitor psycho-physiological characteristics of specialists in order to increase their professional longevity, preserve health, reducing rates of traumatism, and to maintain work efficiency.

*Conclusion.* It is established that in the course of occupational activity, the levels of development of an operator's professionally important qualities are changing under the influence of two oppositely directed psychophysiological mechanisms: due to age-related changes, gradually worsening their manifestations, and due to occupational training, improving or stabilizing their level. The transformations of the functions of the body that occur naturally in an employee require monitoring of psycho-physiological characteristics for the timely application of adequate organizational measures. It is shown that in the process of transformation of psycho-physiological qualities in the experiences workers, they have prerequisites for development of the «hidden» occupational unsuitability, characterized by a high level of professionally important qualities and appearance of negative deviations in a number of characteristics of the body's functional reserves. The availability of such a specific type of deviations in the state of the experiences workers requires particular attention when forming a conclusion on the results of monitoring their psycho-physiological characteristics. Conventionally, three stages in formation of professionally important qualities were identified, and their approximate age limits were determined: the stage of «working on or primary adaptation to work» – 20–29 years; the stage of «stable work efficiency» – 30–39 years; the stage of «formation of «hidden» unsuitability to occupational activity» – 40 years or more.

**Key words:** occupational suitability, monitoring of psycho-physiological professionally important qualities, «hidden» unsuitability for professional activity

## References

1. Alyushin M. V., Kolobashkina L. V., Rozhanskaya Yu. N. (2018), «Measurement of static and dynamic human bioparameters in remote monitoring systems of the current psycho-emotional and functional state», Proceedings of the Third International Scientific and Practical Conference Chelovecheskyi factor v slozhnykh tekhnicheskikh sistemakh s credakh [The human factor in complex technical systems and environments], St. Petersburg, Russia, 484–491. <https://doi.org/10.1109/ERGO.2018.8443886>.
2. Bogomolov A. V., Zinkin V. N., Alyokhin M. D. et al. (2018), «Information-logic modeling of data collection and processing when evaluating the functional reliability of the operator of aviation energetic control systems», Papers of the Third International Scientific and Practical Conference Chelovecheskyi factor v slozhnykh tekhnicheskikh sistemakh s credakh [The human factor in complex technical systems and environments], St. Petersburg, Russia, 315–323. <https://doi.org/10.1109/ERGO.2018.8443849>.
3. Vinogradov M. I. (1966), Fiziologiya trudovykh protsessov [Physiology of work processes], Meditsina, Moscow, Russia.

4. Vorob'yev V. P., Konovalova N. L. (2003), Ko-terapevticheskaya komp'yuternaya sistema «KELLI-98» [Co-therapeutic computer system «KELLI-98»], methodical guide, SPb.
5. Gart V. A., Nguyen O. I., Pototsky E. P. (2018), «A systematic approach to analyzing the structure of occupational fitness», *Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta*, 3, 16–23.
6. Doskin V. A., Lavrentyeva V. A., Stroganaya O. M. (1975), «Psychological test "SAN" applied to studies in the field of physiology of occupational health», *Gigiyena truda i profzabolevaniya*, 5, 28–32.
7. Zhdanko I. M., Vorona A. A., Zapechnikova I. V. (2017), «Professionally important qualities as a means of enhancing the professional activity of flight personnel», *Voyennaya mysl*, 9, 87–93.
8. Zarakovsky G. M. (1974), *Vvedeniye v ergonomiku* [Introduction to ergonomics], Sovetskoye radio, Moscow, Russia.
9. Makarenko M. V. (2006), «Osnovy profesynnoho vidboru viyskovykh spetsialistiv ta metodyky vyvchennya individualnykh psykhoфизиологичныkh vidminnostey mizh lyudmy» [Fundamentals of occupational selection of military specialists and methods of studying individual psychophysiological differences between people], Bohomolets Institute of Physiology, Tsentr humanitarnykh problem ZS Ukrainy, Kyiv, Ukraine.
10. Malyukova T. A., Lotsmanova E. Yu., Boyko A. V. (2009), «Professionally important qualities of personnel allowed to work with the PBA of I – II groups», *Problemy osobo opasnykh infektsiy*, 100, 17–21. [https://doi.org/10.21055/0370-1069-2009-2\(100\)-17-21](https://doi.org/10.21055/0370-1069-2009-2(100)-17-21).
11. Navakatikyan A. O., Kryzhanovskaya V. V., Kalnish V. V. (1987), *Fiziologiya i gigiyena umstvennogo truda* [Physiology of mental health], Zdorov'ya, Kiev, Ukraine.
12. Osipova O. V. (1972), «On some peculiarities of fatigue in bus drivers», in *Dvigatel'naya aktivnost cheloveka i gipokineziya* [Human motor activity and hypokinesia], Novosibirsk, 165–175.
13. Ponomarenko V. A., Vorona A. A., Lapa V. V. (2017), «Strategic directions for solving the human factor problem in military aviation», *Voyennaya mysl*, 4, 35–41.
14. Safyannikov N. M., Bureneva O. I., Zhirnova O. A. (2018), «The isometric method of continuous monitoring of human neurophysiological states for occupational diagnostics and selection», works of the Third International Scientific and Practical Conference «Chelovecheskiy faktor v slozhnykh tekhnicheskikh sistemakh i sredakh» [The human factor in complex technical systems and environments], St. Petersburg, Russia, 375–382.
15. Sivitsky V. G., Ulyayev L. G. (2015), Types of organization of the psychological training of athletes: psychologists' work experience, *Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Psikhologopedagogicheskiye nauki»*, Issue 2, 50–64.
16. Smirnov K. M. (1989), «Hidden fatigue», *Gigiyena truda i professional'nyye zabolevaniya*, 2, 28–31.
17. Smirnov K. M. (1985), «Features of fatigue in modern working conditions», in *Fiziologiya problem utomleniya i vosstanovleniya* [Physiology of problems of fatigue and recovery], Abstracts of the reports of the All-Union Conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of G. V. Folbort, Academician of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev-Cherkassy, Part II, 152–153.
18. Soldatov S. K., Zasyadko K. I., Bogomolov A. V. (2017), «Professionally important qualities in air traffic control operators», *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*, 51 (1), 30–34.
19. Soldatov S. K., Zasyadko K. I., Bogomolov A. V. (2019), «Psychophysiological professionally important qualities of pilots-instructors and possibilities of their development», *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*, 53 (1), 86–91.

**ORCID ID автора:**

Кальниш В. В. (ORCID ID 0000-0002-5033-6659).

*Інформація щодо джерел фінансування дослідження:* дослідження виконано за темою «Встановити закономірності трансформації хронічного стомлення в реабілітаційному періоді у комбатантів після дії бойового стресу», № 0119U100294.

*Надійшла:* 12 червня 2019 р.

*Прийнята до друку:* 21 серпня 2019 р.

**Контактна особа:** Кальниш Валентин Володимирович, доктор біологічних наук, професор, лабораторія психофізіології праці, ДУ «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМНУ», буд. 75, вул. Саксаганського, м. Київ, 01033. Тел.: + 38 0 44 289 46 05. Електронна пошта: [vkalnysh@ukr.net](mailto:vkalnysh@ukr.net)