

РЕГИСТРАЦИЯ УСКОРЕНИЯ И ПЕРЕГРУЗКИ КАК ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБУЧАЮЩИХСЯ ЛЕТНЫМ ПРОФЕССИЯМ

В.Ф. Тележкин^{1,2}, А.Н. Рагозин¹, П.С. Подкорытов¹, А.А. Пашков¹

¹ Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

² Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», филиал в г. Челябинске, г. Челябинск, Россия

Описаны некоторые аспекты совершенствования учебного процесса, направленного на развитие профессионально-важных психофизических и психофизиологических качеств. Эти качества рассмотрены в качестве отдельной специфической составляющей системы профессионально важных качеств личности, как центрального теоретического конструкта инженерной психологии и психологии труда. С позиции психофизиологии описано влияние феноменов ускорения и перегрузки как важных динамических факторов, реагирование на которые требует наличия определенных психофизических и психофизиологических характеристик. На материале особенностей подготовки обучающихся летным профессиям отражены психофизиологические эффекты, возникающие в ситуациях прямолинейного, радиального и углового ускорения, а также ускорения Кориолиса. Рассмотрены некоторые психофизиологические по своему происхождению реакции сердечно-сосудистой системы в зависимости от тренированности и адаптации вестибулярной системы на вращательную нагрузку, ускорение и перегрузку. Отражено, что применение в учебном процессе приборов и устройств, построенных на принципах современных информационных технологий, позволяет регистрировать и анализировать испытываемые в экспериментальных условиях ускорения и перегрузки. Описана принципиальная схема и основные характеристики датчика ускорения, информация от которого передается по помехозащищенному беспроводному каналу с минимальными пороговыми значениями фактически измеренных величин ускорения 1,5g с последующей её обработкой методами искусственного интеллекта.

Ключевые слова: профессионально важные качества, психофизиологические свойства, летные специальности, датчики ускорения, IT-технологии.

Введение

Одним из относительно новых направлений организации новых форм взаимодействия в процессе обучения является модернизация управления учебным процессом, актуализирующая средства и методы содействия психическому и физическому развитию обучаемого (Богданов, 2000). При этом вопросам совершенствования учебного процесса, направленного на развитие профессионально важных физических характеристик обучающихся, уделяется очевидно меньшее внимание (по сравнению с развитием психологических качеств). По крайней мере, в рамках достаточно распространенного термина «профес-

сионально важные качества» (ПВК) понимаются, прежде всего, ПВК личности, т. е. психологические качества и характеристики. Следует отметить, что изучение ПВК личности профессионалов различных специальностей является одним из наиболее теоретически разработанных и эмпирически обоснованных направлений инженерной психологии и психологии труда (Маркова, 1996; Зеер, 2006; Иванова, 2006 и др.). В отличие от этого, большинство публикаций по направлению развития профессионально важных психофизических и психофизиологических качеств посвящено особенностям учебного процесса подготовки по спортивным дисциплинам и

специальностям. Вместе с тем существует и круг других образовательных специальностей, для которых вопросы развития физических и психофизиологических характеристик студентов имеют большое значение, прежде всего – в ведомственном военном и ином образовании в силовых структурах, а также в подготовке кадров резерва для таких структур из числа выпускников гражданских вузов и т. п. В последних случаях речь идет о нескольких сопряженных понятиях и терминах: «профессионально-значимые физические качества специалистов», «профессионально важные психофизические качества», «профессионально важные психофизиологические качества» и т. п. Обеспечение целенаправленного развития таких качеств и свойств осуществляется в рамках так называемой «профессионально-прикладной физической подготовки», составляющей важную часть содержания учебного процесса подготовки такого рода специалистов (см. например, Матухно, 2013). Под профессионально-прикладной физической подготовкой (ППФП) понимается специально направленное и избирательное использование средств физической культуры и спорта для подготовки человека к определенной профессиональной деятельности (Ильин, 2008).

Отметим, что потенциал использования информационных технологий (ИТ) в учебном процессе по развитию профессионально важных физических качеств воспитания содержит в себе возможности по совершенствованию методологии использования традиционных методик учебного процесса. При этом одной из задач является разработка новых технических средств для мониторинга определенных физических нагрузок на психофизиологические системы организма, необходимых для формирования профессионально важных физических качеств обучаемых.

Одним из важных динамических факторов, воздействующих на организм человека с целью формирования необходимых психофизических и психофизиологических характеристик, является ускорение. Этот феномен, возникающий при изменении скорости или направления движения тела и проявляющийся, вне зависимости от причины появления ускорения, в виде некоторой результирующей силы (вектора), которая всегда имеет прямолинейное направление. Наиболее часто приходится сталкиваться с этим феноменом в случае летного образования (профессионального обуче-

ния по летным специальностям – пилот, штурман, другие специалисты по летной эксплуатации воздушных судов). Именно при подготовке таких специалистов приходится сталкиваться с обучением преодолению негативных последствий ускорения, решением задачи разработки и использования специальных технических средств симулирования и регистрации проявлений и эффектов ускорения.

В психофизическом и психофизиологическом плане важно отметить, что выделяются четыре основных вида ускорения: прямолинейные, радиальные, угловые, ускорения Кориолиса. При этом в качестве обучающе-тренирующих воздействий в рамках учебного процесса наиболее часто изучаются прямолинейные ускорения, более очевидные для восприятия и реагирования на соматическом, психосоматическом и психовегетативном уровне. Значительно реже изучаются воздействия на организм и психику радиальных ускорений, которые при подготовке к определенным видам профессиональной деятельности (прежде всего – к деятельности в качестве пилота) имеют большее значение и значительно сложнее экспериментально воспроизводятся и регистрируются. Так, радиальные, или центростремительные, ускорения, т. е. ускорения, возникающие при криволинейном движении самолета, встречаются значительно чаще прямолинейных и возникают фактически при любом изменении скорости и направления движения летательного аппарата. При этом следует подчеркнуть, что при выполнении такого рода маневров, одновременно с радиальным ускорением чаще всего обязательно возникает и так называемое угловое ускорение (изменение угловой скорости в единицу времени). Кроме того, при движении тела по радиусу к центру вращения, возникает кориолисова сила, направленная по ходу вращения под прямым углом от линии движения тела. Вследствие действия этой силы часто возникает так называемое ускорение Кориолиса (поворотное ускорение, перпендикулярное траектории вращения), которое, например, проявляется при произвольном повороте головы во время криволинейного движения летательного аппарата, даже при наклоне головы пилота при развороте самолета.

Одним из важных следствий воздействия ускорения является появление комплекса психовегетативных нарушений, причем чаще

всего на первый план выходят проприоцептивные и соматоперцептивные обманы восприятия и вестибулярные расстройства.

Так, наличие ускорения в условиях вращения увеличивает кажущийся вес тела (при движении по ходу вращения) либо уменьшает его (при движении против вращения). Кроме того, в случае движения к центру вращения кориолисова сила направлена в сторону вращения, при движении к периферии – в противоположном направлении, что может вносить диссонанс в комплекс соматоперцептивных и проприоцептивных ощущений при пилотировании самолета.

Вышеописанная картина психофизических и психофизиологических проявлений представляется несколько упрощенной по сравнению с реальностью, поскольку не учитывает еще один важнейший фактор – характер движения конечностей и головы, которые необязательно соответствуют направлению движения относительно центра вращения, а также движению центра тяжести тела человека. Поскольку движение центра тяжести само по себе очень сложное даже при обычном перемещении на поверхности (в условиях отсутствия ускорений Кориолиса), характер его движения вносит дополнительный вклад в комплекс психофизических и психофизиологических проявлений последствий ускорения и, прежде всего, возникающих вследствие этого перегрузок (см. ниже).

Но субъективно наиболее неблагоприятным следствием ускорения в условиях вращения являются вестибулярные реакции и нарушения. Вестибулярная сенсорная система как функционирующая по принципу обратных связей афферентно-эфферентная система является многомерным биологическим преобразователем механической энергии угловых и линейных ускорений в сигналы о положении и движении тела. Она строго связана с нервными центрами и эффекторными органами, образуя сложную многоуровневую систему управления положением головы и тела в пространстве и вегетативными функциями (Лыкова, 1999).

Роль вестибулярного аппарата при такого рода ускорениях связана с его влиянием на зрительное восприятие и мышечную чувствительность, мобилизуя организм для оптимальной реакции, и участвует в организации и управлении движений почти на всех выделяемых в теории Н.А. Бернштейна пяти уров-

нях «построения движений», а на уровне спинальном (уровень В) и уровне С он является ведущим (Бернштейн, 1966).

В контексте задачи исследования влияния ускорения на успешность предстоящей деятельности можно отметить выполненное на спортсменах исследование А.С. Назаренко (2010), показывающее, что уровень адаптации вестибулярного аппарата к адекватным раздражителям определяется насыщенностью движений вращательными компонентами. При этом отмечаются характерные реакции сердечно-сосудистой системы на вращательную нагрузку, имеющие неоднозначный характер связи с уровнем адаптации вестибулярной системы к этой нагрузке. Другими словами, любая специфическая нагрузка на вестибулярный аппарат даже в случае опыта тренирующей подготовки сопровождается психовегетативными и психосоматическими реакциями (прежде всего – реакциями со стороны сердечно-сосудистой системы). При этом некоторые реакции могут зависеть от уровня адаптации вестибулярной системы на вращательную нагрузку (например, хронотропная реакция сердца), а могут и не иметь такой зависимости, например, изменения показателей артериального давления (Назаренко, 2010). Полученные данные представляются значимыми еще и потому, что именно показатели реакции сердечно-сосудистой системы являются наиболее информативными среди всех вегетативных реакций, возникающих при вестибулярной стимуляции, поскольку изменения ее параметров в первую очередь определяют адаптацию организма к изменяющимся условиям среды (Токаева, Павленкович, 2012; Павлова, 2014).

В отношении психовегетативных проявлений наиболее информативным представляется изучение проявлений тревоги и тревожности, поскольку в клиническом плане они представляют собой, с одной стороны, проявления эмоционального реагирования (психологические феномены аффективной сферы), и, с другой стороны, имеют очевидную психовегетативную природу и такую же картину (так называемые психовегетативные корреляты тревоги). В этом плане взаимосвязанность проявлений вестибулярной сенсорной системы и тревожности как аффективного феномена, имеет особую информативность. Очевидно, что беспричинно повышенный уровень тревожности снижает эффективность профес-

сиональной деятельности человека-оператора в системе Человек – Машина. По крайней мере, представляется очевидным, что и повышенная возбудимость вестибулярного аппарата, усиленные вестибуло-моторные и вестибуло-вегетативные рефлексы могут значительно снижать работоспособность субъекта и успешность неспецифической адаптации организма. По крайней мере, в исследовании Л.К. Токаевой и С.С. Павленкович (2012) установлена обратная корреляция между уровнем тревожности и уровнем вестибуло-вегетативной устойчивости (формирующейся, в том числе, и под воздействием тренирующих воздействий на вестибулярную сенсорную систему). Представляется важным вывод исследователей о необходимости включения мероприятий по тренировке вестибулярной сенсорной системы в учебный процесс подготовки специалистов, а учет их физических и психофизиологических особенностей при осуществлении учебных занятий позволяет эффективнее строить процесс формирования необходимых профессионально важных физических качеств.

В психофизиологическом плане важно отметить, что вследствие появления сил, противоположных направлению ускорения, возникают состояния «перегрузки», отражающие кратное увеличение веса тела под влиянием ускорения по сравнению с данными, полученными в условиях обычной земной гравитацией. При этом направление вектора перегрузки имеет существенное значение для организма и психики человека. Его реакция на воздействие перегрузок определяется рядом факторов, среди которых существенное значение принадлежит величине, времени действия, скорости нарастания и направлению вектора перегрузки по отношению к туловищу, а также исходному функциональному состоянию организма, зависящему от многих условий внешней и внутренней среды. Часто характер нарастания перегрузок имеет фактически «ударный» характер (резкое увеличение вектора нагрузки в критически минимальный временной период).

В то же время моделирование возникающих при ускорении перегрузок требует разработки достаточно сложных аппаратно-технических комплексов. В связи с этим отметим, что своеобразным аналогом регистрации на «ударный» характер силовых воздействий может быть изучение поведения испытуемых при выполнении так называемых си-

ловых комплексных упражнений, включенных в систему подготовки специалистов, чья профессиональная деятельность требует наличия необходимых профессионально-важных физических качеств.

Наиболее часто в этих целях применяется силовое упражнение, состоящее из сильных и точных ударов по боксерской «лапе» за заданное время. Упражнение позволяет проводить постепенное и дозированное увеличение физической нагрузки: сначала – за счёт большого числа повторений; затем – за счёт увеличения амплитуды и темпа движений; и, в заключение – вследствие дифференцировки сигналов по силе. Исследованиями Т.А. Юримяэ и Э.А. Виру (1989) показано, что применение такого рода программ силовой комплексной тренировки за счет положительного влияния сильных и точных ударов может рассматриваться как пример тренирующих воздействий в рамках образовательного процесса.

В плане организации образовательного процесса при подготовке специалистов летных профессий представляется важным, что действие ускорений и их последствий при специально организованных мероприятиях профессионально-прикладной физической подготовки необходимо учитывать и прогнозировать. С этой целью требуется разработка специальных приборов, устройств и оборудования для исследования действия экспериментально вызванного ускорения и его последствий.

Ниже приводятся описания некоторых технических решений для мониторинга влияния ускорения (торможения) при силовых воздействиях.

Описание устройства

На сегодняшний день в производстве датчиков ускорения очень широко развита технология MEMS (микроэлектромеханические системы, МЭМС) – это устройства, объединяющие в себе микроэлектронные и микромеханические компоненты (Борзенко, 2006). Большая популярность МЭМС-акселерометров и гироскопов обусловлена их широким потенциалом для использования как в бытовой, так и в промышленной технике. Датчики, выполненные по технологии МЭМС, изготавливаются с помощью тех же технологических приемов, что и интегральные микросхемы. Акселерометр и гироскоп состоит из совмещенных в едином корпусе двух ключевых элементов: МЭМС-кремниевого микромеханического емкостного

сенсора, чувствительного к ускорению или повороту; схемы обработки сигнала, преобразующей выходные сигналы этого сенсора в аналоговые или цифровые сигналы.

Задача мониторинга решается посредством специально разработанного прибора, включающего микроэлектромеханическое устройство, схему обработки информации, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), микроконтроллер с встроенным Bluetooth-модулем (Bluetooth Low Energy, см. Bluetooth Smart Configuration Guide, 2010), с интерфейсом для передачи информации акселерометром SPI, iPod с программным обеспечением (структурное решение устройства показано на рис. 1). Используется автономный источник питания в виде дисковых литиевых элементов с напряжением питания 3 В, с низким уровнем саморазряда (2 % в год) с длительностью хранения от 5 до 10 лет и способностью стабильно работать температурном диапазоне от -30 до $+65$ °С.

В устройстве в качестве прибора для определения длины и направления вектора ускорения (перегрузки) применен миниатюрный трехкоординатный акселерометр с пределами $\pm 24g$ и дискретностью не больше $0,2g$. Принцип работы сенсоров движения (акселерометров) основан на измерении смещения инерционной массы относительно корпуса и преобразовании его в пропорциональный электрический сигнал. Емкостной метод преобразования измеренного перемещения является наиболее точным и надежным, поэтому емкостные акселерометры получили широкое распространение.

Выбор этого типа акселерометра был обусловлен следующими техническими характеристиками:

- самым низким энергопотреблением во всей линейке акселерометров компании STMicroelectronics;

- возможностью поддержки последовательного интерфейса SPI;
- попаданием в параметры динамического диапазона измеряемых ускорений;
- наличием внутреннего FIFO буфера на 32 значения по всем трем осям;
- возможностью генерировать внешнее прерывание при превышении заранее запрограммированного числового значения;
- диапазоном количества выборок 1–5000 выборок/с.

Описание действия устройства

Информация от Bluetooth датчика ускорения (далее ДУ) передается по помехозащищенному беспроводному каналу с минимальными пороговыми значениями фактически измеренных величин ускорения $1,1g$ с последующей её обработкой методами искусственного интеллекта. Установка порога на $1,1g$ потребовала фильтрации шумов от акселерометра. Для этого полученные с акселерометра значения фильтруются стандартным фильтром (фильтром Калмана – эффективным рекурсивным фильтром, оценивающим вектор состояния динамической системы, используя ряд неполных и зашумленных измерений (Hernández, 2001) необходимого порядка). Реализация технического устройства потребовала разработки программы отображения (ПО) информации на iPod по каналу Bluetooth от модуля BLE112-A-V1 и управления различными режимами работы датчика ускорения (ДУ).

Алгоритм формирования информации с датчика

1. После включения устройства ДУ включается в режим ожидания, записывая при этом данные с акселерометра в регистр сдвига контроллера модуля BLE112-A-V1.
2. После включения устройства Инфор-

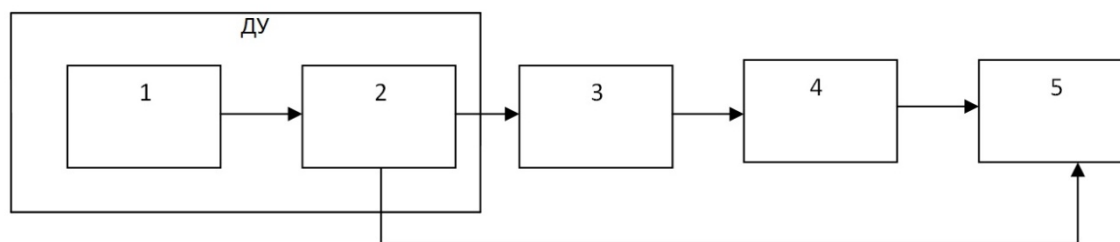


Рис. 1. Структурная схема Bluetooth датчика ускорения:

1, 2 – Микроэлектромеханическое устройство со схемой обработки информации; 3 – АЦП; 4 – микроконтроллер с встроенным Bluetooth-модулем с интерфейсом для передачи информации акселерометром SPI; 5 – iPod с программным обеспечением

мация записывается постоянно в регистр сдвига. Формируется файл отображения информации, условием возникновения которого является превышение в течение ≈ 250 мс порогового уровня регистрируемого акселерометром ускорения, а также предшествовавшая этому (также в течение ≈ 250 мс) информация из регистра сдвига.

3. Сформированный полностью файл содержит информацию в течение 256 отсчётов (замеров), по 128 значений информации, предшествующей появлению ускорения и последующей за ним. По сигналу запроса iPod, сформированный файл отображения информации передаётся по каналу Bluetooth.

Параметры измерений. По результатам экспериментальных исследований ДУ должен определять, записывать и отображать процесс ускорения с диапазоном измеряемых ускорений $D = \pm 24g$ и разрядностью сигнала 8 Bit.

Требования к отображению информации

1. Старт программы передачи информации производится по запросу iPod.

2. Сигналы запроса iPod информации от модуля BLE112-A-V1 посылаются один раз в секунду.

3. Факт передачи информации сопровождается звуковой сигнализацией на iPod одного тона, в течение $\approx 0,5$ с.

4. Отображение информации от ДУ на iPod производится на двухкоординатном графике с осью времени по оси абсцисс.

5. Информация по оси времени отображается на весь экран в течение $T = 0,589$ с, с разметкой горизонтальной оси 50,38 мс на деление, что соответствует $M = 22$ отсчётам.

6. По оси ординат отображается величина сигнала с акселерометра, с максимальными значениями ускорения $D = \pm 24g$ и разметкой вертикальной оси 2g на деление. Все отметки по п. 6 и 7 дополняются соответствующими вертикальными и горизонтальными линиями через весь график.

7. Полученный файл изображения информации запоминается и доступен воспроизведению.

8. На последующих этапах разработки в одном информационном файле на одних и тех же осях может быть отображено до пяти графиков ускорения, выполненных линиями разного цвета.

9. Изображение может быть расширено по оси абсцисс в необходимых для просмотра час-

тах либо сдвинуто в любом из направлений, все – посредством управления жестами с экрана iPod. Расширение изображения обусловлено необходимостью рассмотрения процесса, протекающего в течение 100 мс. С возможностью оценки фрагментов с градацией 20 мс.

Алгоритмы анализа данных. Наиболее оптимальное и вероятностное изменение наблюдаемой величины выстраивается на основании оценки предшествующего поведения величин ускорения (далее – зависимостей), что, собственно говоря, и является экстраполяцией (или прогнозированием). В описываемом устройстве экстраполяция осуществляется соответствующим программным обеспечением (ПО) с использованием вычислительного устройства (iPOD, планшет, ноутбук, вычислительная система) и с применением искусственных нейронных сетей (ИНС).

Наиболее оптимальным для целей прогнозирования величин ускорения было признано применять двухслойные динамические сети с временными задержками, позволяющие варьировать как количество нейронов в первом слое, так и длительность временных задержек (включая и нулевую). При этом рассматривалась возможность использования всех трех типов обучающих выборок (последовательное, групповое, смешанное их формирование).

Разработан и описан алгоритм самой важной части обучения ИНС – ее тренировка (обучение) посредством мультипараметрической настройки, результаты которой определяют качество функционирования сети.

На первом шаге (инициализация сети) требуется расстановка значений весов синапсов и смещений (включая относительно стандартный вариант инициализации – случайная расстановка значений, изначально – с их минимальными величинами, ввиду риска возникновения в процессе обучения ИНС так называемого «паралича сети» либо иных некорректных случаев).

На втором шаге (выбор глобального алгоритма минимизации ошибки) устанавливаются значения ошибок сети, зависящие от вида обучающих данных. Рассматривались три наиболее часто используемых группы алгоритмов: алгоритмы первого порядка с использованием градиента; второго порядка – методы Ньютона и квазиньютоны. Наиболее оптимальным для применения в устройстве был признан алгоритм градиентного спуска перво-

го порядка и квазиньютонов алгоритм Левенберга – Маркварда. Оба метода исследовались на двухслойной ИНС. Установлено, что алгоритм градиентного спуска для поставленной задачи обнаруживает самую быструю сходимость, но при этом характеризуется малой устойчивостью во время обучения, что проявляется отклонением от уменьшения ошибки (возрастанием разности между выходными и целевыми значениями после нескольких итераций). возрастает. В процессе обучения ИНС отмечалось возникновение случаев долгой сходимости в конце процедуры оптимизации, с вероятностью их разрешения самой нейронной сетью по изветным приемам (например, путем добавления случайных величин). Второй метод (Левенберга – Маркварда) отличается высокой точностью аппроксимации на обучающем множестве, но время обучения возрастают требования к объемам памяти (востребуемой как для хранения объемных матрицы Якоби и Гессе, так и для проведения вычислений с ними). В алгоритмах обучения использовалась возможность варьирования величин, способных существенно изменить ход обучения ИНС и повлиять на конечный результат – качество функционирования сети (в случае алгоритма Левенберга – Маркварда – это величина, воздействующая на скорость сходимости и в зависимости от значения, устанавливаемого в пределах от 0,5 до 1,0, переключается между двумя методами аппроксимации). Перечисленные параметры подстраивают нейронную сеть под определенную

эмпирическую зависимость, то есть, чтобы аппроксимированная функция в в той или иной мере точно описывала целевые значения.

Ниже приводится пример решения задачи предсказания сигнала в последующие моменты времени. В качестве исходных данных был представлен массив значений радиотехнического сигнала от Bluetooth датчика ускорения в виде выборок в определённые моменты времени. Обучающей выборкой выступила стандартная выборка с последовательным представлением данных, где (в рассматриваемом примере) на каждые пятьдесят значений приходилось одно эталонное, с последующим перебором пятидесяти значений и шагом в одно значение (рис. 2).

На рис. 2 представлен спрогнозированный сигнал на сто точек вперёд в совокупности с целевым и доверительным интервалом. Отслеживается нарастание отклонения спрогнозированного сигнала (эта функция на графике выделена маленькими окружностями) от истинных значений (функция с окружностями большего радиуса). Это обуславливается невозможностью прогноза далеких значений, поэтому примерное и возможное изменение дальнейших точек показывает доверительный интервал (сплошные линии), в котором с большой вероятностью должен находиться истинный (целевой) сигнал. На рис. 3 отображён прогноз сигнала с использованием двух методов тренировки сети без использования спектрального метода.

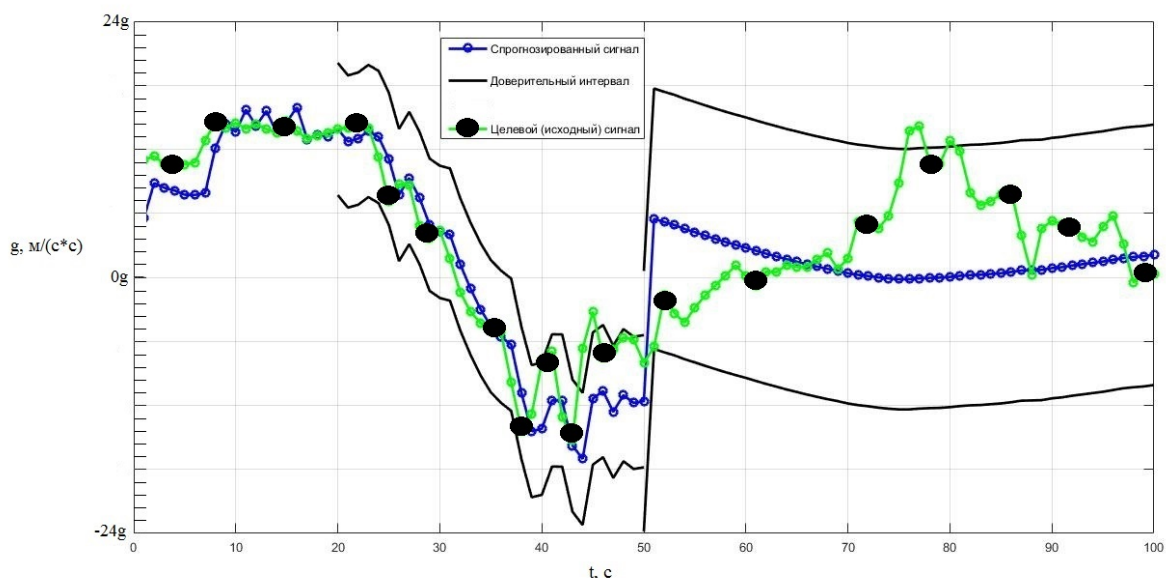


Рис. 2. Визуализация спрогнозированного сигнала Bluetooth-датчика ускорения

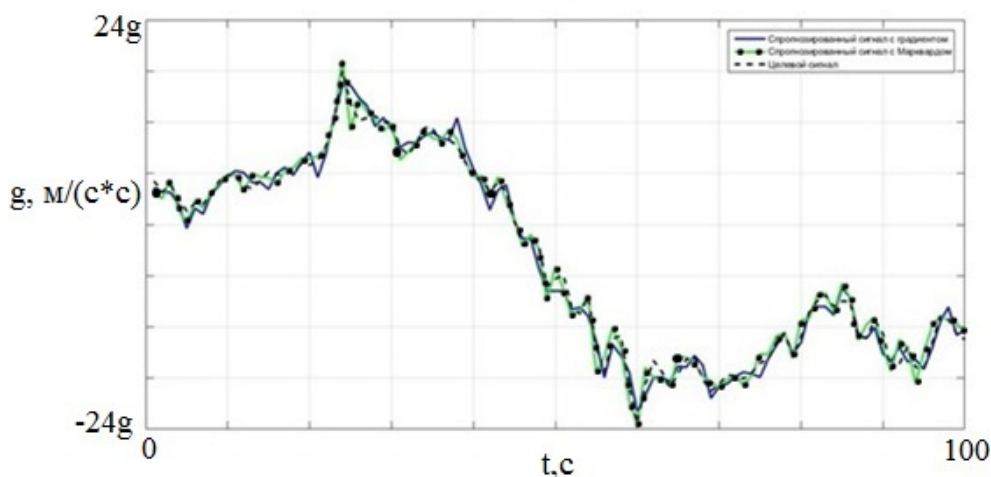


Рис. 3. Сравнение результатов прогнозирования двумя методами тренировки искусственной нейронной сети

В качестве примера на рис. 3 приведены сигналы с использованием двух описанных методов обучения. С визуальной точки зрения, наименьшее отклонение от истинных временных промежутков имеет зависимость, обучаемая методом Левенберга – Маркварда. Подтверждением является численное значение стандартного отклонения, которое меньше величины отклонения методом градиентного спуска (Татузов, 2009). Этим достигается указанный в изобретении технический результат. Предлагаемое техническое решение практически применимо, так как для его реализации могут быть использованы типовые радиоэлектронные узлы и устройства.

Статья выполнена за счет субсидии на финансовое обеспечение выполнения базовой части государственного задания (фундаментальное научное исследование) по договору № 19.8259.2017/БЧ.

Литература

1. Бернштейн, Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности / Н.А. Бернштейн. – М.: Медицина, 1966. – 349 с.
2. Богданов, В.М. Использование современных информационных технологий в теоретической и методико-практической подготовке студентов по физическому воспитанию / В.М. Богданов, В.С. Пономарев, А.В. Соловов // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Физическая культура и спорт на рубеже тысячелетий»*. – СПб., 2000. – Ч. 2. – С. 23–24.
3. Борзенко, А.И. Технология MEMS / А.И. Борзенко // *ВУТЕ*. – 2006. – № 1 (89).
4. Зеер, Э.Ф. Психология профессий: Учебное пособие для студентов вузов. – 4-е изд., перераб.,

доп. / Э.Ф. Зеер. – М.: Академический Проект: Фонд «Мир», 2006. – 336 с.

5. Иванова, Е.Н. Психология профессиональной деятельности / Е.Н. Иванова. – М.: ПЕР СЭ, 2006. – 382 с.

6. Ильин, В.И. ППФП студентов в вузах. Научно-методологические и организационные основы / В.И. Ильин. – М.: Лотос, 2008. – 190 с.

7. Лыкова, Е.Ю. Адаптивные реакции сердечно-сосудистой системы мальчиков 11–14 лет в условиях стимуляции вестибулярной сенсорной системы. автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / Е.Ю. Лыкова. – Набережные Челны, 2010. – 145 с.

8. Маркова, А.К. Психология профессионализма / А.К. Маркова. – М.: Знание, 1996. – 308 с.

9. Матухно, Е.В. Профессионально-прикладная физическая подготовка: учеб. пособие / Е.В. Матухно. – Комсомольск-на-Амуре: КНАГТУ, 2013. – 97 с.

10. Назаренко, А.С. Влияние вестибулярного раздражения на сердечно-сосудистую систему и двигательные функции в разных видах спорта: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / А.С. Назаренко. – Набережные Челны, 2010. – 145 с.

11. Павлова, В.И. Физиологические и психофизиологические особенности сенсомоторной адаптации у единоборцев разных квалификаций / В.И. Павлова, М.С. Терзи, Д.А. Сарайкин // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 6–7. – С. 1412–1417.

12. Татузов, А.Л. Нейронные сети в задачах радиолокации / А.Л. Татузов. – М.: Радиотехника, 2009. – 432 с.

13. Токаева, Л.К. Зависимость вестибуло-вегетативной устойчивости студентов-спортсменов от уровня тревожности / Л.К. Токаева, С.С. Павленкович // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 2–2. – С. 372–376.

14. Юримьяэ, Т.А. Педагогические и психологические аспекты спортивной тренировки / Т.А. Юримьяэ, Э.А. Вуру. – Тарту: ТГУ, 1989. – 63 с.

15. Hernández W. Improving the responses

of several accelerometers used in a car under performance tests by using Kalman filtering // *Sensors*. – 2001. – № 1(1). – P. 38–52. DOI: 10.3390/s10100038

16. *Bluetooth Smart Configuration Guide v.33*, 2010.

Тележкин Владимир Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры инфокоммуникационных технологий, Южно-Уральский государственный университет; профессор, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», филиал в г. Челябинске (Челябинск), telezhkinvf@susu.ru.

Рагозин Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры инфокоммуникационных технологий, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), ragozinan@susu.ac.ru

Подкорытов Павел Сергеевич, аспирант, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), grek@mail.ru

Пашков Антон Алексеевич, аспирант, Южно-Уральский государственный университет, младший научный сотрудник НОЦ «Медико-психологическая клиника» (Челябинск), pashkov-anton@mail.ru

Поступила в редакцию 27 марта 2018 г.

DOI: 10.14529/psy180210

REGISTRATION OF ACCELERATION AND OVERLOADING AS FACTORS OF FORMATION OF PROFESSIONALLY IMPORTANT PSYCHO-PHYSIOLOGICAL PROPERTIES FOR TRAINEE IN FLYING PROFESSIONS

V.F. Telezhkin^{1,2}, telezhkinvf@susu.ac.ru

A.N. Ragozin¹, ragozinan@susu.ac.ru

P.S. Podkoritov¹, grek@mail.ru

A.A. Pashkov¹, pashkov-anton@mail.ru

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

² Russian Air Force Military Educational and Scientific Center “Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin”, Chelyabinsk branch, Chelyabinsk, Russian Federation

The article deals with some aspects of improving the educational process aimed at developing professionally important psychophysical and psychophysiological qualities. These qualities are considered as a separate specific component of the system of professionally important qualities of personality, as the central theoretical construct of engineering psychology and labor psychology. From the position of psychophysiology, we described the influence of acceleration phenomena and overloading as important dynamic factors, the response to which requires the presence of certain psychophysical and psychophysiological characteristics. On the basis of the specifics of training for flying professions we reflected the psychophysiological effects, which arise in situations of rectilinear, radial and angular acceleration, as well as Coriolis acceleration, are reflected. We considered some psychophysiological (according to their origin) reactions of the cardiovascular system, depending on the training and adaptation of the vestibular system to rotational loading, acceleration and overloading. It is showed that using in the training process devices built on the principles of modern information technologies allows recording and analyzing acceleration and overloading, which experienced under experimental conditions.

The principal scheme and basic characteristics of acceleration sensor are described, the information from the sensor is transmitted by interference-free wireless channel with the minimum threshold values of the actually measured acceleration values of 1.5g followed by its processing by artificial intelligence methods.

Keywords: professionally important qualities, psychophysiological properties, flying professions, acceleration sensor, information technology.

The article was implemented at the expense of a subsidy for financial support for the implementation of the basic part of the state task (fundamental scientific research) under the contract No. 19.8259.2017/БЧ.

References

1. Bernshteyn N.A. *Ocherki po fiziologii dvizheniy i fiziologii aktivnosti* [Essays on the Physiology of Movements and Physiology of Activity]. Moscow, Meditsina Publ., 1966. 349 p.
2. Bogdanov V.M., Ponomarev V.S., Solovov A.V. [The Use of Modern Information Technology in Theoretical and Methodological and Practical Training of Students in Physical Education]. *Fizicheskaya kul'tura i sport na rubezhe tysyacheletiy. Ch. 2* [Physical Culture and Sport at the Turn of the Millennium. Part 2]. St. Petersburg, 2000, pp. 23–24. (in Russ.)
3. Borzenko A.I. *Tekhnologiya MEMS* [Technology MEMS]. BYTE, 2006, no. 1 (89).
4. Zeyer E.F. *Psikhologiya professiy: Uchebnoye posobiye dlya studentov vuzov* [Psychology of Professions: A Manual for Students of Higher Education]. 4th ed. Moscow, Akademicheskii Proyekt: Fond «Mir» [Academic Project: The Mir Foundation] Publ., 2006. 336 p.
5. Ivanova E.N. *Psikhologiya professional'noy deyatel'nosti* [Psychology of Professional Activity]. Moscow, PER SE Publ., 2006. 382 p.
6. Il'in V.I. *PPFP studentov v Vuzakh. Nauchno-metodologicheskiye i organizatsionnyye osnovy* [PFPP Students in High Schools. Scientific-Methodological and Organizational Bases]. Moscow, Lotos Publ., 2008. 190 p.
7. Lykova E.Yu. *Adaptivnyye reaktsii serdechno-sosudistoy sistemy mal'chikov 11-14 let v usloviyakh stimulyatsii vestibulyarnoy sensornoy sistemy. Avtoref. diss. kand. biol. nauk* [Adaptive Reactions of the Cardiovascular System of Boys 11–14 years Old Under Conditions of Stimulation of the Vestibular Sensory System. Abstract of cand. diss.], 2010. 145 p.
8. Markova A.K. *Psikhologiya professionalizma* [Psychology of Professionalism]. Moscow, Znaniye Publ., 1996. 308 p.
9. Matukhno E.V. *Professional'no-prikladnaya fizicheskaya podgotovka* [Professional-applied Physical Training]. Komsomol'sk-na-Amure, «KnAGTU» Publ., 2013. 97 p.
10. Nazarenko A.S. *Vliyaniye vestibulyarnogo razdrazheniya na serdechno-sosudistuyu sistemu i dvigatel'nyye funktsii v raznykh vidakh sporta: Avtoref. diss. kand. biol. nauk* [Effect of Vestibular Stimulation on the Cardiovascular System and Motor Functions in Different Sports: Avtoref. of cand. diss.], 2010. 145 p.
11. Pavlova V.I., Terzi M.S., Saraykin D.A. [Physiological and Psychophysiological Features of Sensorimotor Adaptation in Combatants of Different Qualifications]. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental Research], 2014, no. 6–7, pp. 1412–1417. (in Russ.)
12. Tatusov A.L. *Neyronnyye seti v zadachakh radiolokatsii* [Neural Networks in Radar Problems]. Moscow, Radiotekhnika Publ., 2009. 432 p.
13. Tokayeva L.K., Pavlenkovich S.S. [Dependence of Vestibulo-vegetative Stability of Students-athletes on the Level of Anxiety]. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental Research], 2012, no. 2, pp. 372–376. (in Russ.)
14. Yurimiyae T.A., Viru E.A. *Pedagogicheskiye i psikhologicheskiye aspekty sportivnoy trenirovki* [Pedagogical and Psychological Aspects of Sports Training]. Tartu, TGU, 1989. 63 p.
15. Hernández W. Improving the responses of several accelerometers used in a car under performance tests by using Kalman filtering. *Sensors*, 2001, pp. 382–392. Available at: <http://www.mdpi.com/1424-8220/1/1/38> (accessed: 22.04.2016).
16. Bluetooth Smart Configuration Guide, ver. 33, 2010.

Received 27 March 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Регистрация ускорения и перегрузки как факторов формирования профессионально важных психофизиологических свойств обучающихся летным профессиям / В.Ф. Тележкин, А.Н. Рагозин, П.С. Подкорытов, А.А. Пашков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Психология». – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 94–103. DOI: 10.14529/psy180210

FOR CITATION

Telezhkin V.F., Ragozin A.N., Podkoritov P.S., Pashkov A.A. Registration of Acceleration and Overloading as Factors of Formation of Professionally Important Psychophysiological Properties for Trainee in Flying Professions *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Psychology*. 2018, vol. 11, no. 2, pp. 94–103. (in Russ.). DOI: 10.14529/psy180210