

## Средства измерений

УДК 681.3

### МЕТОД И СРЕДСТВО АДРЕСНОЙ ВИБРОМЕХАНОСТИМУЛЯЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Сагайдак Д.И.<sup>1</sup>, Шилько С.В.<sup>2</sup>, Яцук В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, г. Гомель, Республика Беларусь

*Описан метод адресной вибромеханостимуляции, его аппаратная реализация и пример использования. Разработка представляется доступным и эффективным средством повышения интеллектуальной работоспособности в ответственных и социально значимых видах деятельности. (E-mail: shilko\_mpri@mail.ru)*

**Ключевые слова:** механическая стимуляция, вибротренажер, пирометрия, улучшение памяти.

#### Введение

В постиндустриальном обществе возникла серьезная проблема обеспечения интеллектуальной работоспособности человека в условиях значительных информационных и психоэмоциональных нагрузок. Такова деятельность в сфере административного и хозяйственного управления, энергетики, транспорта, судебной исполнительской системы и многих других [1, 2]. Ошибки в принятии решений на фоне усталости приводят к значительным и зачастую невозможным потерям. Существующие методы и средства поддержания интеллектуальной работоспособности, как правило, основаны на принципах фармакологии, физической культуры и традиционного массажа.

Вместе с тем в спорте высших достижений, физиотерапии и фитнесе уже более 40 лет активно используется вибромеханическая стимуляция (ВМС), которая активизирует все соматические структуры: эндокринные органы, мышцы, связки, кровеносные сосуды и костные ткани [3]. Для локальной ВМС разработаны и выпускаются за рубежом (фирмы Panasonic, Sanyo, Zepter, Brainlight), а также отечественные, в том числе [4, 5], вибротренажеры, обеспечивающие частоту вибрационного воздействия в диапазоне от  $10 \text{ с}^{-1}$  до  $25 \text{ с}^{-1}$ , при этом амплитуда колебаний контактных зон тела зависит от давления вибротода (толкателя). Производятся также виброплатформы и напольные системы, на которые пациент может становиться, садиться или ложиться, по-

зиционируя весь корпус или нижние конечности в различных положениях.

Комплексный характер воздействия на различные органы и биологические ткани сделал ВМС составной частью тренировочного и оздоровительного процесса. Однако, несмотря на указанный положительный опыт, в научной литературе не описаны методы и технические средства вибромеханической стимуляции интеллектуальных функций человека.

#### Метод адресной вибромеханостимуляции и его аппаратная реализация

Как известно, физиотерапевтический эффект вибрационного тренинга обусловлен рефлекторным сокращением и расслаблением мышц при подводе энергии механических колебаний, действие которых оказывается намного более сильным в сравнении с обычными (статическими или квазистатическими) упражнениями на тренажерах или при интенсивных нагрузках в ходе спортивных состязаний. Обязательным условием эффективной ВМС является оптимальное направление и локализация зоны приложения вынуждающих колебаний. Так, при направлении вибрационного воздействия вдоль мышечных волокон происходит их интенсивное сокращение, чередующееся с расслаблением, что выражается в тренинге мышц, а результатом приложения колебаний поперек мышечных волокон является их расслабление.

Несмотря на длительную практику использования ВМС, существует ряд нерешен-

ных проблем методического и аппаратного характера. При ручном вибромассаже дозирование лечебных процедур осуществляют субъективным подбором частоты и амплитуды виброперемещения, площади вибратора и времени вибрационного воздействия. В лечебной практике используют в основном вибрации с частотой от 10 до 200 Гц и амплитудой от 0,1 до 5 мм. Непрерывные вибрации малой амплитуды обладают седативным, успокаивающим, расслабляющим действием, а прерывистые вибрации большой амплитуды, наоборот, являются раздражающими, возбуждающими, тонизирующими. Установлено, что частоты в пределах 3–40 Гц также оказывают выраженное тонизирующее действие. Наибольшее повышение работоспособности достигается при частоте колебаний 10 Гц с последующим кратковременным воздействием вибрации с частотой 30–40 Гц.

Длительность процедуры зависит от общего состояния пациента, а также индивидуальных гиперемических или ишемических реакций организма на вибровоздействие и составляет в среднем в начале курса 5–8 мин. В процессе курсового воздействия длительность процедуры может быть увеличена до 15 мин. Длительное применение вибрации одинаковой частоты и интенсивности вызывает через некоторое время привыкание, а при длительности более 20 мин приводит к утомлению. В начале курсового воздействия процедуры проводят через день, затем, в зависимости от общего состояния и ответной реакции организма, 2–3 дня подряд с перерывом на третий день. Курс эффективной вибротерапии включает от 10 до 15 процедур.

Отмеченные особенности режима ВМС не вполне учитываются при использовании известных устройств, что не позволяет получить максимальный физиотерапевтический эффект в каждом конкретном случае. Как отмечено выше, отсутствует проработка средств вибромеханостимуляции для повышения интеллектуальной работоспособности.

Научно-методическим учреждением БГУ «Республиканский центр проблем человека» совместно с Институтом механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси разработан метод и аппаратура адресной ВМС для контролируемой стимуляции интеллектуальной работоспособности. С этой

целью разработан многоплунжерный вибротренажер рабочей поверхности толкателей для воздействия на легкодоступные области шеи, кисти и пальцев (рисунок 1). Плунжерные толкатели с цилиндрической образующей приводятся в движение внешним электроприводом через гибкий вал. Адресность ВМС, т.е. выбор индивидуальных параметров (амплитуды, частоты, скважности и направления) колебаний и их оптимальная локализация, обеспечивается контуром обратной связи, а именно регистрацией температуры кожного покрова в зоне вибромеханостимуляции.

При сочетании пошагового воздействия толкателей со сканированием вдоль мышечных пучков работа устройства внешне сходна с жестким скользящим массажем. Однако результативность точечного последовательного воздействия вибротренажера существенно выше, поскольку имитирует работу мышечных сосудистых «насосов». Это достигается смещением по фазе перемещений плунжеро-толкателей вдоль мышцы, при котором осуществляется полный цикл прокачки крови в данной области.

Эффективность устройства оценивалась в эксперименте с привлечением 17 заинтересованных участников в возрасте от 21 до 48 лет. Вибромеханостимуляция шейного отдела производилась через одежду и непосредственно по кожному покрову. Среднее значение частоты сердечных сокращений в группе составляло  $67 \pm 4 \text{ мин}^{-1}$ .

Эффективность ВМС оценивалась по температуре кожного покрова шейного отдела. Для измерения температуры использовали два бесконтактных пирометра фирмы CAUTION, что повышало точность измерений до  $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Кинетика изменения температуры в зоне вибростимуляции шеи (рисунок 2) позволяет предположить, что эффект от бегущей волны деформации при ВМС, вызывающей дополнительный артериальный приток крови к головному мозгу, равноценен увеличению частоты сердечных сокращений до  $150 \pm 30 \text{ мин}^{-1}$  при значительной физической нагрузке. Соответственно, усиление кровотока и повышение температуры в шейном отделе увеличивают активность гемисфер, реализующих психофизиологические составляющие интеллектуальной работоспособности.

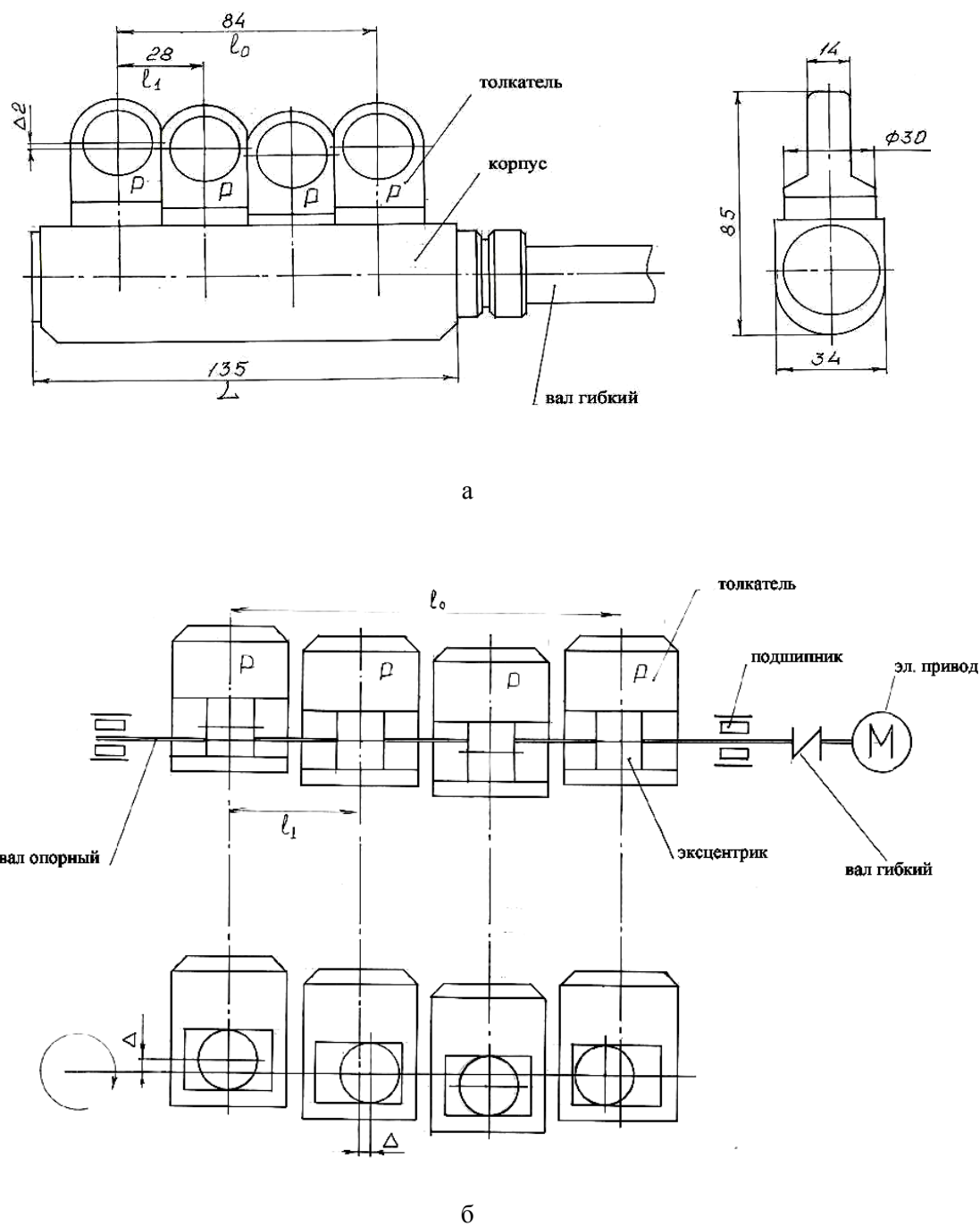


Рисунок 1 – Конструкция вибротода (а) и привода (б) вибротренажера

Практически линейное увеличение температуры при совместном продольном и шаговом воздействии на шейные мышцы с частотой вибрации в интервале 20–26 с<sup>-1</sup> (рисунок 2, кривая 3) отражает системное расслабление с зональной интенсификацией капиллярного кровотока и локальным повышением основного обмена [6]. Это свидетельствует о

высокой биомеханической и физиологической эффективности разработанного устройства, поскольку снятие напряжения шейных мышц и локальная гипертермия являются показателями устойчивого самоуправления операторов, диспетчеров и других работников с высокой напряженностью интеллектуального труда.

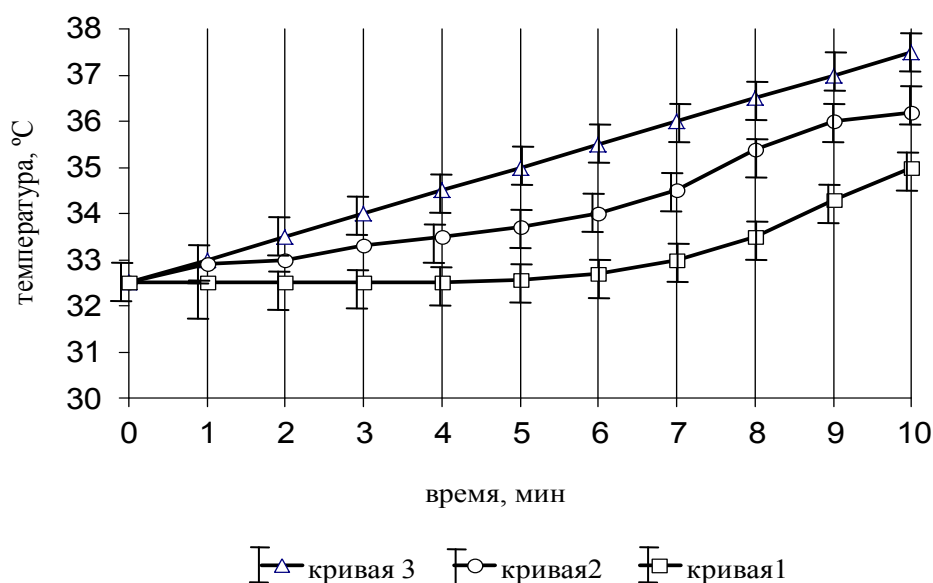


Рисунок 2 – Зависимости температуры шейной области от времени для различных способов вибромеханической стимуляции: 1 – стационарное, локализованное на мышце положение толкателей (частота бегущей волны  $60 \pm 2 \text{ с}^{-1}$ ); 2 – изменение температуры в линейной зоне шириной в 4–5 см вдоль линии действия вибротренажера (частота бегущей волны  $90\text{--}100 \text{ с}^{-1}$ ); 3 – сочетание пошаговой вибромеханической стимуляции с движением вдоль мышцы (частота бегущей волны  $160 \pm 5 \text{ с}^{-1}$ )

В качестве меры общей умственной работоспособности использовали продуктивность памяти на числа, а именно, отношение числа опознанных символов к общему числу предъявляемых символов. Испытуемому на экране компьютера в течение 15 с предъявлялись 9 двухзначных чисел, после чего он должен был выбрать эти числа из 30 чисел, показанных на экране.

В пролонгированном эксперименте приняли участие 63 человека. ВМС длительностью 300 с проводилась во второй половине дня при частоте бегущей волны  $160 \text{ с}^{-1}$ . Гистограмма исходной продуктивности памяти на числа представлена на рисунке 3 в виде столбцов с вертикальной штриховкой. Изменения оперативной памяти на числа по истечении 1,5 часа после ВМС отражают столбцы гистограммы с горизонтальной штриховкой.

Следует отметить существенное улучшение оперативной памяти лиц с исходно низкой продуктивностью, равной 0,2, и значительное (более чем в 2 раза) увеличение числа лиц с высокими показателями запоминания (0,4; 0,45; 0,5). Доля участников эксперимента, сохранявших хорошую память в конце рабочего дня без

дополнительных тренировок, составила в среднем за год около 16 %. Адресная вибростимуляция биологически значимых точек в течение 5 мин способствовала сохранению и даже повышению (до конца рабочего дня) умственной работоспособности 43 % испытуемых.

По результатам тренинга оперативной памяти с помощью адресной вибростимуляции биологически ответственных точек, который проводился во второй половине информационно перегруженного дня, можно сделать вывод о том, что ВМС найдет широкое применение для стимуляции видов деятельности, в которых объективно высокие показатели оперативной памяти определяют производственную результативность.

Необходимо учитывать, что в эксперименте каждый участник подвергался вибростимуляции в различное время рабочего дня и характеризовался индивидуальной степенью ситуативной усталости в зависимости от служебной нагрузки и сезонных факторов. В этих условиях достоверным результатом, отражающим эффективность вибростимуляции, является увеличение доли работников с улучшением параметров памяти.

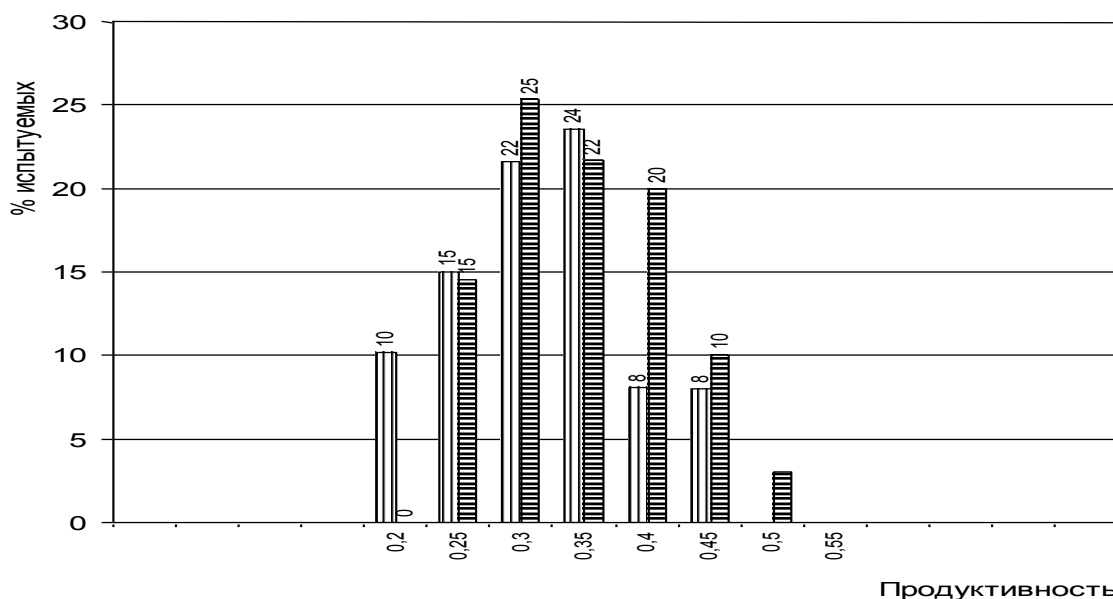


Рисунок 3 – Диаграмма продуктивности памяти при вибромеханической стимуляции шейного отдела с частотой  $160 \text{ c}^{-1}$

### Заключение

Разработанный метод вибромеханостимуляции и реализующее его устройство представляется доступным и эффективным средством повышения интеллектуальной работоспособности в ответственных и социально значимых видах деятельности.

### Список использованных источников

1. Диагностика профессионального развития руководителей ГПС: Методические рекомендации. – М. : ВНИИПО, 2001. – 282 с.
2. Человек в экстремальных условиях: проблемы здоровья, адаптации и работоспособности.

Труды 3-го Междун. н/п конгр. – Москва, 21–25 окт. 2002 г. – С. 42–60.

3. Полякова, Т.Д. Восстановление двигательных функций кисти рук и пальцев методом биомеханической стимуляции : уч.-метод. пос. / Т.Д. Полякова [и др.]. – Минск : 2002. – 100 с.
4. Тренажер электромеханический «Стимул». ТУ ВУ 100643856.007-2007.
5. Устройство для вибрационного массажа участков тела с большой кривизной поверхности: пат. 7242 Респ. Беларусь на полезную модель / Д.И. Сагайдак, С.В. Шилько, М.Ф. Курек ; заявители РЦПЧ БГУ, ГНУ Институт механики металлополимерных систем. – 2011.
6. Савицкий, Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики / Н.Н. Савицкий. – Л. : Медицина, 1963.

Sagaidak D.I., Shilko S.V., Yaschuk V.V.

### Apparatus for addressed vibromechanical stimulation of intellectual ability

The method of addressed vibromechanical stimulation, apparatus for its realization and implementation example has been described. The development is seemed available and effective mean of intellectual ability improvement in responsible and social important kinds of activity. (E-mail: shilko\_mpr@mail.ru)

**Key Words:** mechanical stimulation, vibrotrenager, pyrometry, memory improvement.

Поступила в редакцию 14.10.2011.